



HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

RECOMMANDATION DE BONNE PRATIQUE

Accident vasculaire cérébral : méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte

Méthode « Recommandations pour la pratique clinique »

ARGUMENTAIRE SCIENTIFIQUE

Juin 2012

Les recommandations de bonne pratique (RBP) sont définies dans le champ de la santé comme des propositions développées méthodiquement pour aider le praticien et le patient à rechercher les soins les plus appropriés dans des circonstances cliniques données.

Les RBP sont des synthèses rigoureuses de l'état de l'art et des données de la science à un temps donné, décrites dans l'argumentaire scientifique. Elles ne sauraient dispenser le professionnel de santé de faire preuve de discernement dans sa prise en charge du patient, qui doit être celle qu'il estime la plus appropriée, en fonction de ses propres constatations.

Cette recommandation de bonne pratique a été élaborée selon la méthode résumée en annexes 1 et 2. Elle est précisément décrite dans le guide méthodologique de la HAS disponible sur son site :

[Élaboration de recommandations de bonne pratique – Méthode « Recommandations pour la pratique clinique »](#)

Grade des recommandations

A	Preuve scientifique établie Fondée sur des études de fort niveau de preuve (niveau de preuve 1) : essais comparatifs randomisés de forte puissance et sans biais majeur ou méta-analyse d'essais comparatifs randomisés, analyse de décision basée sur des études bien menées.
B	Présomption scientifique Fondée sur une présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve (niveau de preuve 2), comme des essais comparatifs randomisés de faible puissance, des études comparatives non randomisées bien menées, des études de cohorte.
C	Faible niveau de preuve Fondée sur des études de moindre niveau de preuve, comme des études cas-témoins (niveau de preuve 3), des études rétrospectives, des séries de cas, des études comparatives comportant des biais importants (niveau de preuve 4).
AE	Accord d'experts En l'absence d'études, les recommandations sont fondées sur un accord entre experts du groupe de travail, après consultation du groupe de lecture. L'absence de gradation ne signifie pas que les recommandations ne sont pas pertinentes et utiles. Elle doit, en revanche, inciter à engager des études complémentaires.

Les recommandations et leur synthèse sont téléchargeables sur :
www.has-sante.fr

Haute Autorité de Santé
Service documentation – information des publics
2, avenue du Stade de France - F 93218 Saint-Denis La Plaine CEDEX
Tél. : +33 (0)1 55 93 70 00 - Fax : +33 (0)1 55 93 74 00

Ce document a été validé par le Collège de la Haute Autorité de Santé en juin 2012.

© Haute Autorité de Santé – 2012

Sommaire

Abréviations et acronymes.....	7
Argumentaire.....	9
1 Introduction.....	9
1.1 Présentation générale.....	9
1.1.1 Contexte de ce travail.....	9
1.1.2 Thème de ce travail.....	10
1.1.3 Limites de ce travail.....	11
1.1.4 Patients concernés.....	11
1.1.5 Professionnels concernés.....	11
1.2 Accident vasculaire cérébral.....	12
1.2.1 Inclusions et exclusions dans la littérature.....	12
1.2.2 Données épidémiologiques.....	12
1.2.3 Orientation et parcours du patient.....	13
1.2.4 Récupération après AVC.....	14
1.3 Fonction motrice.....	14
1.3.1 Définition générale.....	14
1.3.2 Altérations de la fonction motrice.....	15
1.3.3 Bilans et évaluation de la fonction motrice.....	15
1.3.3.1 Échelles non spécifiques à la motricité.....	15
1.3.3.2 Bilan de la motricité chez le cérébro-lésé vasculaire.....	16
1.4 Rééducation de la motricité.....	16
1.4.1 Définition générale.....	16
1.4.2 Objectifs et approches rééducatives.....	17
1.4.3 Problématique des méthodes de rééducation de la fonction motrice.....	18
2 Méthodes de rééducation de la fonction motrice.....	19
2.1 Rééducation de la sensibilité.....	19
2.1.1 Définition.....	19
2.1.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels.....	19
2.1.3 Historique.....	19
2.1.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation.....	19
2.1.5 Description technique et variantes.....	19
2.1.6 Facteurs limitants.....	20
2.1.7 Validité scientifique.....	20
2.1.8 Recommandations.....	21
2.2 Rééducation manuelle individuelle (<i>physiotherapy approach</i>).....	24
2.2.1 Définition.....	24
2.2.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels.....	24
2.2.3 Historique.....	24
2.2.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation.....	24
2.2.5 Description technique et variantes.....	24
2.2.6 Facteurs limitants.....	24
2.2.7 Validité scientifique.....	25
2.2.8 Recommandations.....	25
2.3 Activité physique et programme d'exercices gymniques (<i>exercise therapy</i>).....	25
2.3.1 Définition.....	25
2.3.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels.....	25
2.3.3 Historique.....	25
2.3.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation.....	25
2.3.5 Description technique et variantes.....	26

2.3.6	Facteurs limitants	26
2.3.7	Validité scientifique.....	26
2.3.8	Recommandations.....	27
2.4	Renforcement musculaire (<i>muscle strengthening</i>)	30
2.4.1	Définition.....	30
2.4.2	Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels	30
2.4.3	Historique	30
2.4.4	Objectifs, indications et critères d'évaluation	30
2.4.5	Description technique et variantes	30
2.4.6	Facteurs limitants	31
2.4.7	Validité scientifique.....	31
2.4.8	Recommandations.....	31
2.5	Rééducation intensive.....	39
2.5.1	Définition.....	39
2.5.2	Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels	39
2.5.3	Objectifs, indications et critères d'évaluation	39
2.5.4	Description technique et variantes	39
2.5.5	Facteurs limitants	39
2.5.6	Validité scientifique.....	39
2.5.7	Recommandations.....	40
2.6	Approches neurophysiologiques	52
2.6.1	Concept Bobath.....	52
2.6.2	Méthode Brunnstrom	60
2.6.3	Méthode Kabat (<i>Proprioceptive Neuromuscular Facilitation - PNF</i>)	60
2.6.4	Méthode de Rood	61
2.7	Apprentissage moteur (<i>motor learning</i>).....	62
2.7.1	Définition.....	62
2.7.2	Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels	62
2.7.3	Historique	62
2.7.4	Objectifs, indications et critères d'évaluation	63
2.7.5	Description technique et variantes	63
2.7.6	Validité scientifique.....	63
2.7.7	Recommandations.....	63
2.8	<i>Biofeedback</i> (BFB)	63
2.8.1	<i>Goniofeedback</i> ou rétroaction du positionnement articulaire.....	64
2.8.2	<i>Myofeedback</i> (MFB) par électromyographie (<i>EMG-Biofeedback</i>)	65
2.8.3	<i>Posturofeedback</i> ou rétroaction posturale (<i>biofeedback, force and position feedback</i>) ...	68
2.8.4	Recommandations relatives au <i>biofeedback</i>	69
2.9	Électrothérapie	74
2.9.1	Électrostimulation	74
2.9.2	Stimulation électrique fonctionnelle (SEF)	83
2.10	Répétition de tâches (<i>repetitive task training</i>) ou tâches orientées	88
2.10.1	Définition.....	88
2.10.2	Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels	88
2.10.3	Historique	88
2.10.4	Objectifs, indications et critères d'évaluation	88
2.10.5	Description technique et variantes	88
2.10.6	Facteurs limitants	88
2.10.7	Validité scientifique.....	89
2.10.8	Recommandations.....	90
2.11	Approches thérapeutiques combinées (<i>mixed approaches</i>).....	102
2.11.1	Définition.....	102
2.11.2	Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels	102
2.11.3	Historique	102
2.11.4	Objectifs, indications et critères d'évaluation	102

2.11.5	Description technique et variantes	102
2.11.6	Facteurs limitants	102
2.11.7	Validité scientifique.....	102
2.11.8	Recommandations.....	103
2.12	Rééducation de la posture et de l'équilibre	103
2.12.1	Définition.....	103
2.12.2	Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels	103
2.12.3	Historique	103
2.12.4	Objectifs, indications et critères d'évaluation	103
2.12.5	Description technique et variantes	103
2.12.6	Facteurs limitants	104
2.12.7	Validité scientifique.....	104
2.12.8	Recommandations.....	105
2.13	Marche	106
2.13.1	Rééducation de la marche	106
2.13.2	Marche sur tapis roulant.....	121
2.13.3	Orthèses	135
2.13.4	Aides techniques de marche	138
2.14	Contrainte induite du membre supérieur (<i>Constraint-Induced Movement Therapy: CIMT</i>).....	142
2.14.1	Définition.....	142
2.14.2	Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels	142
2.14.3	Historique	142
2.14.4	Objectifs, indications et critères d'évaluation	142
2.14.5	Description technique et variantes	142
2.14.6	Facteurs limitants	142
2.14.7	Validité scientifique.....	142
2.14.8	Recommandations.....	144
2.15	Rééducation assistée par robotique.....	162
2.15.1	Définition.....	162
2.15.2	Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels	162
2.15.3	Historique	162
2.15.4	Objectifs, indications et critères d'évaluation	163
2.15.5	Description technique et variantes	163
2.15.6	Facteurs limitants	163
2.15.7	Validité scientifique pour la marche.....	163
2.15.8	Validité scientifique pour le membre supérieur	164
2.15.9	Recommandations.....	165
2.16	Rééducation des membres supérieurs par mouvements bilatéraux simultanés	171
2.16.1	Définition.....	171
2.16.2	Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels	171
2.16.3	Historique	171
2.16.4	Objectifs, indications et critères d'évaluation	171
2.16.5	Description technique et variantes	171
2.16.6	Facteurs limitants	171
2.16.7	Validité scientifique.....	172
2.16.8	Recommandations.....	172
2.17	Imagerie mentale motrice (<i>mental practice with motor imagery</i>)	176
2.17.1	Définition.....	176
2.17.2	Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels	176
2.17.3	Historique	176
2.17.4	Objectifs, indications et critères d'évaluation	176
2.17.5	Description technique et variantes	176
2.17.6	Facteurs limitants	176
2.17.7	Validité scientifique.....	177
2.17.8	Recommandations.....	177

2.18	Réalité virtuelle.....	183
2.18.1	Définition.....	183
2.18.2	Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels.....	183
2.18.3	Historique.....	183
2.18.4	Objectifs, indications et critères d'évaluation.....	183
2.18.5	Description technique et variantes.....	183
2.18.6	Facteurs limitants.....	184
2.18.7	Validité scientifique.....	184
2.18.8	Recommandations.....	184
3	Synthèse des méthodes et rééducation motrice.....	187
3.1	Synthèse des méthodes de rééducation motrice.....	187
3.2	Rééducation de la fonction motrice.....	188
3.2.1	Début de la rééducation motrice.....	188
3.2.2	Posologie de la rééducation motrice.....	189
3.2.3	Globalité de la rééducation motrice.....	190
3.2.4	Multidisciplinarité.....	192
3.2.5	Continuité de la rééducation de la fonction motrice.....	193
3.2.6	Éducation thérapeutique du patient et de son entourage.....	194
	Conclusion.....	195
	Annexe 1. Méthode de travail.....	196
1.	Méthode « Recommandations pour la pratique clinique ».....	196
1.1.	Choix du thème de travail.....	196
1.2.	Coordination du projet.....	196
1.3.	Groupe de travail.....	197
1.4.	Rédaction de la version initiale des recommandations.....	197
1.5.	Groupe de lecture.....	197
1.6.	Version finale des recommandations.....	198
1.7.	Validation par le Collège de la HAS.....	198
1.8.	Diffusion.....	198
2.	Gradation des recommandations.....	198
3.	Gestion des conflits d'intérêts.....	199
	Annexe 2. Recherche documentaire.....	200
1.	Méthode.....	200
2.	Bases de données bibliographiques.....	200
3.	Sites consultés.....	201
4.	Veille.....	203
5.	Critères de sélection des articles.....	203
	Annexe 3. Principales échelles identifiées.....	204
	Références bibliographiques.....	207
	Participants.....	233
	Fiche descriptive.....	235

Abréviations et acronymes

En vue de faciliter la lecture du texte, les abréviations et acronymes utilisés sont explicités ci-dessous (cf. tableau 1).

Abréviation	Libellé
ADL	<i>Activities of Daily Living</i>
AFO	<i>Ankle-Foot Orthosis</i>
AINS	Anti-inflammatoire non stéroïdien
AIT	Accident ischémique transitoire
ALD	Affection de longue durée
Anaes	Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé
APA	Activité physique adaptée
ARA	<i>Action Research Arm Test</i>
ASPP	Avec support partiel de poids
AVC	Accident vasculaire cérébral
AVJ	Activités de la vie journalière
BDK	Bilan-diagnostic en masso-kinésithérapie
BFB	<i>Biofeedback</i>
CIMT	<i>Constraint-Induced Movement Therapy</i>
CNAMTS	Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés
DGOS	Direction générale de l'offre de soins
DGS	Direction générale de la santé
DHOS	Direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins
DMS	Durée moyenne de séjour
EADL	<i>Extended Activities of Daily Living</i>
ECC	Essai clinique contrôlé
ECR	Essai contrôlé randomisé
EHPAD	Établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes
EMG	Électromyographie
ESF	Électrostimulation fonctionnelle
ESMS	Établissement ou service social ou médico-social
EVA	Échelle visuelle analogique
FIM	<i>Functional Independance Measure</i>
HAS	Haute Autorité de Santé
IADL	<i>Instrumental Activity of Daily Living</i>
IRMf	Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle
MAS	<i>Modified Ashworth Scale</i>
MCO	Médecine, chirurgie, obstétrique
MI	Membre inférieur

MK	Masseur-kinésithérapeute
MPR	Médecine physique et de réadaptation
MS	Membre supérieur
NGAP	Nomenclature générale des actes professionnels
NIHSS	<i>National Institutes of Health Stroke Scale</i>
OR	<i>Odds-Ratio</i> ou rapport de cotes
PBWS	<i>Partial Body-Weight Support</i>
PEC	Prise en charge
PMSI	Programme de médicalisation des systèmes d'information
PNF	<i>Proprioceptive Neuromuscular Facilitation</i>
QoL	<i>Quality of Life</i>
RPC	Recommandations pour la pratique clinique
SEF	Stimulation électrique fonctionnelle
SNA	Système nerveux autonome
SPP	Support partiel du poids
SSPP	Sans support partiel du poids
SSR	Soins de suite ou de réadaptation
STREAM	<i>Stroke Rehabilitation Assessment of Movement</i>
TENS	Neurostimulation électrique transcutanée
TMS	Stimulation magnétique transcrânienne
TUG	<i>Timed Up and Go Test</i>
UNV	Unité neuro-vasculaire

Argumentaire

1 Introduction

1.1 Présentation générale

1.1.1 Contexte de ce travail

Ce thème est inscrit au programme 2011 de la Haute Autorité de Santé (HAS). Cette étude répond à la sous-action n° 12.2 du Plan national « accidents vasculaires cérébraux 2010-2014 » élaboré par le ministère de la Santé et des Sports et la Direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins (DHOS), devenue Direction générale de l'offre de soins (DGOS), en collaboration avec la Direction générale de la santé (DGS), les directions des ministères concernés, les institutions et l'ensemble des acteurs, déjà membres du Comité de pilotage AVC (1).

La démarche suivie pour l'élaboration du « plan d'actions national accidents vasculaires cérébraux 2010-2014 » (1) s'est attachée à respecter la méthodologie d'élaboration, de suivi et d'évaluation des plans nationaux de santé proposée par la Direction générale de la santé dans un document de recommandations daté de novembre 2009 (2^e plan national santé-environnement PNSE2 2009-2013 (2)), issu de l'expérience et de l'analyse de la constitution et de l'implémentation des plans de santé publique en cours ou passés.

Premier plan de santé publique bâti selon ces modalités, le « plan AVC » comprend trois volets :

- un document stratégique « Stratégie AVC 2010-2014 » dont les éléments de contexte sont fournis par l'état des lieux du rapport sur la prévention et la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux en France, remis en octobre 2009 à la ministre de la Santé et des Sports ; il présente les objectifs stratégiques du plan, qu'ils soient généraux (partagés notamment avec d'autres plans) ou spécifiques à ce plan ;
- un programme d'actions opérationnelles « Programme d'actions nationales et régionales », dont les actions relèvent soit de l'échelon national (État, agences, institutions nationales), soit des agences régionales de santé. Ces actions, au nombre de 17 (dont 11 comprennent 31 sous-actions), sont véritablement concrètes ;
- une « boîte à outils » comprenant des éléments de méthodes pour les acteurs (réglementation le cas échéant, référentiels de bonne pratique, guides, etc.), éléments qui existent ou dont la création peut être le résultat d'une action spécifique du plan. Les dispositions de gouvernance, de suivi et d'évaluation du plan y sont incluses. À noter que les indicateurs (de suivi ou d'évaluation) peuvent être différents selon le niveau, leurs destinataires et l'utilisation attendue de leurs résultats.

Ce plan correspond à la traduction opérationnelle des propositions du Comité de pilotage qui concernaient la prévention, l'information, l'organisation, la formation et la recherche relatives à l'accident vasculaire cérébral. Le principe directeur est de donner une impulsion nationale et un cadre général à l'ensemble des partenaires associés dans sa mise en œuvre. Il tient compte des réalités régionales pour atteindre les objectifs de cette priorité de santé publique : réduire la fréquence et la gravité des séquelles liées aux accidents vasculaires cérébraux.

Il est prévu que cet objectif principal, qui figure dans le rapport annexé à la loi relative à la politique de santé publique (3), soit atteint par la mise en œuvre d'une politique de qualité globale de la prise en charge des AVC :

- développer la prévention et l'information pour prévenir les AVC et en limiter les séquelles ;
- améliorer l'organisation de la prise en charge des AVC, de l'urgence au retour à domicile ou au secteur médico-social ;
- améliorer (adapter et valoriser) l'offre de rééducation, réadaptation et réinsertion ;
- mettre en œuvre une politique de recherche dans le domaine de l'AVC ;
- développer la réflexion éthique ;
- faciliter l'accompagnement des malades et l'action des associations de patients ;
- contribuer à faire changer le regard social sur le handicap.

► **Sous-action 12.2**

La sous-action 12.2 est intitulée « Élaborer des recommandations de bonne pratique sur la prise en charge en rééducation, d'abord au cours des six premiers mois post-AVC puis au-delà ».

La prise en charge post-AVC a bénéficié, ces dernières années, de nombreuses évolutions nécessitant l'élaboration de recommandations de bonne pratique afin de favoriser une prise en charge adaptée de l'ensemble des patients.

Toutes les composantes de la rééducation/réadaptation/réinsertion doivent être prises en compte, de la préparation du retour à domicile à l'articulation entre domaines sanitaire et médico-social pour des patients nécessitant des soins au long cours, notamment en rééducation (ergothérapie, kinésithérapie, neuropsychologie, orthophonie, etc.).

Cette recommandation, articulée avec le programme pilote de la HAS « Ensemble, améliorons la prise en charge des AVC », permettra de formaliser des protocoles pluridisciplinaires, d'alimenter le dossier AVC et d'élaborer des indicateurs de pratique clinique (www.has-sante.fr).

- Pilote : Haute Autorité de Santé (HAS) et Agence nationale de l'évaluation et de la qualité des établissements et services sociaux et médico-sociaux (ANESM).
- Partenaires : sociétés savantes (groupe de travail représentant les professionnels impliqués dans cette prise en charge en lien avec l'ensemble du groupe de coopération « Ensemble, améliorons la prise en charge des AVC »).
- Calendrier : 2011-2012.
- Financement : HAS et ANESM.
- Indicateurs : production des recommandations dans le respect du calendrier.

1.1.2 Thème de ce travail

Les objectifs de ces recommandations pour la pratique clinique sont :

- identifier les méthodes et les modalités de rééducation de la fonction motrice susceptibles d'être réalisées chez l'adulte après l'AVC :
 - définition,
 - présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels,
 - historique (origine d'une méthode, inventeur, etc.),
 - objectifs, indications et critères d'évaluation,
 - facteurs limitants,
 - description technique et variantes,
 - validité scientifique,
 - données bibliographiques ;
- élaborer des recommandations relatives à l'indication et à l'application de ces méthodes lors des phases aiguë, subaiguë et chronique après l'AVC.

1.1.3 Limites de ce travail

Il s'agit d'établir un état des lieux des méthodes réalisables et d'identifier leurs objectifs, leurs indications, leur efficacité potentielle et les critères d'évaluation correspondants.

- Inclusions

Sont incluses dans cette étude, les complications immédiates et tardives de la fonction motrice consécutives à un AVC (hémiplegie hémisphérique), quels que soient l'origine (ischémique ou hémorragique), le territoire vasculaire concerné, la gravité de l'atteinte, la topographie et l'expression des troubles moteurs et le stade d'évolution.

Sont notamment inclus dans la présente étude :

- les motricités réflexe, automatique, volontaire ;
- la personne adulte et de grand âge ;
- toutes les étapes d'évolution de l'AVC ;
- toutes les situations (urgence, court séjour, soins de suite et de réadaptation [SSR], établissement ou service social ou médico-social [ESMS], domicile, etc.) ;
- l'impact des troubles neuropsychologiques sur la fonction motrice ;
- les méthodes d'évaluation de la fonction motrice ;
- les méthodes de traitement de la rééducation motrice :
 - posologie (durée, intensité, fréquence),
 - modalités (continue, groupe, etc.),
 - critères d'arrêt, indicateurs ;
- l'éducation du patient et de son entourage (auto-prise en charge, aidants) ;
- les activités sportives.

- Exclusions

Cette étude exclut les traitements médicamenteux, les injections (toxine botulinique comprise), les traitements chirurgicaux, les agents physiques de pratique exclusivement médicale (stimulations transmagnétiques corticales simples (TMS) ou répétitives (rTMS) comprises).

Sont notamment exclus de la présente étude :

- l'enfant ;
- les soins palliatifs ;
- les fonctions spécifiques, notamment :
 - langage,
 - déglutition,
 - fonctions vésico-sphinctériennes et génito-sexuelles,
 - vision ;
- les conséquences de l'infarctus vertébro-basillaire ;
- la paralysie de la face ;
- les troubles neuropsychologiques isolés (notamment apraxie, syndrome dysexécutif, etc.) ;
- la réinsertion proprement dite.

Ce travail n'explore ni le domaine des compétences professionnelles, ni les aspects médico-économiques et de remboursement des actes professionnels.

De même, la nécessité de coordination des prises en charge des professionnels de santé ou médico-sociaux sera rappelée sans être traitée en détail.

1.1.4 Patients concernés

Patients adultes victimes d'un AVC, quels que soient le stade et la localisation.

1.1.5 Professionnels concernés

Ces recommandations sont principalement destinées aux professionnels concernés par la rééducation motrice après AVC :

- ergothérapeutes ;
- gériatres ;
- infirmiers ;

- masseurs-kinésithérapeutes ;
- médecins de médecine physique et de réadaptation ;
- médecins généralistes ;
- neurologues, neurochirurgiens ;
- professeurs d'activité physique adaptée ;
- psychomotriciens.

1.2 Accident vasculaire cérébral

1.2.1 Inclusions et exclusions dans la littérature

L'accident vasculaire cérébral (AVC) est, selon la définition de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), « un déficit brutal d'une fonction cérébrale focale sans autre cause apparente qu'une cause vasculaire ».

La plupart des auteurs considèrent comme inclus les troubles de la fonction motrice consécutifs aux AVC ischémiques, hémorragiques d'installation aiguë. Ils excluent les hémipariés résultant de traumatismes crâniens, de pathologies évolutives ou dégénératives du système nerveux central et les formes d'installation lente.

1.2.2 Données épidémiologiques

La plupart des données qui suivent sont issues du rapport du Dr Élisabeth Féry-Lemonnier, Conseillère générale des établissements de santé, portant sur la prévention et la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux en France, remis au ministère de la Santé et des Sports en juin 2009 (4).

Touchant chaque année environ 130 000 nouveaux patients en France (prévalence estimée à 400 000 patients), l'AVC a un taux d'incidence multiplié par deux tous les 10 ans après 55 ans ; 25 % des AVC surviennent chez les moins de 65 ans (c'est-à-dire dans la population active) et plus de 50 % chez les personnes de 75 ans et plus.

Dans le registre britannique d'Oxfordshire cité par Féry-Lemonnier (4), l'AVC est plus fréquent que l'infarctus du myocarde (45 % vs 42 % des événements vasculaires). Après un premier AVC, le risque de récurrence est important, estimé entre 30 % et 43 % à cinq ans (5).

L'accident vasculaire cérébral est la première cause de handicap acquis de l'adulte, la deuxième cause de démence (après la maladie d'Alzheimer) et la troisième cause de mortalité en France.

Il s'agit de la première cause de mortalité pour la femme. Après 65 ans, le nombre de décès par AVC chez la femme égale celui par infarctus du myocarde chez l'homme. Dans le monde, l'athérombose est la première cause de mortalité aujourd'hui (6) et pour les 15 ans à venir ; les AVC sont la deuxième cause de mortalité et la première cause de handicap acquis de l'adulte (7) dans le monde, tant dans les pays à revenus élevés que dans les pays en développement (8).

Le poids financier de l'AVC pour l'Assurance maladie et la société est considérable : les travaux du Comité de pilotage du plan d'actions national « accidents vasculaires cérébraux 2010-2014 » concluent à une dépense annuelle d'environ 8,3 milliards d'euros (5,9 milliards pour le secteur sanitaire et 2,4 milliards d'euros pour le secteur médico-social) (1).

La dépense moyenne annuelle par patient en affection de longue durée (ALD) « accident vasculaire cérébral invalidant » était estimée à 9 642 euros en 2004 (soit 14 % de plus qu'un patient sous ALD pour maladie d'Alzheimer et 15 % de plus qu'un patient pour ALD « maladie de Parkinson »). La même année, le total des remboursements pour cette ALD était estimé à 2 353 millions d'euros (soit 34 % de plus que l'ALD « maladie d'Alzheimer et autres démences » et 3,25 fois plus que l'ALD « maladie de Parkinson »).

L'AVC représente 2 % des séjours en hospitalisation de courte durée (secteur médecine, chirurgie, obstétrique MCO (4)), 4,5 % des journées de soins de suite ou de réadaptation

(SSR) et touche 15 % des personnes vivant en établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD).

Les hospitalisations en court séjour pour AVC et accident ischémique transitoire (AIT) ont lieu quasi exclusivement dans le secteur public ou participant au service public hospitalier (94 % en 2007). L'activité se concentre : près de deux tiers des séjours ont lieu dans 15 % des établissements publics et établissements privés à but non lucratif, participant au service public hospitalier (PSPH).

La durée moyenne de séjour (DMS) globale était égale à 11,8 jours en 2007 dans les établissements MCO (4). En termes de journées d'hospitalisation en court séjour, les séjours de plus de 30 jours étaient peu nombreux (6,2 %), mais représentaient plus du quart de l'ensemble des journées d'hospitalisation pour AVC ou AIT (26,6 %) : cela manifeste notamment des difficultés de prise en charge d'aval (en réadaptation fonctionnelle, en soins de longue durée ou dans le secteur médico-social) des cas les plus graves.

Environ 30 % des patients victimes d'un AVC constitué sont hospitalisés en soins de suite ou de réadaptation (SSR) au décours de leur prise en charge en soins de courte durée. Soixante-treize pour cent d'entre eux retournent ensuite à domicile.

En termes de handicap, plus de 225 000 personnes sont classées de façon permanente en affection de longue durée « accident vasculaire cérébral invalidant » par le régime général de l'Assurance maladie.

Les patients victimes d'AVC sont considérés comme des malades « lourds » : en SSR, la moyenne des scores de dépendance physique des patients post-AVC est près de 50 % plus élevée que celle de l'ensemble des patients accueillis en SSR. De plus, la proportion des personnes très dépendantes est particulièrement élevée dans les suites d'un AVC : 54,5 % en début de séjour SSR post-AVC, contre 22,9 % pour l'ensemble du secteur SSR, l'écart étant sensible dans toutes les classes d'âge.

La réadaptation et les soins prodigués sont efficaces, mais les séquelles demeurent importantes : en fin de séjour après AVC, la proportion de personnes très dépendantes physiquement reste de 43,2 % malgré une réduction de 11,3 points.

1.2.3 Orientation et parcours du patient

En 2007, le codage du programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) des séjours (www.atih.sante.fr) comportait une variable permettant de différencier le type de soins de suite selon les deux catégories suivantes : soins de suite ou de réadaptation (SSR) ou soins de suite médicalisés (4).

Les premières hospitalisations en soins de suite ont eu lieu en SSR spécialisés dans les prises en charge des affections neurologiques dans 23,4 % des cas. Ce pourcentage variait très fortement selon la région de domiciliation : le minimum était égal à 1,6 % et le maximum, à 57,7 %.

Cette proportion était également fortement liée à l'âge : 48,5 % avant 60 ans, 34,2 % entre 65 et 74 ans et 13,2 % à partir de 85 ans.

La proportion d'hommes en rééducation fonctionnelle était plus élevée que celle des femmes (29,3 % vs 18,5 %), mais cet écart est à relativiser du fait de la plus grande fréquence des hospitalisations féminines en SSR à la suite d'un AVC (après 65 ans).

Pour les patients hospitalisés en soins de suite après AVC, la durée médiane de séjour était égale à 45 jours. Elle était plus élevée pour les plus jeunes (59 jours pour les moins de 60 ans) et lorsque les premiers séjours étaient effectués en service de médecine physique et de réadaptation (MPR) (64 jours vs 45 jours en soins de suite polyvalents).

La durée cumulée de séjour en SSR était supérieure à 90 jours pour 22,6 % des patients et supérieure à 180 jours pour 4,8 %. Cinquante-deux pour cent (52,8 %) du total des journées correspondant à ces séjours en SSR concernaient des patients ayant cumulé plus de 90 jours et 17,4 %, des patients ayant cumulé plus de 180 jours. Le poids des journées au-delà de 90 jours s'élevait à 20,4 % et celui des journées au-delà de 180 jours, à 3,8 %.

► Évolution de la dépendance durant l'hospitalisation en SSR

À l'entrée dans le secteur SSR, 69,0 % des patients ont besoin d'une assistance totale, le plus souvent, ou partielle au déplacement (respectivement 50,4 % et 18,6 %). Soixante-douze pour cent (72,9 %) ont besoin d'une assistance à l'habillage, 43,4 % d'une assistance à l'alimentation et 59,7 % d'une assistance à la continence. Toutes ces proportions sont fortement liées à l'âge, plus faibles pour les plus jeunes et plus élevées pour les plus âgés.

À la fin du séjour (du dernier séjour, s'il en existe plusieurs), 53,9 % des patients ont toujours besoin d'une assistance au déplacement, 60,3 % d'une assistance à l'habillage, 35,1 % d'une assistance à l'alimentation et 50,4 % d'une assistance à la continence.

1.2.4 Récupération après AVC

La récupération spontanée après AVC est habituelle. La récupération immédiate est en rapport avec la levée de l'inhibition temporaire de l'activité neuronale périlésionnelle (zone de pénombre). Les mécanismes à l'origine de la récupération plus tardive sont mal connus. Ils semblent être favorisés par les phénomènes de plasticité cérébrale : des aires corticales homolatérales et contralatérales assurent partiellement le contrôle de la fonction motrice perdue lors de l'AVC. La redondance fonctionnelle des hémisphères cérébraux assure la permanence d'une activité motrice de moindre qualité mais néanmoins utile, comme le montre l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) (9).

Le processus de récupération, qui est très efficace durant les premiers mois après l'AVC, ralentit, mais reste actif les mois suivants. Environ 65 % des patients survivants hospitalisés pour un AVC présentent une récupération du membre inférieur. Les résultats sont difficiles à interpréter pour le membre supérieur.

La restauration des déficits consécutifs à de petits infarctus peut être complète. Celle des atteintes plus étendues, associées à des déficits sévères, est le plus souvent insatisfaisante. Uniquement 15 % des personnes souffrant d'une paralysie initiale présentent une récupération complète, aussi bien pour le membre inférieur que pour le membre supérieur. Le degré initial de la paralysie est l'indicateur pronostique du potentiel de récupération (10) le plus important.

La récupération optimale à six mois peut cependant être pronostiquée dans les quatre premières semaines après l'AVC. L'absence de contrôle moteur volontaire du membre inférieur durant la première semaine post-AVC et l'absence d'émergence de synergie du membre supérieur sont associées avec un médiocre résultat à six mois (11).

1.3 Fonction motrice

1.3.1 Définition générale

Selon de Recondo, « Chez l'homme, la motricité est une fonction hautement différenciée liée à la contraction musculaire, qu'elle concerne les muscles striés ou les muscles lisses. Le terme de motilité est utilisé lorsque l'activité motrice est à l'origine d'un déplacement dans l'espace ou de toute partie du corps » (12).

La fonction motrice se manifeste par deux activités distinctes qui coexistent et se conditionnent l'une l'autre :

- d'une part, des contractions musculaires toniques ou isométriques qui stabilisent un certain nombre de régions corporelles ;
- d'autre part, des contractions dites « phasiques » ou « dynamiques », plus ou moins rapides, qui engendrent le mouvement.

Chaque mouvement nécessite une force musculaire suffisante, un tonus musculaire apte à être ajusté en permanence en fonction des différentes activités réalisées, et la coordination des différents muscles (13). La fonction motrice apporte l'aptitude au déplacement, au maintien de la posture, à la réalisation d'actions et à la perception sur le monde extérieur. La

motricité est sous la dépendance de structures nerveuses hiérarchisées, dont l'intégrité est nécessaire pour assurer le déroulement correct du processus menant de la prise de décision à réaliser une action jusqu'au contrôle de son exécution (14). Les actions motrices répondent au concept d'activité orientée vers un but défini (15).

La motricité volontaire est composée de différents types d'activité motrice : réflexe, automatique et volontaire.

1.3.2 Altérations de la fonction motrice

Après un AVC, la fonction motrice est altérée par une atteinte centrale associant des déficits liés à l'atteinte de la voie cortico-spinale et une spasticité liée à la libération d'activités motrices réflexes. Les troubles de la fonction motrice peuvent s'accompagner de complications secondaires périphériques (amyotrophie, syndrome douloureux régional complexe, etc.).

L'hypertonie pyramidale, ou spasticité, est la conséquence de phénomènes complexes. Sa prédominance au niveau des muscles les plus volitionnels est à l'origine d'attitudes caractéristiques. Des réflexes de défense (triple retrait) peuvent apparaître.

Les syncinésies et les syntonies sont des manifestations du syndrome pyramidal. Il s'agit de mouvements involontaires ou de renforcements toniques (12). Elles se manifestent par des co-contractions musculaires, de coordination ou globale, avec des schémas en flexion (plutôt au membre supérieur) ou en extension (plutôt au membre inférieur).

La dystonie se manifeste par des contractions musculaires soutenues et involontaires entraînant des mouvements répétitifs et de torsion (16) plus ou moins stéréotypés. Des lésions vasculaires (comme les infarctus pédonculaires, les atteintes du putamen) peuvent engendrer une hémidystonie du côté opposé à la lésion ou une dystonie focale apparaissant de manière retardée au cours de la récupération motrice (17).

Les autres mouvements anormaux sont rares à la phase initiale d'un AVC. Leur survenue est tardive. Les plus fréquemment rencontrés sont des formes focales ou plus étendues d'hémichorée-hémiballisme, de tremblements, de dyskinésies ou de myoclonies.

Des syndromes extrapyramidaux post-AVC sont la conséquence de l'atteinte des noyaux gris.

Les limitations d'amplitudes articulaires résultant de l'immobilisation renforcent la spasticité secondaire. En l'absence de prise en charge, elles évoluent vers des déformations ostéo-articulaires par rétractions et hypoextensibilités musculaires.

1.3.3 Bilans et évaluation de la fonction motrice

Les conséquences des AVC sont multiples, leur sévérité différente.

L'évaluation fonctionnelle du patient hémiplegique vasculaire nécessite d'explorer divers paramètres comme la posture, l'équilibre, la marche, la fonction du membre supérieur, la préhension, la dextérité, l'indépendance dans les activités de la vie de tous les jours.

De nombreux outils ont été développés. Les échelles à utiliser ont été recommandées en 2006 par la HAS dans le référentiel d'auto-évaluation des pratiques professionnelles en masso-kinésithérapie (18).

Les principales échelles retrouvées dans les études cliniques consacrées à la rééducation de la fonction motrice des AVC sont listées en annexe 3 à titre informatif (cette étude n'explorant pas leur validité).

Ce chapitre présente quelques exemples de façon non exhaustive, et sans en apprécier la valeur métrologique.

1.3.3.1 Échelles non spécifiques à la motricité

L'échelle *National Institutes of Health Stroke Scale* (NIHSS) (19) est actuellement le *gold standard* de l'évaluation des déficits après AVC. Elle permet d'évaluer la symptomatologie de manière précoce, dès l'arrivée en unité de soins intensifs neuro-vasculaire ou en structure de soins aigus. Elle est une aide à la décision pour envisager le retour au domicile ou la poursuite de la prise en charge dans les structures de soins adaptées (SSR).

L'index de Barthel (cotation sur 100) peut être réalisé dans les sept premiers jours (dès l'autorisation de se lever). Son évolution au cours des deux premières semaines est un facteur prédictif du pronostic fonctionnel des patients victimes d'AVC (20).

1.3.3.2 Bilan de la motricité chez le cérébro-lésé vasculaire

L'évaluation de la motricité a fait l'objet de nombreuses propositions dans la littérature sans qu'aucune n'ait fait l'unanimité.

Dès 1969, Held et Pierrot-Deseilligny (21) ont proposé une cotation de 0 à 5 de la commande motrice volontaire, de la motricité volitionnelle et de la « force » musculaire.

Dans le cadre des lésions pyramidales, Lacôte *et al.* (22) précisent que pour que cette mesure de la force soit interprétable, le syndrome moteur déficitaire doit être « pur ». Il ne doit théoriquement pas être faussé par des « troubles sensitifs profonds », « une négligence d'un champs visuel ou une hémianopsie latérale homonyme », « des perturbations praxo-gnosiques » et des « troubles de l'attention et de la vigilance ». En pratique, malgré la présence fréquente de ces déficiences, cette cotation est souvent utilisée.

Le bilan proposé par Lacôte *et al.* évalue la force selon la cotation centrale de Held et Pierrot-Deseilligny, mais aussi l'amplitude du mouvement, l'apparition et le type de syncinésies, ainsi que les éventuelles postures de neuro-facilitation permettant d'obtenir le meilleur résultat (concept de Bobath, normalisation tonique segmentaire, techniques de proprio-neuro-facilitation, etc.). Il s'agit donc davantage d'une évaluation qualitative et fonctionnelle de la motricité.

L'évaluation de la motricité explore aussi les motricités automatiques et réflexes (spasmes, tonus segmentaire, schémas syncinétiques, coordination plurisegmentaire, sélectivité de la commande motrice, amplitude ou secteur angulaire parcouru, vitesse et précision du mouvement).

Collin et Wade (23) proposent une « échelle d'évaluation de la commande volontaire » adaptée aux cérébro-lésés, très proche de la cotation de Held et Pierrot-Deseilligny, selon six niveaux de force et de secteur angulaire.

Ces évaluations analytiques de la motricité diffèrent d'évaluations plus fonctionnelles comme le score de Fugl-Meyer (24), qui est probablement le test moteur le plus employé dans la littérature anglo-saxonne.

Bien d'autres scores d'évaluation de la fonction motrice ont été décrits et sont utilisés, tels que le score de préhension d'Enjalbert *et al.* (25), le *Frenchay Arm Test* (26), le *Jebsen Test* (27), etc.

1.4 Rééducation de la motricité

1.4.1 Définition générale

Selon l'OMS, « La réadaptation constitue l'ensemble des mesures ayant pour objet de rendre au malade ses capacités antérieures et d'améliorer sa condition physique et mentale, lui permettant d'occuper par ses moyens propres une place aussi normale que possible dans la société » (28).

La rééducation motrice de l'AVC est définie comme l'application de méthodes thérapeutiques pratiquées manuellement ou à l'aide d'instruments dont l'objet est la prévention secondaire, la conservation, le rétablissement, l'optimisation ou la suppléance des troubles de la fonction motrice consécutifs à un accident vasculaire cérébral avéré.

Des travaux neurophysiologiques (29, 30) montrent que la récupération fonctionnelle du cerveau est améliorée par un traitement rééducatif actif et que des programmes répétitifs et spécifiques impliquant les régions atteintes permettent d'obtenir une récupération plus rapide et plus complète des fonctions lésées.

Il existe différentes pratiques de rééducation après AVC (31).

1.4.2 Objectifs et approches rééducatives

Les principaux objectifs de la rééducation sont d'optimiser la récupération des déficits de la fonction motrice, de diminuer les conséquences des lésions cérébrales sur la fonction motrice et de permettre l'utilisation de stratégies de compensation assurant la suppléance des fonctions lésées (32). Visant à permettre au patient de retrouver des activités physiques, sociales et un mode de vie des plus autonomes, le rééducateur intervient dans la surveillance et la prévention secondaire des AVC.

La rééducation motrice est habituellement proposée pour :

- la prévention ou le traitement des comorbidités directement liées à l'AVC, à l'alitement ou à l'immobilité aux phases aiguë ou subaiguë : encombrement pulmonaire, troubles thrombo-emboliques, troubles trophiques, rétractions capsulaires et musculo-tendineuses ;
- la mobilité du tronc et des membres qui implique la réduction des déficits moteurs et la normalisation du tonus (spasticité) ;
- la station debout et l'équilibre impliquant la tête, le tronc et les membres inférieurs ;
- la marche qui implique essentiellement la tête, les membres inférieurs et le tronc ;
- la mobilité du membre supérieur et la fonction de préhension ;
- la suppléance des fonctions lésées ;
- l'indépendance dans les fonctions de la vie quotidienne.

Ces objectifs sont à l'origine de deux approches différentes de la rééducation motrice des personnes victimes d'AVC : l'approche restauratrice (33, 34) et l'approche compensatoire (35). Ces deux approches ne s'excluent pas l'une l'autre. Chacune de ces manières d'envisager la rééducation motrice est à l'origine de méthodes ou de concepts différents.

Les programmes de rééducation produisent vraisemblablement de meilleurs résultats s'ils sont organisés suivant les principes de l'apprentissage moteur. Spécificité des tâches, pratiques avec des objectifs définis, rétrocontrôle et motivation sont considérés comme des points importants de l'apprentissage moteur.

Les récentes recommandations canadiennes de la rééducation après AVC (35) montrent que la compliance des professionnels à des recommandations sur l'AVC améliore les résultats pour les patients et que l'admission en unité spécialisée de MPR pour les patients appropriés est nécessaire dans les plus brefs délais et doit être facilitée. Elles évoquent aussi que l'intensité de la kinésithérapie et de l'ergothérapie induit un meilleur résultat fonctionnel (35).

Cependant, le rôle propre de la rééducation dans la récupération fonctionnelle reste discuté. L'étude de Kwakkel *et al.* en 2006 (36), dans laquelle a été suivie une cohorte de 101 patients, montre que le temps est la principale variable explicative de l'évolution des patients (au moins 16 % de l'amélioration motrice et fonctionnelle liée uniquement au temps).

D'autres publications apportent de solides arguments pour valider l'intérêt de la rééducation après AVC (31, 37).

La revue *Cochrane* de Pollock *et al.* (31), évaluant différents traitements de rééducation motrice proposés, a conclu que la rééducation est plus efficace que l'absence de traitement ou des traitements placebo.

La phase à laquelle doit être instaurée la rééducation ne fait pas consensus. La littérature ne définit pas précisément de période optimale pour la gestion des AVC en dehors de la phase aiguë. Rabadi, en 2011 (38), utilise un découpage du temps communément accepté :

- la phase aiguë se caractérise par les faits survenant avant le 14^e jour ;
- la phase subaiguë entre le 14^e jour et six mois ;
- la phase chronique après six mois.

Si ce découpage permet une acception assez claire de la notion d'AVC chronique, aucun consensus n'existe réellement et des études les concernant sont entreprises dès trois mois post-AVC ou tardivement après un an.

1.4.3 Problématique des méthodes de rééducation de la fonction motrice

La rééducation post-AVC de la fonction motrice mobilise diverses méthodes.

Dans leur dictionnaire de kinésithérapie et réadaptation (39), Dufour et Gedda définissent d'une façon générale la notion de méthode comme un « ensemble de techniques traduisant un concept (par ex. : méthode de Kabat) ou un abord thérapeutique particulier basé sur une finalité (par ex. : méthode de renforcement musculaire), un moyen particulier ».

Historiquement, les méthodes de rééducation s'appuyaient sur les principes des techniques neuro-développementales, de la facilitation neuromusculaire proprioceptive et des traitements de l'intégration sensitive, pour ne citer que les plus fréquemment proposées (9).

Avant les années 1940, la rééducation consistait en l'application d'exercices correcteurs basés sur des principes orthopédiques portant sur la contraction et la décontraction des muscles pour retrouver la fonction par compensation des membres sains (40).

Au cours de la décennie 1950, ont été développées les techniques basées sur les connaissances neurophysiologiques de l'époque, comme les méthodes de Bobath, de Brunnstrom, de Rood et la neuro-facilitation proprioceptive (PNF) (41).

Dans les années 1980, avec l'émergence de la neuropsychologie, les approches rééducatives se sont orientées vers l'apprentissage et le réapprentissage moteur (42), ce qui a favorisé la rééducation par tâches motrices spécifiques en contexte produisant les *feedbacks* appropriés au développement de l'apprentissage et la récupération motrice (43).

Aujourd'hui, près de 80 % des rééducateurs occidentaux appliquent de manière plus ou moins rigoureuse le traditionnel concept de Bobath pour la rééducation de l'hémiplégie vasculaire (44). D'autres concepts également basés sur une représentation hiérarchique du système nerveux central sont utilisés, comme la neuro-facilitation proprioceptive (ou méthode de Kabat) (45, 46). Ces méthodes, utilisant des mobilisations, des postures, des positionnements spécifiques, visent la normalisation du tonus et la stimulation de la motricité déficitaire. D'autres approches thérapeutiques privilégient la dimension cognitive du mouvement (47) ou sa perception sensitive (43, 48), etc.

Depuis peu, de nouvelles approches rééducatives sont utilisées pour améliorer des aspects spécifiques de la pathologie, comme la thérapie par contrainte induite (« *forced-use/restraint-use* ») (49), l'utilisation de la réalité virtuelle ou la marche sur tapis roulant avec suspension partielle du poids du corps. Leurs indications reposent plus souvent sur l'expérience du rééducateur que sur des critères objectifs et validés.

Jusqu'à présent, et bien que la plupart des études montrent un effet positif de ces différentes approches, aucune d'entre elles n'a su prouver sa supériorité sur les autres.

La plupart des rééducateurs considèrent néanmoins que les programmes de rééducation composés d'un « mixage » de différentes approches thérapeutiques sont plus efficaces pour améliorer l'indépendance fonctionnelle des patients cérébro-lésés.

Outre les méthodes employées, le type d'approche rééducative à proposer en fonction des différents cas d'hémiplégie vasculaire reste incertain. S'il est admis que l'efficacité de la rééducation de l'hémiplégie vasculaire est tributaire de la précocité de sa mise en œuvre (dès les premiers jours, dans l'unité neuro-vasculaire), la manière même de procéder ne fait pas l'objet d'un consensus.

Certains auteurs défendent une approche plutôt passive et de prévention, expliquant qu'il n'est pas souhaitable de demander trop d'efforts alors que le patient est encore très affaibli par l'AVC et ses suites immédiates.

La plupart des équipes proposent cependant une rééducation active dès la phase initiale, arguant que la réorganisation cérébrale survient très rapidement et qu'il faut prévenir l'effet nocif de la non-utilisation.

L'intensité de la rééducation quotidienne est également un important facteur de récupération, sans que soient déterminées pour autant les posologies journalières de rééducation efficace.

2 Méthodes de rééducation de la fonction motrice

2.1 Rééducation de la sensibilité

2.1.1 Définition

La rééducation de la sensibilité après AVC vise à réduire ou à compenser les troubles sensitifs superficiels et profonds et leur perception.

2.1.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Les déficits sensitifs sont une conséquence fréquente de l'AVC. Les différents modes de sensibilité peuvent être affectés : la sensibilité superficielle (perte du sens du toucher, du tact fin des doigts, de la graphesthésie, extinction sensitive, stéréognosie, graphesthésie discriminative etc.), la sensibilité profonde (perte du sens de position segmentaire, du sens de déplacement des segments et de la perception des vibrations).

L'intégrité de la sensibilité (en particulier proprioceptive) est nécessaire pour assurer un bon contrôle de l'activité motrice. Les troubles sensitifs persistants ralentissent la reprise d'une fonctionnalité quand la fonction motrice s'améliore. En revanche, la présence de la sensibilité, alors que la motricité est sévèrement affectée, est un indicateur positif si la récupération motrice se poursuit.

2.1.3 Historique

La méthode Rood fut mise au point en 1954 par Margaret S. Rood, ergothérapeute et physiothérapeute américaine (50, 51).

La méthode Perfetti porte le nom de son concepteur : le médecin italien Carlo Perfetti (48, 52).

2.1.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

L'entraînement sensitif peut être pratiqué chez les malades avec déficit sensitif (53-57). Il peut être organisé sous la forme d'un entraînement sensitif orienté vers les déficits sensitifs (58).

Le système sensitif et ses relations avec la motricité joue le rôle principal dans la méthode Rood (50).

Le concept Affolter (59) est basé sur l'importance des informations sensibles pour que le malade puisse interagir avec son environnement (60).

Le principe du concept Perfetti consiste à utiliser les processus cognitifs (attention, mémoire, perception, langage, imagination, etc.) pour récupérer les fonctions motrices dans un contexte pathologique (61). Dans ce concept, le mouvement est considéré comme le moyen fondamental dont dispose notre organisme pour percevoir le monde qui nous environne. Il se manifeste sous la forme d'un comportement adapté à une situation.

2.1.5 Description technique et variantes

Le concept Affolter justifie l'intérêt des stimuli tactiles et kinesthésiques dans le traitement des problèmes perceptifs des personnes cérébro-lésées (62).

Le concept Perfetti est une rééducation constituée d'exercices thérapeutiques cognitifs utilisés plus spécifiquement chez le patient cérébro-lésé, notamment hémiplegique (52).

Rood valorise l'importance des réflexes élémentaires dans le réapprentissage moteur (50). Les stimuli sensitifs sont utilisés pour normaliser le tonus et obtenir les réponses musculaires attendues (63). En plus des manœuvres proprioceptives telles que le positionnement, l'utilisation générale des réflexes, des étirements, de la résistance, Rood insiste sur les applications extéroceptives, telles que l'effleurage, le brossage, l'application de glace, de

chaleur, de pression et de vibrations, afin de solliciter l'activité des muscles, y compris les muscles des lèvres et la langue (50).

La mobilisation passive articulaire est également proposée comme moyen de stimuler la sensibilité profonde (kinesthésie).

Carey et Matyas (64) ont montré en 2005 qu'il était possible d'entraîner avec succès des malades présentant un déficit sensitif après AVC, aussi bien sur le plan de la discrimination des textures que des informations proprioceptives, à condition de favoriser le transfert vers des activités fonctionnelles. Certaines rééducations portent sur la discrimination de la perception de texture, comme l'exercice consistant à distinguer les différentes élasticités du caoutchouc d'éponges placées sous la plante du pied (65). Elles sont considérées comme un complément utile à la rééducation de la proprioception en position debout.

Les programmes d'exercices en tâches orientées complétés par des informations sensibles manuelles (66) pourraient être plus efficaces pour améliorer l'équilibre en position debout que les programmes classiques en tâches orientées.

À l'origine, le concept Affolter n'était pas un traitement spécifique de rééducation. Cependant, de nombreux rééducateurs (kinésithérapeutes, ergothérapeutes), ayant observé des effets positifs sur les difficultés motrices, utilisent cette technique (62).

Les stimulations électriques cutanées sont parfois utilisées associées à une rééducation conventionnelle (67).

2.1.6 Facteurs limitants

La méthode Rood (50) est une méthode qui reste peu documentée (63).

La reconnaissance et l'analyse des stimuli sensitifs requièrent un niveau cognitif d'intégration satisfaisant.

Les effets de cette approche rééducative sont limités en cas d'anesthésie complète.

2.1.7 Validité scientifique

Différentes rééducations des troubles sensitifs sont proposées après AVC, mais le niveau de preuve est insuffisant pour valider ou réfuter leur effet dans l'amélioration de la fonction sensitive du membre supérieur (cf. tableau 2). Tel est en particulier le cas pour le concept Rood, dont les études en validant l'intérêt sont peu nombreuses (cf. tableau 2).

En revanche, il existe un niveau de preuve limité en faveur (68) :

- de l'effet de la thérapie par le miroir pour améliorer la perception du tact épicrotique, de la pression et de la sensation thermique douloureuse ;
- des stimuli thermiques pour la récupération des sensations ;
- des compressions pneumatiques intermittentes pour améliorer les sensibilités tactile et kinesthésique.

Les recommandations canadiennes (35) concluent qu'il est incertain que les stimulations sensori-motrices améliorent la fonction du membre supérieur après AVC.

Les auteurs ont colligé 16 essais contrôlés randomisés (ECR). Sept d'entre eux incluent 10 patients ou moins et n'ont pas été considérés. Parmi les autres, cinq études ont été réalisées à la phase subaiguë. Sur le score *Action Research Arm*, une étude ne trouve pas d'amélioration (Klaiput et Kitisomprayoonkul, 2009, 20 sujets, deux groupes AVC chroniques (69)) et l'autre, un effet positif (Mann *et al.*, 2005, 22 sujets, deux groupes (70)). Sur les scores moteurs, une étude (Feys *et al.*, 1998, 100 sujets, deux groupes (71)) retrouve un effet négatif à la fin des six semaines de traitement, l'autre (Chen *et al.*, 2005, 46 sujets, deux groupes (72)) trouve une amélioration sur le score moteur de Brunnstrom (sept niveaux) et sur l'extension du poignet après stimulation thermique alternée. Cambier *et al.* (2003, 23 sujets, deux groupes) retrouvent un effet positif sur le score de Fugl-Meyer (73).

À la phase chronique, trois études (Barker *et al.*, 2008, 42 sujets, deux groupes (74) ; Volpe *et al.*, 2008, 21 sujets, deux groupes (75) ; Byl *et al.*, 2003, 21 sujets, deux groupes (57)) ne montrent pas d'amélioration significative. Une seule étude, sur 45 sujets répartis en trois groupes (Gpe) asymétriques ayant le même traitement mais à des doses différentes

(Gpe 1 avec 1,5 h/sem : 18 ; Gpe 2 avec 2 h15/sem : 19 ; Gpe 3 avec 12 h/sem : 8) montre une amélioration significative pour le Gpe 3 uniquement (76).

2.1.8 Recommandations

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure que la rééducation de la sensibilité influe sur la récupération et la qualité de la fonction motrice après AVC.

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure que la récupération fonctionnelle dépend de la récupération de la sensibilité.

À la phase aiguë de l'AVC, chez le patient ne présentant pas d'activité motrice, il est recommandé de stimuler la fonction sensitive.

Tableau 2. Rééducation des déficits sensitifs						
Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Doyle et al., 2010 (68)	Déficit sensitif du MS.	Rééducation pour troubles sensitifs comparée à l'absence de traitement, placebo ou rééducation, autres rééducations des déficits sensitifs.	Revue systématique de la littérature. 13 études (dont 9 ECR, 1 <i>cross-over</i> , 1 CT). n = 467. I = 122. C = 116.	De multiples rééducations pour les troubles sensitifs du MS après AVC ont été décrites, mais le niveau de preuve est insuffisant pour valider ou réfuter leur effet dans l'amélioration de la fonction sensitive du MS. Il existe néanmoins un niveau de preuve limité pour valider : • l'effet de la thérapie par le miroir pour améliorer la détection du tact épicrotique, de la pression et de la sensation thermique douloureuse ; • les stimuli thermiques améliorent le niveau de récupération des sensations ; • les compressions pneumatiques intermittentes améliorent les sensibilités tactile et kinesthésique.	De nombreuses techniques de rééducation sont proposées pour améliorer les troubles sensitifs après AVC. Leur qualité méthodologique ne permet pas de les recommander ou non.	1
Bowen et al., 2011 (77)	Traitements non médicamenteux pour les troubles perceptifs après AVC et autres atteintes cérébrales.	Les techniques évaluées comprennent : entraînement fonctionnel, stimulations sensitives, stratégies, répétition de tâches. Toutes comprennent des stimulations sensitives.	Revue systématique de la littérature. 6 ECR unicentriques avec n = 338.	À la fin des programmes de rééducation, aucune preuve significative dans l'évolution des scores AVQ.	Les auteurs concluent à une insuffisance de résultat pour confirmer ou réfuter que la rééducation perceptive est efficace.	1
Mason, 1985 (78)	Rééducation sensitive – méthode Rood.	Déterminer si des frictions rapides augmentent la sensibilité du réflexe d'étirement des muscles.	G = 10 sujets sains.	Pas d'augmentation de la sensibilité du <i>stretch reflex</i> .		4
Twist, 1985	Rééducation	Évaluer les effets des	Pré-post évaluation.	Augmentation des amplitudes articulaires associée à		4

Tableau 2. Rééducation des déficits sensitifs						
Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
(79)	sensitive durant la 1 ^{ère} année post-AVC.	enveloppements sur l'amplitude des mouvements du membre supérieur spastique.	n = 4 sujets spastiques post-AVC.	une diminution de la spasticité.		

AVQ : activités de la vie quotidienne.

CT: *clinical trial*.

ECR : essai contrôlé randomisé.

G : groupe.

MS : membre supérieur.

2.2 Rééducation manuelle individuelle (*physiotherapy approach*)

2.2.1 Définition

La rééducation manuelle individuelle fait référence à l'application des techniques classiques de mobilisations passives et actives réalisées par un rééducateur en tête à tête avec le patient.

2.2.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

La rééducation manuelle individuelle permet d'apporter des réponses spécifiques aux situations pathologiques propres à chaque patient. Elle est souvent pratiquée pour répondre à des objectifs analytiques (activation de muscles déficitaires, assouplissements des raideurs articulaires).

2.2.3 Historique

Initialement, la rééducation consistait à utiliser le côté non atteint pour compenser le handicap. À partir des années 1950, différentes méthodes ont été proposées pour corriger les déficits moteurs et sensitifs. Les pionniers furent Berta et Karel Bobath (80), qui basaient leur méthode sur le développement de l'enfant, Signe Brunnstrom (81) sur l'activité réflexe, Knott et Voss (41) sur le renforcement de la motricité et Rood (50) sur la correction des déficits sensitifs.

Plus récemment, la rééducation fondée sur l'éducation du mouvement et les principes de l'apprentissage moteur s'est développée. Le concept Petö est basé sur une éducation conduite (63). Les concepts de Davies (82) et ceux de Johnstone (83), très influencés par Bobath (33), ainsi que ceux de Carr et Shepherd (84), stimulent les possibilités d'apprentissage.

2.2.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

La rééducation manuelle et individuelle doit débuter dans les premiers jours après l'AVC. Elle implique une prise en charge multidisciplinaire (85). Elle doit être spécifique à chaque cas et être modifiée en fonction de l'évolution de l'état neurologique et fonctionnel. Une prise en charge individuelle répond à ces exigences.

L'évaluation clinique est réalisée dans le même temps que l'application de ces techniques de rééducation. Celles-ci favorisent un meilleur contrôle moteur, une meilleure normalisation segmentaire du tonus, la diminution des déficits sensitifs et la réduction du handicap (61).

2.2.5 Description technique et variantes

Elles associent, en fonction de l'état clinique et fonctionnel du patient, des approches verbales, manuelles, instrumentales et d'éducation thérapeutique. Elles peuvent être classées en exercices correcteurs (correction des troubles orthopédiques, renforcement musculaire), méthodes neurophysiologiques (Bobath, facilitation neuromusculaire proprioceptive), méthodes d'apprentissage moteur (rééducation en tâche orientée).

Ces concepts thérapeutiques ont pour but de faciliter les mouvements et de limiter la survenue des mouvements pathologiques et de moduler le tonus musculaire (60). Ils s'appuient sur des techniques de stimulation, de positionnement et d'éducation spécifique.

2.2.6 Facteurs limitants

La rééducation requiert, dans ses applications les plus usuelles, la participation et la compréhension du patient.

La rééducation individuelle, pratiquée de manière exclusive, prive de l'émulation de la rééducation en groupe.

2.2.7 Validité scientifique

Aucune des méthodes de rééducation manuelle individuelle basées sur la neurophysiologie et l'apprentissage moteur ne montre sa supériorité par rapport aux autres. En revanche, l'utilisation d'approches thérapeutiques combinées apparaît, de manière faiblement significative, plus efficace que l'absence de traitement et que les groupes témoins utilisant les méthodes validées. Les approches diversifiées sont constituées des combinaisons les plus diverses, inspirées des différentes méthodes manuelles individuelles. Elles doivent faire l'objet de validation.

Si aucune preuve n'est apportée pour montrer la supériorité d'une approche de rééducation, de nombreux arguments valident le fait que toute forme de rééducation est plus favorable que l'absence de rééducation ou un contrôle placebo pour la récupération fonctionnelle ($p = 0,03$) (31).

2.2.8 Recommandations

La rééducation manuelle individuelle est recommandée à tous les stades de la prise en charge (grade C).

L'état actuel des connaissances ne permet pas de privilégier une technique manuelle individuelle davantage qu'une autre.

2.3 Activité physique et programme d'exercices gymniques (*exercise therapy*)

2.3.1 Définition

Suivant la définition de l'*U.S. Department of Health and Human Services* (USDHHS) en 1996 (86), l'activité physique et les programmes d'exercices gymniques consistent en un entraînement organisé suivant des programmes pour améliorer la condition physique, en particulier pour corriger ou prévenir le déconditionnement cardio-respiratoire et améliorer la force et l'endurance musculaires.

2.3.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

L'AVC réduit la mobilité, ce qui a pour effet d'affecter la force musculaire, la mobilité et la tolérance à l'effort (86). La Société française de médecine physique et de réadaptation (SOFMER), dans son document final du 31 mars 2011 (87), rapporte qu'après un AVC, il est observé une diminution des capacités d'effort de l'ordre de 50 % par rapport à des sujets sains d'âge identique (88).

L'activité physique trouve dans cette constatation tout son intérêt. Elle est pratiquée pour améliorer les performances cardio-respiratoires, la force musculaire et la physiologie tissulaire, comme la densité osseuse.

2.3.3 Historique

Les avantages de l'exercice physique furent décrits dès le II^e siècle par le médecin grec Galien (89). Plus récemment au cours du XIX^e siècle, sous l'impulsion du suédois Per-Henrik Ling (90), la gymnastique fut utilisée pour lutter contre l'alcoolisme et la tuberculose. Enrichie de l'expérience des pays anglo-saxons, la pratique des exercices évolua progressivement vers l'activité physique adaptée (APA), dont l'un des buts est la prévention des pathologies vasculaires.

2.3.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

Pour les patients victimes d'AVC, le *Stroke Council of the American Heart Association* a recommandé, en 2003, la pratique d'une activité physique d'intensité modérée pendant au moins 30 à 45 minutes par jour, trois fois par semaine (91).

De son côté, la Haute Autorité de Santé (92) recommandait, non seulement la maîtrise des facteurs de risque en prévention des AVC, mais aussi une pratique d'activité physique régulière d'au moins 30 minutes par jour, adaptée aux possibilités du patient.

Dans un document proposant des stratégies propres aux spécificités du patient hémiparétique, la SOFMER (87) recommande que « Le patient victime d'un accident vasculaire cérébral constitué ou un accident ischémique transitoire devrait pouvoir intégrer un programme d'ETP pour la promotion de la pratique d'une activité physique tout au long du parcours de soin ».

Il apparaît donc essentiel de promouvoir la pratique d'une activité physique le plus tôt possible après l'AVC.

Pour être appliquées, ces recommandations nécessitent des outils de contrôle de la quantité journalière d'activité physique, comme des podomètres, des actimètres, des carnets de suivi d'activité, ainsi que la mise en place de moyens de surveillance des conséquences de l'exercice physique (prise de pouls, de pression artérielle, d'échelle de fatigue).

2.3.5 Description technique et variantes

Les activités physiques réalisables après AVC sont variées : marche active, gymnastique, cycloergomètre d'appartement, tapis de marche, cyclorameur, jeux de lancer.

► Activités physiques adaptées (APA)

Les activités physiques adaptées (exercices d'agilité et de lancers, tennis de table, badminton, basket-ball, activités en balnéothérapie, sarbacane, etc.) contribuent à améliorer divers paramètres de la motricité : reprogrammation motrice, coordination oculomotrice, double tâche, équilibre statique et dynamique, travail cardio-respiratoire, lutte contre l'héminégligence, repérage dans l'espace, proprioception, image corporelle, etc.

En sollicitant la force mais aussi la coordination, la vitesse et l'endurance, ces activités sont l'occasion de valoriser le potentiel moteur de façon finalisée, et souvent plus riche, plus fine, avec une valeur récréative.

Pratiquées en groupe, elles renforcent la motivation du patient, provoquent une certaine émulation propice à la rééducation et contribuent à sa resocialisation.

Les exercices en piscine sont proposés aux patients à la phase chronique de l'AVC (93).

► Yoga

Le yoga est souvent cité comme une méthode utile. Les rares études sur le sujet ne montrent aucune signification statistique. Il ne peut pas être tiré de conclusion sur des cas cliniques peu nombreux (94).

2.3.6 Facteurs limitants

Les exercices doivent être ajustés aux capacités d'adaptation à l'effort du malade. Ils nécessitent le plus souvent un encadrement médical et paramédical. Il est nécessaire d'identifier des contre-indications physiques, cognitives et environnementales à la pratique et les freins motivationnels ou en rapport avec les croyances.

2.3.7 Validité scientifique

S'il n'existe que peu d'études montrant l'effet de la promotion de l'activité physique après AVC (cf. tableau 3), il apparaît essentiel de promouvoir la pratique d'une activité physique le plus tôt possible après l'AVC afin :

- d'une part, d'avoir une action préventive sur la récurrence d'un AVC ou d'une autre complication vasculaire, aider au contrôle des facteurs de risque, éviter au patient d'entrer dans le cercle vicieux du déconditionnement ;
- d'autre part, d'améliorer les activités de la vie quotidienne et la qualité de vie comme il a été montré dans un ECR en simple aveugle (95) portant sur 93 patients qui ont

suivi un programme d'exercices de 36 séances sur 12 semaines dans les suites d'un AVC survenu de 30 à 150 jours auparavant.

Les exercices aérobies peuvent améliorer les capacités des patients (96). L'ECR réalisé par Toledano-Zarhi *et al.* en 2011 sur 28 patients (groupe intervention 14) a montré que l'activité gymnique aérobique, commencée de manière précoce une à trois semaines après l'AVC chez des malades ayant présenté un accident vasculaire ischémique mineur, ne présente pas de danger particulier. Associée à l'activité rééducative usuelle, elle améliore l'endurance à la marche (97).

L'entraînement cardio-respiratoire par la marche au cours du traitement de l'AVC peut améliorer la vitesse et le périmètre de marche. Il réduit la dépendance.

Les recommandations canadiennes (35) estiment qu'il existe un haut niveau de preuve que l'entraînement cardio-vasculaire post-AVC améliore le niveau d'entraînement et les performances de marche, sans amélioration sur les activités de la vie quotidienne. Elles reposent en particulier sur l'analyse de la plus récente revue de la littérature *Cochrane* (98) et sur la revue de 14 ECR (35), dont 11 montrent un résultat bénéfique sur la forme physique ou les performances de marche.

Cette revue de Saunders *et al.* en 2009 (98), portant sur les publications de 1949 à 2007, a retenu 24 études portant sur 1 147 patients présentant un AVC : 11 études sur l'entraînement cardio-respiratoire (629 participants sur 1 147), quatre études sur la force musculaire (158 participants sur 1 147) et neuf études sur des interventions mixtes (360 participants sur 1 147). Tous les entraînements étaient progressifs et réguliers en intensité, durée et fréquence. La plupart des données portaient sur des patients à la phase chronique de l'AVC et capables de marcher. Il a été montré que les patients sont capables de suivre un programme d'entraînement physique aussi bien au cours de la période de rééducation qu'après le retour au domicile. Aucun effet indésirable en rapport avec l'entraînement physique n'a été mis en évidence.

La capacité cardio-respiratoire peut être améliorée par un entraînement spécifique. Cet entraînement cardio-respiratoire réalisé au cours des soins standards, impliquant la marche comme mode d'exercice, réduit la dépendance et améliore les performances en termes de vitesse de marche et de distance parcourue en six minutes.

Certaines études font état d'une amélioration de la force musculaire, sans que les résultats puissent être affirmés avec certitude. Il n'est pas possible de tirer de conclusions des programmes d'entraînement mixte. De même, les variables de quantité et du type d'entraînement restent à préciser avant d'en tirer des conclusions générales.

L'insuffisance de preuves pour affirmer l'effet positif de l'exercice cardio-vasculaire est rapportée par Meek *et al.* dans une revue systématique de la littérature publiée en 2003 (99). Ramas *et al.* (100) confirment qu'« il existe un vif intérêt de la littérature pour l'exercice et les techniques de réentraînement chez l'AVC, avec des résultats prometteurs. Cependant, il existe de nombreuses limitations des études compte tenu des différences liées aux échantillons de population, aux critères d'analyse, aux modalités des protocoles, rendant difficile, en l'état des connaissances, des recommandations concernant la généralisation de certaines procédures ».

2.3.8 Recommandations

L'activité physique après AVC est recommandée pour améliorer l'adaptation à l'effort, l'état physique (grade B) et l'indépendance fonctionnelle, mais pas pour améliorer la force musculaire.

L'état actuel des connaissances ne permet pas de recommander un type particulier d'activité ou une durée précise d'entraînement.

Tableau 3. Activité physique et programme d'exercices gymniques (fitness, yoga)						
Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Lynton et al., 2007 (94)	Rééducation de l'AVC.	Yoga.	Revue systématique de la littérature. Aucun ECR. Uniquement quelques études de cas. Aucune méthodologie décrite.	Les investigateurs rapportent une amélioration.	La méthode de Yoga Kundalini montre un grand potentiel dans le traitement des troubles du langage et de la motricité après AVC.	4
Saunders et al., 2009 (98)	Décès, dépendance, désavantage condition physique, mobilité, état physique, état de santé et QoL.	Activité physique (<i>fitness training</i>).	Revue systématique de la littérature. 24 ECR n = 1 147. Cardio-respiratoires (11 études, n = 692). Force (4 études, n = 158). Programmes mixtes (9 essais, n = 360).	Décès : 1/1 147. Les patients peuvent participer à différents programmes courts de fitness pendant leur hospitalisation ou après leur sortie. Si les méta-analyses montrent un effet sur les indices d'incapacité, peu d'entre elles rapportent de tels indices. La condition cardio-respiratoire peut être améliorée par des programmes contenant un entraînement cardio-respiratoire. Bon niveau de preuve sur l'effet de l'entraînement cardio-respiratoire impliquant la marche comme mode d'exercice pendant l'hospitalisation standard. Il peut réduire la dépendance à la marche et améliorer les performances de marche en termes de vitesse et de distance parcourue. Peu de données existent sur le renforcement musculaire. Néanmoins, certaines études laissent entrevoir une amélioration de la force musculaire sans autre preuve à tirer de l'analyse individuelle ou collective des études. Il existe très peu de données sur les résultats relatifs à l'état physique, l'état de santé et la qualité de la vie, et l'humeur. Il n'est pas possible de déterminer l'effet du fitness sur les variables, comme la quantité (« dose ») ou le type d'entraînement. Un ensemble cohérent de résultats confirme l'idée que le bénéfice pourrait être meilleur si le fitness est de forme tâche	L'entraînement cardio-respiratoire par la marche au cours du traitement de l'AVC peut améliorer la vitesse et le périmètre de marche. Il réduit la dépendance. Il n'existe actuellement pas de preuve suffisante pour influencer la pratique, autre que les meilleurs bénéfices du fitness. La mobilité et l'activité physique apparaissent être associées à la rééducation en tâches orientées.	1

Tableau 3. Activité physique et programme d'exercices gymniques (fitness, yoga)						
Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
				orientée. Aucune conclusion ne peut être tirée sur le maintien ou la perte des acquis une fois l'entraînement terminé.		
Mayo et al., 2011 (101)	Exercices physiques au domicile un an après l'AVC.	Entraînement physique type <i>fitness</i> .	ECR en simple aveugle. n = 84 (44 avec cycloergomètre, 40 avec programme d'exercices de 30 min/J suivi par 13 visites du praticien en un an.	Pas de différence significative entre les deux groupes.	Les deux méthodes permettent de maintenir les performances de marche sans les augmenter.	

ECR : essai contrôlé randomisé.
Qol: *Quality of Life*.

2.4 Renforcement musculaire (*muscle strengthening*)

2.4.1 Définition

Le renforcement musculaire intègre l'ensemble des techniques de rééducation qui permettent d'augmenter la force musculaire. L'objectif visé ici est l'amélioration de la trophicité et de la performance musculaires, et non de la commande neuromotrice.

2.4.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Le déficit de force musculaire est l'une des principales conséquences de l'hémiplégie consécutive à un AVC. Le déficit post-AVC se manifeste par l'incapacité de produire un niveau de commande adéquat et en conséquence de force musculaire par défaut d'activation d'unités motrices.

Par ailleurs, l'immobilité peut être pour partie responsable de la perte de force. Elle favorise la sous-utilisation et le déconditionnement à l'effort (aussi bien du côté atteint que du côté non atteint) (102).

Devant l'absence de corrélation entre augmentation de la force musculaire et augmentation de la spasticité (103), le renforcement de la force musculaire, comme moyen d'amélioration de la fonction, est de plus en plus souvent inclus dans les programmes de rééducation de la station debout et de la marche.

Les techniques utilisées ont en commun d'agir sur les propriétés du système musculaire dans le but d'entretenir ou de développer les performances motrices, afin de permettre la reprise partielle ou complète des différentes activités fonctionnelles.

2.4.3 Historique

Le renforcement musculaire n'est pas une technique propre à la rééducation. Elle est employée dans les activités sportives.

Parmi les exercices correcteurs constitués par l'ensemble des méthodes basées sur la correction des troubles orthopédiques et la recherche de la contraction et de la décontraction musculaire (63, 104), le renforcement musculaire a longtemps été rejeté par crainte d'une augmentation des phénomènes spastiques. Il trouve désormais une place importante dans les programmes de rééducation de l'hémiplégie vasculaire comme possibilité d'améliorer la fonction motrice.

2.4.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

Le renforcement progressif des muscles contre résistance est proposé pour les membres inférieurs afin d'améliorer la marche et aux membres supérieurs pour améliorer notamment la force de préhension.

2.4.5 Description technique et variantes

Une ou plusieurs des propositions thérapeutiques suivantes peuvent être utilisées chez les malades présentant une réduction de la force musculaire :

- les exercices contre résistance progressive. À la phase subaiguë, les protocoles les plus récents correspondent à trois à quatre jours par semaine pendant quatre à six semaines avec un temps de séance compris entre 45 et 60 minutes (cf. tableau 4). À la phase chronique, les programmes sont plus variables allant de 4 à 16 semaines, le plus souvent trois fois par semaine avec 30 minutes de temps de séance ;
- la stimulation électrique (105-108) ;
- l'EMG-*Biofeedback* en association à une rééducation conventionnelle (109, 110) ;
- l'isocinétisme est souvent utilisé pour le renforcement musculaire (111-115) : un dynamomètre contrôle la vitesse constante au cours d'un mouvement.

Généralement, les protocoles de renforcement après AVC comprennent un renforcement à vitesse lente (30 à 60%v) ou un travail excentrique qui limitent l'apparition du réflexe d'étirement et donc la survenue de manifestations spastiques.

2.4.6 Facteurs limitants

Cette approche thérapeutique est conditionnée par l'état cardio-vasculaire du patient. Elle doit donc être adaptée à son état physiologique.

2.4.7 Validité scientifique

Il est possible d'améliorer la force musculaire à distance de l'AVC (113). Les exercices contre résistance peuvent être un outil important de la rééducation motrice, dont le but principal est l'amélioration fonctionnelle des sujets hémiparétiques à la phase chronique (116). Mais le bénéfice fonctionnel sur la marche reste controversé (113).

La méta-analyse menée par Ada *et al.* en 2006 (117), portant sur 15 ECR, conclut que les techniques de rééducation cherchant le renforcement musculaire (répétitions d'effort de contraction, *biofeedback*, stimulation électrique fonctionnelle, réactivation musculaire contre résistance progressive et pratique mentale) augmentent la force du muscle sans faire apparaître ni renforcer la spasticité (cf. tableau 4).

Des résultats identiques ont été obtenus par Harris et Eng dans une méta-analyse portant sur 13 ECR (n = 517) et s'intéressant plus particulièrement à la force du membre supérieur (118). Pak et Patten retrouvent que la force et la fonction du membre supérieur étaient améliorées sans créer d'effets indésirables (spasticité ou douleurs) (119).

Les recommandations canadiennes pour la rééducation post-AVC (35) indiquent que les programmes de rééducation avec augmentation de la force n'ont pas montré d'efficacité sur la réalisation des actes de la vie quotidienne ni sur l'augmentation de la vitesse ou du périmètre de marche. Pour le membre supérieur, les auteurs précisent qu'un fort niveau de preuve existe quant à l'amélioration de la force de préhension, mais toutes les études sont de faible puissance (maximum 40 sujets), relativement anciennes (antérieures à 2003) et de faible niveau méthodologique (score PEDro < 6/10). Globalement, les conclusions de ces recommandations sur le renforcement sont l'existence de résultats contradictoires ou l'absence d'effet fonctionnel du renforcement musculaire des membres supérieur et inférieur. Dans toutes les études, la force isocinétique s'accroît de manière significative et le tonus musculaire est significativement plus bas après cette forme de rééducation.

À la phase subaiguë, les résultats des études sont contradictoires et il ne peut être démontré d'amélioration fonctionnelle plus importante après renforcement musculaire. Certaines améliorations de la force musculaire sont observées. Des études complémentaires sont nécessaires.

2.4.8 Recommandations

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt du renforcement musculaire à la phase subaiguë de l'AVC.

Le renforcement musculaire est recommandé pour améliorer la force musculaire à la phase chronique de l'AVC (grade C), mais il ne permet pas d'améliorer la vitesse et le périmètre de marche.

Le renforcement musculaire après AVC ne renforce pas la spasticité (grade B).

Des études complémentaires doivent être réalisées pour préciser l'impact fonctionnel du renforcement musculaire aux phases aiguë et chronique.

Tableau 4. Renforcement musculaire					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Ada et al., 2006 (117)	Renforcement musculaire, EMG- <i>Biofeedback</i> , stimulations électriques, rééducation contre résistance progressive.	Méta-analyse. 21 ECR. n = 768.	Le renforcement musculaire augmente la force et l'activité musculaire aux phases aiguë et chronique sans augmenter la spasticité.	Le renforcement musculaire doit être inclus dans les programmes de rééducation après AVC.	1
Bohannon, 2007 (120)	Entraînement musculaire.	Revue systématique de la littérature. 12 ECC. (5 ECR). n = 231.	Fondé sur les résultats théoriques et statistiques, il est vraisemblable que le renforcement musculaire améliore la force musculaire comme les activités fonctionnelles.	Le renforcement musculaire a une action positive, mais il est à utiliser avec réserve.	1
Pak et Patten, 2008 (119)	Renforcement musculaire.	Revue systématique de la littérature. 11 ECC. (8 ECR, 3 études de cas). n = 322.	Met en évidence que la rééducation contre résistance augmente la force musculaire, améliore la vitesse de marche, le résultat fonctionnel et la QoL.	Il existe des preuves suffisantes pour recommander un changement de la pratique clinique à la période de récupération. Le renforcement positif peut augmenter la force et l'amélioration fonctionnelle, et potentiellement la qualité de vie sans augmenter la spasticité.	1
Aparecida Silva	Exercices contre	Revue systématique de la littérature. n = 14	57,14 % des études utilisent des exercices concentriques en association	Les exercices contre résistance	1

Tableau 4. Renforcement musculaire					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Borges et al., 2009 (116)	résistance.	(5 ECR). 318	ou pas avec des exercices excentriques et/ou isométriques (61,54 % font réaliser des séries de 3 X 10 exercices), 71,42 % des exercices portent sur l'extension du genou. Les exercices contre résistance peuvent être un outil important de la rééducation motrice, dont le but principal est l'amélioration fonctionnelle des sujets hémiparétiques à la phase chronique.	n'augmentent pas le tonus dans le groupe expérimental. Ils montrent un effet bénéfique sur la spasticité.	
Dean et al., 2007 (121)	Renforcement et tâches orientées sur le transfert assis-debout et la marche.	12 AVC chroniques randomisés en deux groupes ont pratiqué pendant quatre semaines, 3 j/7 des séances d'exercices d'1 h : - I : des membres inférieurs avec renforcement et activités fonctionnelles incluant la marche ; - C : des membres supérieurs. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et juste après et deux mois après intervention : test des 10 m, test des 6 min, force verticale de réaction au sol lors du transfert assis-debout et test des escaliers.	Pour toutes les variables cliniques mesurées, l'augmentation de performance entre les deux groupes est significative en faveur du groupe I (le groupe C ayant très peu de variation), tant après intervention qu'à distance.	Cette étude ne distingue pas l'effet du renforcement et du travail orienté sur la tâche. Le petit nombre de sujets, le nombre de perdus de vue (3 sur 12) ne permettent pas de conclusion générale, mais une indication sur la possible efficacité du renforcement associé à un travail orienté sur la tâche.	2
Kim et al., 2001 (111)	Renforcement isocinétique.	20 AVC chroniques randomisés en deux groupes : - I : renforcement concentrique maximum à 60% (si impossible 30%) par session de 10 essais répétés trois fois pour la hanche, le genou et la cheville ; - C : mobilisation passive trois fois par semaine pendant 45 min pendant six semaines. Les critères mesurés sont la vitesse spontanée et	L'augmentation de la force sur le membre parétique est tout juste significative (I : 507 ± 509 vs C : 142 ± 193 p = 0,06). Aucune autre différence significative n'a été observée entre les deux groupes.	Cette étude ne montre pas d'amélioration de la force motrice après un programme de renforcement chez des AVC chroniques ni d'amélioration	2

Tableau 4. Renforcement musculaire					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		maximale de marche, le nombre maximum de marches montées en 1 min (test des escaliers), le score d'Ashworth, la SF-36.		fonctionnelle secondaire.	
Moreland et al., 2003 (122)	Renforcement des membres inférieurs par masses, exercices ou système mécanique (cheville).	133 AVC subaigus randomisés en deux groupes : - I : renforcement par exercices de résistance croissante 30 min 3 fois par semaine, pendant quatre semaines ; - C : mêmes exercices sans résistance. Les critères mesurés sont le <i>Chedoke-McMaster Stroke Assessment</i> , le <i>Wolf Motor Function Test</i> , l'échelle modifiée d'Ashworth, le test de marche de 2 min à quatre semaines (fin de traitement), puis à six mois.	Aucune différence significative entre les deux groupes quelle que soit la variable.	Cette étude ne retrouve pas d'effet fonctionnel du renforcement musculaire après AVC à la phase subaiguë.	2
Carr et Jones, 2003 (112)	Renforcement concentrique des membres.	40 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes : - I : renforcement avec huit exercices pour les membres supérieurs et inférieurs (deux séries, chaque exercice est répété 10 fois) et réentraînement à l'effort (durée inconnue) ; - C : réentraînement à l'effort. Chaque séance dure 20 min 3 fois par semaine pendant 16 semaines. Le temps de la séance augmente de 10 min toutes les cinq semaines pour le groupe C et la charge de 5 % pour le groupe I. Les critères suivants ont été mesurés avant et après intervention : VO ² max, pic de force des fléchisseurs, extenseurs des genoux et des coudes sur machine isocinétique, taux de HDL cholestérol.	Pour les deux groupes, le pic de force en flexion des genoux augmente significativement, mais pas le pic en extension. La VO ² max augmente significativement uniquement dans le groupe I. Le taux de HDL cholestérol ne varie pas dans les deux groupes et le taux de cholestérol diminue très significativement dans le groupe I, sans varier dans le groupe C.	La comparaison des groupes à l'inclusion dans l'étude n'étant pas faite, l'interprétation de cette étude est impossible.	2
Ouellette et al., 2004 (123)	Renforcement par <i>leg press</i> et résistance pneumatique	42 AVC chroniques randomisés en deux groupes : I : renforcement avec cinq exercices. Chaque exercice est fait une fois à résistance maximale, puis 8 à 10 répétitions à 70 % de la résistance maximale 3 fois	Les variables de force montrent une augmentation significative de la force sans aucune augmentation de la performance motrice.	Le renforcement intensif après un AVC peu invalidant est réalisable. Il améliore la	2

Tableau 4. Renforcement musculaire					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
	progressive.	de suite. La résistance est ajustée chaque semaine. Sont mesurés à 12 semaines (fin de traitement) la force de flexion et d'extension du genou et de la cheville, le test de 6 min de marche, la vitesse spontanée et maximale de marche, la capacité à se mettre debout, la montée de marches, le <i>Late Life Function and Disability Instrument</i> .		force, mais pas la fonction après AVC chronique.	
Yang et al., 2006 (124)	Renforcement progressif par tâches successives.	48 AVC chroniques randomisés en deux groupes : - I : programme de renforcement 30 min 3 j/sem pendant quatre semaines avec des exercices successifs de renforcement fonctionnel ; - C : aucune intervention. Les critères sont : la force mesurée aux membres inférieurs, la vitesse de marche, le test des 6 min, le test de l'escalier, le <i>Timed Up and Go Test</i> à la fin des quatre semaines.	Toutes les variables mesurées montrent une augmentation significative dans le groupe I, sauf pour le test de l'escalier. Une stagnation ou diminution de la performance est observée pour le groupe C. Le test des 6 min passe de 352 m en moyenne à 393 m.	Le renforcement progressif améliore les performances de marche après un AVC ancien.	2
Mead et al., 2007 (125)	Renforcement global.	66 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes : - I : renforcement des membres supérieurs et inférieurs avec une augmentation progressive du nombre de répétitions de chaque exercice de 4 à 10 fois ; - C : relaxation avec une augmentation de 20 à 49 min 3 j/sem pendant 12 semaines. Les critères mesurés à trois (fin de traitement) et sept mois ont été les suivants : la mesure d'indépendance fonctionnelle, le <i>Nottingham Extended ADL</i> , le <i>Rivermead Motor Index</i> , la SF-36, la puissance d'extension des quadriceps, la vitesse de marche, le <i>Timed Up and Go Test</i> , la mesure temporelle de la manœuvre assis-debout, l'économie de la marche (VO ²).	De nombreuses variables augmentent significativement dans le groupe I à trois mois, mais seule la puissance d'extension reste améliorée à sept mois. À trois mois, le sous-score physique de la SF-36, le <i>Timed Up and Go Test</i> et l'économie de la marche ont significativement plus progressé dans le groupe I. À sept mois, seul le sous-score physique de la SF-36 reste significativement plus amélioré dans le groupe I. Toutefois, le groupe C montre une amélioration de la vitesse de marche, du sous-score santé mentale de la SF-36 et une augmentation de la	Une amélioration de certains items de la qualité de vie et de la qualité de la marche semble possible après réentraînement de façon plus sensible qu'un exercice de relaxation, mais la plupart de ces améliorations ne sont pas pérennes. Les modifications constatées dans le groupe relaxation	2

Tableau 4. Renforcement musculaire					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			puissance d'extension de la jambe saine.	semblent plus pérennes.	
Bale et Strand, 2008 (126)	Renforcement	18 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes traités 50 min 5 j/7 pendant quatre semaines : - I : trois jours par semaine, renforcement des membres inférieurs ; deux jours par semaine, travail des activités de la vie quotidienne et des membres supérieurs ; - C : entraînement selon la technique de Bobath. Les critères évalués ont été : la capacité d'appui sur le membre inférieur hémiplegique (critère principal), la force par la charge maximale supportée et un test isométrique, la vitesse de marche sur 8 m, le <i>Motor Assessment Scale</i> .	Si une tendance à l'amélioration plus importante de l'appui sur le membre inférieur gauche est observée dans le groupe I, elle n'est pas significative. Une amélioration significative est observée dans sept des neuf variables mesurées dans le groupe I, pour trois seulement dans le groupe C.	Cette étude observe sur un petit nombre de patients une tendance à une amélioration plus importante après renforcement musculaire qu'après une technique neurodéveloppementale. Cette tendance n'est pas significative.	2
Page et al., 2008 (127)	Renforcement avec le <i>NuStep</i> .	7 AVC chroniques ont été randomisés en <i>cross-over</i> en deux séries de traitement de huit semaines, 3 j/7 pendant 30 min : - I : utilisation du <i>NuStep</i> (mouvements réciproques des membres supérieurs et inférieurs contre résistance progressive) ; - C : programme d'entraînement à domicile. Les variables mesurées ont été l'échelle d'équilibre de Berg et le score de Fugl Meyer.	Aucune amélioration n'est notée dans le groupe C, alors qu'une tendance à l'amélioration est observée dans le groupe I.	Le petit nombre de sujets ne permet pas de conclure sur cette étude qui ne retrouve pas d'amélioration avec un renforcement avec le dispositif <i>NuStep</i> .	2
Flansbjer et al., 2008 (113)	Rééducation contre résistance progressive au niveau du genou.	24 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes : - I (n = 15) : renforcement progressif 2 j/7 pendant 10 semaines ; - C (n = 9) : continuent leurs activités de la vie quotidienne. Les critères mesurés ont été les suivants : la force isocinétique et dynamique, le <i>Timed Up and Go Test</i> , le test des 10 m à vitesse maximale et le test des 6 min, la	La force dynamique et isocinétique s'accroît de manière significative dans le groupe I et se maintient à cinq mois. Le tonus musculaire est significativement plus bas dans le groupe I. Les résultats se maintiennent au cours du suivi. À cinq mois, le <i>Timed Up and Go Test</i> est significativement plus amélioré dans	Cette étude montre qu'une amélioration de la force motrice est possible après AVC chronique et qu'elle se maintient à cinq mois.	2

Tableau 4. Renforcement musculaire					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		<i>Stroke Impact Scale</i> après intervention et au 5 ^{ème} mois après le traitement.	le groupe I, mais cette amélioration n'est pas constatée juste après intervention.		
Lee et al., 2010 (114)	Renforcement progressif.	52 AVC chroniques ont été randomisés en quatre groupes pendant 30 séances d'environ 30 min réparties sur 10 à 12 semaines (trois par semaine) : - I1 : renforcement sur machine à résistance pneumatique de cinq groupes musculaires des membres inférieurs ajusté sur la résistance maximale ; - I2 : pédalage isocinétique ajusté sur la fréquence cardiaque maximale ; - C1 : faux renforcement sur machine ; - C2 : pédalage sans résistance. Les critères mesurés avant et après intervention sont la force maximale, la puissance maximale et l'endurance avant, chaque semaine et après entraînement.	L'augmentation de la force, de l'endurance et de la puissance est significativement plus importante dans le groupe I1, comparativement à tous les autres groupes qui ne présentent pas d'augmentation des paramètres mesurés de force.	Cette étude montre que la force motrice augmente sous l'effet d'un renforcement spécifique par résistance pneumatique progressivement augmentée en fonction de la résistance maximale, sans augmentation avec un pédalage isocinétique.	2
Outermans et al., 2010 (128)	Entraînement par activités en circuit de 2,5 min par activité.	44 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes pendant quatre semaines, trois fois par semaine avec une prise en charge commune de fond de 30 min/j de kinésithérapie : - I : 45 min de circuit de 10 activités centrées sur la locomotion et le renforcement musculaire ; - C : même durée de rééducation, mais aucun renforcement dans les 10 activités et 10 min de jeu de balle. Les paramètres suivants ont été enregistrés avant et juste après le programme : test de 10 m de marche et test des 6 min, échelle d'équilibre de Berg.	Le groupe I montre une augmentation de performance de la marche significativement plus importante que le groupe C, sans différence sur l'échelle de Berg.	Cette étude montre que le renforcement par activités courtes standardisées et répétées peut apporter une amélioration à court terme des performances de marche à la phase aiguë d'un AVC.	2
Cooke et al., 2010 (115)	Renforcement fonctionnel.	109 AVC subaigus ont été randomisés en trois groupes pratiquant leur rééducation standard et pendant six semaines 4 j/7 pour les groupes : - C : 0 min supplémentaire de kinésithérapie ;	L'augmentation d'activité est significativement plus importante uniquement pour le groupe I1. Même si elle augmente très sensiblement par	Cette étude montre que l'adjonction d'un renforcement pendant des activités	2

Tableau 4. Renforcement musculaire					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		- I1 : 1 h maximum de kinésithérapie supplémentaire dédiée aux membres inférieurs ; - I2 : 1 h maximum de kinésithérapie supplémentaire avec renforcement spécifique des membres inférieurs au cours de tâches fonctionnelles. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, à 6 et à 12 semaines après inclusion : la vitesse de marche, le <i>Rivermead Mobility Assessment</i> , le pic de couple isocinétique du genou parétique.	rapport au groupe C, la mobilité n'est pas significativement différente dans le groupe I2. Aucune différence entre les groupes n'est observée à 12 semaines.	fonctionnelles augmente de façon non significative les performances de la marche à la phase subaiguë d'un AVC.	
Donaldson et al., 2009 (129)	Renforcement fonctionnel.	30 AVC subaigus ont été randomisés en trois groupes pratiquant leur rééducation standard et pendant six semaines 4 j/7 pour les groupes : - C : 0 min supplémentaire de kinésithérapie ; - I1 : 1 h maximum de traitement supplémentaire pour les membres supérieurs ; - I2 : 1 h maximum de kinésithérapie supplémentaire avec renforcement spécifique des membres supérieurs au cours de tâches fonctionnelles. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, à 6 et à 12 semaines après inclusion : l' <i>Action Research Arm Test</i> (ARA), le test des 9 chevilles, la force mesurée sur la saisie grossière, la pince pouce-index et la flexion-extension du coude.	L'augmentation de l'ARA a été de 8 pour I1, 19,5 pour I2 et 11,5 pour C. Mais l'analyse statistique ne retrouve pas d'effet significatif pour le groupe. La même tendance est observée pour le test des 9 chevilles.	Cette étude montre qu'un renforcement spécifique fonctionnel du membre supérieur ne permet pas d'observer sur un groupe de 30 AVC subaigus une différence significative sur les scores de performance du membre supérieur. Elle constitue toutefois un encouragement pour des études plus larges.	2

ADL: *Activities of Daily Living*.

ECC : essai clinique comparatif.

ECR : essai contrôlé randomisé.

QoL: *Quality of Life*.

VO²max : consommation maximale d'oxygène.

2.5 Rééducation intensive

2.5.1 Définition

La rééducation intensive consiste à réaliser une activité ciblée de rééducation avec un nombre élevé (non prédéfini) de répétitions ou dans des conditions qui en augmentent la charge en comparaison avec l'intensité habituellement proposée.

Il n'existe pas de définition précise unanime de la notion d'intensité. Elle peut consister soit en une augmentation du temps de rééducation sans que l'aspect spécifique soit considéré, soit en une augmentation du nombre de mouvements réalisés (marche, saisie ou pointage du membre supérieur, etc.).

La rééducation intensive est donc aussi fortement liée dans la littérature à la répétition d'une même tâche et donc à la rééducation orientée vers la tâche.

2.5.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

L'augmentation du temps de rééducation repose sur un double principe : la répétition de la tâche favorise la plasticité cérébrale, tel que l'ont montré Nudo *et al.* (30), l'apprentissage d'une tâche nécessite du temps et de nombreuses répétitions.

2.5.3 Objectifs, indications et critères d'évaluation

Les objectifs de la rééducation intensive sont directement liés à ses principes avec pour finalité l'apprentissage moteur optimum. Les critères d'évaluation sont multiples en fonction de l'objectif visé.

2.5.4 Description technique et variantes

Cette intensité peut être supportée par des modalités différentes de rééducation à domicile, en hôpital de jour ou en hospitalisation complète.

2.5.5 Facteurs limitants

Peuvent être distinguées deux limites principales à l'augmentation d'intensité de la rééducation. La première est financière : le temps humain de thérapeute coûte cher et ne peut être multiplié sans limite. La seconde est organisationnelle : augmenter le temps de rééducation supposerait d'accueillir plus de sujets en même temps sur les mêmes structures. Cette dernière limite est en partie à l'origine de la promotion de certains programmes de rééducation à domicile.

La quantification de la charge de travail hebdomadaire est à définir afin de prévenir une stimulation inadaptée. Il s'agit de déterminer le coût cardiaque et la perception d'effort pour chaque activité afin d'obtenir une charge de travail correspondant aux capacités du patient. Il n'existe pas de données dose/effet permettant d'affirmer l'absence d'effets indésirables.

2.5.6 Validité scientifique

Les recommandations canadiennes (35) indiquent que les programmes de rééducation en hospitalisation complète comparés aux prises en charge ambulatoires augmentent le nombre d'objectifs atteints à la phase subaiguë de l'AVC. Mais ces programmes n'ont pas démontré leur efficacité à long terme. De même, la stimulation intensive de la motricité (toutes méthodes confondues) améliore les résultats fonctionnels. Cela est particulièrement démontré pour la marche (cf. tableaux 4, 5, 17, 18). Mais le maintien des résultats à l'arrêt du traitement n'est pas démontré (35).

Pour le membre supérieur, il existe un faible niveau de preuve de l'efficacité de l'augmentation du temps de rééducation sur la fonction (35). Les études de bonne qualité méthodologique (cf. tableau 5) montrent des résultats contradictoires : Harris *et al.* (130) observent une amélioration du *Chedoke Arm and Hand Activity Inventory* (CAHAI – score

fonctionnel du membre supérieur) sur 103 patients, alors que Rodgers *et al.* (131), sur 123 patients, ne montrent aucune différence entre les groupes traité et contrôle sur l'*Action Research Arm Test*.

À la phase chronique, une amélioration fonctionnelle du membre supérieur (*Wolf Motor Function Test*) et du score moteur (Fugl Meyer) est observée sur 63 patients (132).

La récente méta-analyse de Peiris *et al.* (16 ECR et 1 699 patients AVC), montre qu'aux phases aiguë et subaiguë, l'intensification de la rééducation par rapport à la rééducation standard réduit la durée de séjour, améliore la mobilité (test des 6 min, vitesse de marche, score de mobilité), l'activité (mesure d'indépendance fonctionnelle, indice de Barthel, scores fonctionnels comme l'échelle d'équilibre de Berg, le *Timed Up and Go Test* ou l'*Activity Index*) et la qualité de vie (133). Malgré l'hétérogénéité des critères de jugement dans les études, elle constitue une des premières véritables méta-analyses dans ce domaine.

► À la phase subaiguë

- Pour le membre supérieur, l'étude de Harris *et al.* (130), qui augmente le temps de rééducation (auto-rééducation à domicile) de trois heures par semaine, montre une amélioration motrice et fonctionnelle après la phase initiale de rééducation à la phase aiguë. Les autres études (131, 134-137) (cf. tableau 5) ne retrouvent pas d'amélioration après administration d'un temps modéré de rééducation supplémentaire (30 min ou moins par jour ouvré). On peut donc estimer que trois heures supplémentaires hebdomadaires de rééducation seraient efficaces.
- Pour le membre inférieur, les études de Partridge *et al.* (134) et de Kwakkel *et al.* (135) ne montrent pas d'influence de l'augmentation faible du temps de rééducation à la phase subaiguë. Pour Duncan *et al.* (138), l'augmentation au-delà de 4 h30 par semaine semble montrer une amélioration fonctionnelle. Ainsi, comme pour le membre supérieur, l'augmentation du temps nécessaire de rééducation pour améliorer la marche et l'équilibre se situe au-dessus de trois heures par semaine. Les études les plus récentes n'apportent pas d'élément nouveau et l'augmentation du temps de rééducation à moyen terme dans les suites d'une prise en charge initiale en hospitalisation ne semble pas plus sensible à l'augmentation du temps que les études faites à une phase plus précoce.

► À la phase chronique

- Les données sont beaucoup plus parcellaires pour le membre supérieur. L'étude de Green *et al.* (139), non spécifique au membre supérieur, ne trouve aucune amélioration, alors que l'étude de Pang *et al.* (132) montre une amélioration pour un long programme de 19 semaines 3 h/sem uniquement à la fin du traitement.
- Au membre inférieur, l'augmentation faible du temps a le même effet, mais les programmes structurés d'entraînement à la marche ou les programmes d'activités structurées semblent avoir une efficacité sur la performance de marche à court et à moyen terme. En fait, de très nombreuses modalités de rééducation sont fondées sur l'intensité de pratique d'une activité donnée. La marche est certainement l'exemple le plus marquant avec l'apparition de dispositifs d'entraînement à la marche comme les tapis roulants (cf. tableau 18) ou les dispositifs assistant la marche par des systèmes électromécaniques (cf. tableau 17). De même, au membre supérieur, les thérapies par contrainte du membre supérieur sain (cf. tableau 21) et de rééducation par assistance robotisée (cf. tableau 21) sont fortement liées à la répétition de tâches probablement plus variées, mais toujours en grand nombre d'itérations.

2.5.7 Recommandations

À la phase chronique, le temps d'exercices a un impact favorable sur les performances de la marche (grade B). Il est recommandé d'inclure l'effet temps comme une composante importante de la récupération motrice.

L'état actuel des connaissances ne permet cependant pas de quantifier le temps supplémentaire nécessaire pour obtenir une augmentation des performances de déambulation.

Tableau 5. Rééducation intensive, augmentation du temps de rééducation					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Kwakkel et al., 2004 (140)	Effet de l'augmentation du temps de rééducation sur les activités de la vie journalière (AVJ), marche et dextérité.	Méta-analyse. 20 ECC. n = 2 686. I = 1 515. C = 1 171.	Les résultats suggèrent qu'il faut au moins 16 heures de différence de temps de rééducation entre le groupe expérimental et le groupe contrôle après un AVC pour obtenir une différence pour les AVJ, mais également concernant la vitesse de marche. Pas d'effet de l'augmentation du temps de rééducation sur la dextérité.	Au moins 16 heures supplémentaires de rééducation sur six mois.	1
Galvin et al., 2008 (141)	Effet de l'augmentation du temps de rééducation.	Méta-analyse. 20 ECR. I = 1 039. C = 965.	Entre 900 et 1 200 minutes supplémentaires de rééducation durant quatre à six semaines (le chiffre n'est pas clair, les études varient de 270 à 2 500 minutes), soit par semaine : de 54 à 600 minutes supplémentaires de rééducation. Temps de rééducation des groupes contrôles non précisé (pas indiqué). Un léger effet positif sur les AVJ (<i>Barthel Index</i>) qui se maintient au-delà de six mois. En revanche, pas de différence significative démontrée sur les mesures au niveau du MS et du MI. Les études montrent que les résultats positifs obtenus ne se maintiennent pas si la rééducation supplémentaire n'est pas poursuivie.	Le supplément d'activité pour une rééducation focalisée au niveau du MI a un effet favorable sur le déficit et la vitesse de marche.	1
Partridge et al., 2000 (134)	Bobath.	114 AVC subaigus (pas de description précise) randomisés en deux groupes : - G1 : rééducation de type Bobath pendant 30 min par jour pendant six semaines ; - G2 : 60 min. Le critère principal d'évaluation est une	Aucune différence n'est observée entre les groupes, tant à six semaines qu'à six mois.	Cette étude semble indiquer que l'augmentation d'intensité faible d'un traitement physique « classique » n'a pas de conséquences sur le niveau de récupération motrice.	2

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		échelle semi-quantitative POR (<i>Profile of Recovery</i>) qui consiste en 12 items décrivant des mouvements de base (non fonctionnels) à la fin du traitement (six semaines) et à six mois.			
Pohl et al., 2002 (142)	Entraînement de la marche.	60 AVC subaigus randomisés en trois groupes égaux : - G1 : rééducation de la marche conventionnelle ; - G2 : tapis roulant (TR) avec 20 % d'augmentation de la vitesse sur la période - G3 : TR avec réglage initial de la vitesse maximale supportée et augmentation de la vitesse de 10 % à chaque fois que la vitesse max supportée était maintenue 10 sec sans déséquilibre. 12 séances sont réalisées sur quatre semaines. L'évaluation est faite sur la vitesse maximale confortable de marche, la cadence, la longueur du pas et la FAC (<i>Functional Ambulation Categories</i>).	À la fin du traitement, l'augmentation de vitesse de marche est de + 0,31 m/s pour G1, + 0,56 m/s pour G2 et + 1,01 m/s pour G3 avec une augmentation de la longueur du pas de respectivement 10, 15 et 30 cm en moyenne ($p < 0,01$ pour toutes les mesures). La FAC augmente en moyenne de 0,3 ; 0,9 et 1,3 respectivement.	Au-delà de limites méthodologiques, dont l'absence de critère principal et la puissance non calculée de l'étude, celle-ci montre l'application possible de règles communes à l'entraînement sportif pour augmenter la performance de marche en rééducation. L'absence de suivi après la fin de l'entraînement limite les conclusions possibles.	2
Sullivan et al., 2002 (143)	Marche avec support partiel du poids (SPP).	24 AVC chroniques (> 6 mois de l'AVC) capables de marcher 10 m randomisés en trois groupes égaux : - G1 : vitesse de marche lente à 0,22 m/s ; - G2 : vitesse de marche rapide 0,89 m/s ; - G3 vitesses variables selon quatre vitesses : 0,22 ; 0,45 ; 0,67 ; 0,89 m/s.	À la fin du traitement, G1 augmente sa vitesse moyenne de + 0,06 m/s, G2 de + 0,07 m/s et G3 de + 0,15 m/s ($p < 0,05$ pour chaque groupe). Tous les groupes augmentent leur vitesse de marche de 10 % pendant le mois suivant, puis aucune différence significative n'est notée à trois mois. La taille de l'effet est importante entre la vitesse rapide et les deux autres modalités.	Cette étude montre qu'une amélioration de la vitesse de marche est possible chez les AVC chroniques et que l'intensité du traitement semble être un élément discriminant de l'ampleur du résultat.	2

Tableau 5. Rééducation intensive, augmentation du temps de rééducation					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		Le SPP est adapté à l'évolution et à l'impératif de respect de la vitesse de marche. 12 séances sont réalisées sur quatre à cinq semaines. L'évaluation est faite à la fin du traitement, un mois et trois mois plus tard sur la vitesse confortable de marche.			
Green et al., 2002 (139)	Rééducation ambulatoire.	170 AVC chroniques (> 1 an) randomisés en deux groupes : - G1 : rééducation ambulatoire entre 3 et 13 rendez-vous ; - G2 : pas d'intervention. Le critère principal d'évaluation est le <i>Rivermead Mobility Index</i> et les critères secondaires sont la vitesse de marche et l'index de Barthel à trois, six et neuf mois.	Aucune différence significative entre les deux groupes n'est observée sur le critère principal, mais une différence est observée après normalisation sur la vitesse de marche. L'effet de taille du traitement est de 2,6 m/min à trois mois, mais disparaît à six et neuf mois.	Cette étude confirme qu'une intensité faible (non décrite dans cette étude) de traitement de kinésithérapie n'a pas d'effets cliniquement pertinents sur la mobilité, la vitesse de marche et l'autonomie de patients autonomes à la marche à plus d'un an d'un AVC.	2
Kwakkel et al., 2002 (135)	Rééducation orientée vers la tâche.	101 AVC subaigus (7,2 jours) incapables de marcher à l'inclusion, randomisés en trois groupes : - G1 : rééducation 20 semaines avec 30 min de travail spécifique supplémentaires du membre supérieur (MS) + 30 min habituelles MS + MI ; - G2 : 30 min spécifiques pour le membre inférieur (MI) + 30 min MS + MI ; - G3 : 30 min MS + MI et 3 min d'immobilisation par orthèse gonflable. Les critères principaux d'évaluation sont l'index de Barthel, la FAC (<i>Functional Ambulation Categories</i>) et le test ARA	Les différences sont d'environ 2 200 minutes de traitement supplémentaire dans G1 et G2 par rapport à G3. Aucune différence significative entre les groupes, quelles que soient les variables étudiées, n'est observée.	Sous réserve des limites méthodologiques, si l'on considère la moyenne de traitement supplémentaire par jour ouvré, cette étude confirme qu'une faible augmentation du temps de travail quotidien à la phase subaiguë (20 min/j) n'apporte pas de bénéfice durable au patient et très peu de bénéfice à court terme.	2

Tableau 5. Rééducation intensive, augmentation du temps de rééducation					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		(<i>Action Research Arm</i>) et les variables secondaires : la vitesse maximale de marche sur 10 m et le <i>Nottingham Health Profile</i> à trois, six et neuf mois.			
Rodgers et al., 2003 (131)	Rééducation du membre supérieur.	123 AVC subaigus (5 j) incapables de marcher à l'inclusion, randomisés en deux groupes : - G1 : rééducation standard ; - G2 : 30 min supplémentaires de travail du membre supérieur. Le critère principal est le test ARA (<i>Action Research Arm</i>) à trois mois.	Les patients de G1 ont eu 35 min/j ouvré de traitement en moyenne et ceux du G2 50 min. G1 et G2 ont le même nombre de jours traités (31 vs 36). Aucune différence entre les deux groupes n'a été observée sur l'ARA. Les patients ayant un ARA non nul à l'inclusion ont plutôt une dégradation de leur performance (non significative).	Cet article confirme qu'un temps limité d'augmentation du temps, même focalisé sur le membre supérieur n'apporte pas de bénéfice substantiel après AVC à la phase subaiguë. Mais le nombre prévu pour obtenir une différence significative n'a pas été atteint (144).	2
Duncan et al., 2003 (138)	Rééducation structurée à domicile de la force, de l'équilibre et de l'endurance.	100 AVC subaigus randomisés en deux groupes : - G1 : traitement standard ; - G2 : programme structuré (36 séances de 90 min sur 12 semaines de rééducation à domicile, surveillée par un thérapeute). Mesures du pic de force de la cheville et du genou, du score de Fugl-Meyer du membre supérieur, du test de Berg, du <i>Wolf Motor Function Test</i> , de la vitesse de marche.	54 % des patients de G1 ont reçu en moyenne 19 séances de rééducation de 45 min de kinésithérapie ou d'ergothérapie à domicile ou en rééducation externe pour 44 sujets (/48). 46 % n'ont eu aucun traitement de rééducation prescrit. Sur l'ensemble des mesures, le G2 présente un résultat statistiquement significativement meilleur que pour G1. L'augmentation de distance de marche entre 0 et 3 mois, mesurée sur le test des 6 min, est de 33 m pour G1 et 61 m pour G2. Le test de Berg progresse de 1,7 pour G1 et 4,36 pour G2. Le score de Fugl-Meyer progresse de 4,04 pour G1 et 4,48 pour G2, mais avec une différence moyenne de 0,85 après ajustement de la ligne de base.	Cette étude confirme qu'un programme structuré de rééducation améliore principalement la fonction d'équilibre et de marche des patients traités. Le groupe contrôle n'a toutefois pas une grande homogénéité de traitement et le résultat n'a été mesuré qu'à la fin du traitement sans rechercher l'effet à distance.	2

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Glasgow Augmented Physiotherapy Study group, 2004 (136)	Rééducation non spécifique.	70 AVC subaigus randomisés en deux groupes : - G1 : traitement standard en hospitalisation ; - G2 : double du traitement standard. Les variables mesurées sont la vitesse de marche, le <i>Rivermead Mobility Index</i> , la vitesse maximale de marche (10 m), la capacité à se lever, marcher, monter des marches, le score de Barthel, le <i>Nottingham Extended ADL score</i> , à un, trois et six mois de la randomisation.	G1 a reçu en moyenne 35 min par jour et G2 61 min avec au total 21 h pour G1 et 34 h pour G2. Aucune différence statistiquement significative entre les groupes.	Cette étude confirme que l'augmentation modérée du temps (+ 26 min) à la phase subaiguë n'améliore pas les capacités fonctionnelles des patients après un AVC.	2
Yang et al., 2006 (124)	Parcours d'exercices.	48 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes : - I : programme d'entraînement locomoteur 30 min trois fois par semaine pendant trois semaines ; - C : pas de traitement. Les paramètres suivants ont été mesurés : force musculaire des fléchisseurs extenseurs de hanches, genoux, chevilles, test des 6 min, paramètres spatio-temporels de la marche, <i>Step Test</i> et <i>Timed Up and Go Test</i> .	Une amélioration significative et fonctionnelle est observée pour toutes les variables dans le groupe I, sans variation observée pour le groupe C.	La pratique d'un entraînement structuré d'exercices locomoteurs à la phase chronique d'un AVC augmente la performance de marche.	2
Pang et al., 2006 (132)	Rééducation du membre supérieur à domicile.	63 AVC chroniques randomisés en deux groupes : - G1 : programme spécifique de 19 semaines de rééducation du membre supérieur 1 h, trois fois par semaine ; - G2 : programme de rééducation des	L'analyse multivariée montre une différence significative entre les deux groupes. Les tâches fonctionnelles du WMFT augmentent de 0,2 point dans le G1 et de 0,3 point pour les tâches 8 à 15 pour G2, alors qu'aucune modification n'est notée pour G1. Le score de Fugl-Meyer	Cette étude semble indiquer qu'un programme structuré de rééducation à domicile après AVC chronique semble améliorer le score moteur du membre supérieur des	2

Tableau 5. Rééducation intensive, augmentation du temps de rééducation					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		membres inférieurs. Les variables mesurées à la fin du traitement sont le <i>Wolf Motor Function Test</i> (WMFT), le score du membre supérieur de Fugl Meyer, la force du <i>grip</i> par dynamomètre, le <i>Motor Activity Log</i> .	augmente en moyenne de 1,2 point pour G1 et 4,9 points pour G2.	patients sans changement fonctionnel très important. Par ailleurs, aucun effet de rétention du bénéfice du traitement n'a été évalué.	
Langhammer et al., 2007 (144)	Programme structuré de renforcement et d'endurance après la rééducation institutionnelle.	75 AVC subaigus ont le même protocole de rééducation à la phase initiale d'hospitalisation puis après leur sortie, sont randomisés en deux groupes : - G1 : suivi pendant un an selon leurs besoins ; - G2 : quatre périodes de rééducation intensive consistant en au moins 20 h de rééducation pendant un mois tous les trois mois. Les variables mesurées furent le <i>Motor Assessment Scale</i> , le score de Barthel, la force de préhension.	La durée d'hospitalisation initiale était significativement différente entre les deux groupes (16 j pour G1 et 23 j pour G2) et les progrès à la phase initiale ont été plus importants pour G2 (+ 2,4 points sur le MAS pour G1 et + 7,5 pour G2). Aucune différence significative n'a été observée entre les deux groupes sur aucune des variables après la phase de rééducation initiale. Mais l'intensité de la rééducation après la phase initiale a été importante dans les deux groupes.	Aucune conclusion ne peut être tirée de cette étude qui présente de nombreux biais involontaires.	2
Mudge et al., 2009 (145)	Entraînement à la mobilité par parcours d'activités structurées.	58 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes : - I (n = 31) : 12 sessions (3 j/7 quatre semaines) de parcours de renforcement et de mobilité de 30 min dans une session de 60 min au total comportant entre autres du <i>stretching</i> ; - C (n = 27) : séances d'éducation thérapeutique. Les critères suivants ont été mesurés à quatre semaines et à trois mois : le <i>StepWatch Activity Monitor</i> , le test des	La vitesse de marche sur 6 min augmente significativement plus dans le groupe I (de 263 à 282 m) que dans le groupe C (201 à 200 m) à quatre semaines. À trois mois, le groupe I présente une augmentation significativement plus importante de la vitesse de marche (test des 10 m), mais pas de la distance. Une augmentation plus importante du RMI est aussi observée.	Ce travail permet d'observer qu'une activité supplémentaire physique structurée améliore les performances de marche à court et moyen termes après AVC.	2

Tableau 5. Rééducation intensive, augmentation du temps de rééducation					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		6 min, le test des 10 m, l' <i>Activities-specific Balance Confidence Scale</i> , l'index de mobilité de Rivermead, le <i>Physical Activity and Disability Scale</i> .			
Harris et al., 2009 (130)	Auto-rééducation du membre supérieur, protocole GRASP	103 AVC subaigus recevant la même rééducation sont randomisés en deux groupes : - G1 (n = 53) : programme GRASP d'exercices à domicile de mobilisation du membre supérieur fondé sur le score de Fugl Meyer. Le type de rééducation est la répétition du mouvement et les exercices orientés vers la tâche. La durée est de quatre semaines ; - G2 est le groupe contrôle qui n'a pas d'activité spécifique, mais quatre modules d'information avec un travail à faire à domicile chaque semaine en relation avec le thème de la semaine. Le critère principal est le <i>Chedoke Arm and Hand Activity Inventory</i> . Les critères secondaires sont l' <i>Action Research Arm Test</i> , le <i>Motor Activity Log</i> , la force isométrique de saisie, la SF-12.	Chaque groupe a reçu en moyenne 4,2 h par semaine de kinésithérapie et 3,4 h d'ergothérapie. Le groupe GRASP a passé entre 3 et 4 h par semaine sur le protocole d'auto-rééducation. G1 s'est amélioré de 14,1 points sur le <i>Chedoke Arm and Hand Activity Inventory</i> et G2 de 7,9 points (p < 0,001). Toutes les autres variables s'améliorent significativement plus dans le groupe traité. L'amélioration est conservée à cinq mois post-traitement en faveur du groupe traité.	Cette étude, de très bonne qualité méthodologique, montre que l'amélioration motrice et fonctionnelle du membre supérieur est possible avec un programme d'auto-rééducation spécifiquement réalisé pour les AVC à la phase subaiguë malgré un temps passé relativement modeste. Elle ne permet toutefois pas de différencier l'effet de la méthode et du temps passé.	2
Ross et al., 2009 (137)	Rééducation du membre supérieur orientée sur la tâche.	39 AVC (90 %) et traumatisés crâniens (10 %) subaigus (1,6 mois) ont été randomisés en deux groupes : - G1 : reçoit 1 h/j cinq jours par semaine pendant six semaines de rééducation centrée sur la main ; - G2 : reçoit 30 min/sem de thérapie	Aucune différence de progression statistiquement significative n'est observée entre les deux groupes sur les variables mesurées.	Cette étude présente des biais de recrutement et un nombre de patients limité. Les résultats semblent toutefois aller dans le sens d'autres études antérieures qui ne montrent pas d'amélioration	

Tableau 5. Rééducation intensive, augmentation du temps de rééducation					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		centrée sur la main dans un protocole standard de prise en charge des patients. Le critère principal est l' <i>Action Research Arm Test</i> . Les autres critères sont la force du membre supérieur, le <i>Wolf Motor Function Test</i> , le <i>Disability of Shoulder Arm and Hand Assessment</i> , le <i>Canadian Occupational Performance Measure</i> .		fonctionnelle ou motrice par l'ajout de temps de rééducation à la phase subaiguë.	
Cooke et al., 2010 (115)	Augmentation du temps.	109 AVC subaigus ont été randomisés en trois groupes pratiquant leur rééducation standard et pendant six semaines 4 j/7 : - C : 0 min supplémentaire de kinésithérapie ; - I1 : 1 h maximum de kinésithérapie supplémentaire des membres inférieurs ; - I2 : 1 h maximum de kinésithérapie supplémentaire avec renforcement spécifique des membres inférieurs au cours de tâches fonctionnelles. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, à 6 et à 12 semaines après inclusion : la vitesse de marche, le <i>Rivermead Mobility Index</i> , le pic de couple isocinétique du genou parétique.	L'augmentation d'activité est significativement plus importante uniquement pour le groupe I1. Même si elle augmente très sensiblement par rapport au groupe C, la mobilité n'est pas significativement différente dans le groupe I2. Aucune différence entre les groupes n'est observée à 12 semaines.	Cette étude montre que l'augmentation du temps de rééducation apporte une amélioration à court terme de la performance de locomotion, mais n'apporte pas d'avantages à moyen terme.	2
Donaldson et al., 2009 (129)	Augmentation du temps.	30 AVC subaigus ont été randomisés en trois groupes pratiquant leur rééducation standard et pendant six semaines 4 j/7 : - C : 0 min supplémentaire de kinésithérapie ; - I1 : 1 h maximum de traitement supplémentaire pour les membres	L'augmentation de l'ARA a été de 8 pour I1, 19,5 pour I2 et 11,5 pour C. Mais l'analyse statistique ne retrouve pas d'effet significatif pour le groupe. La même tendance est observée pour le test des 9 chevilles.	Cette étude montre qu'une augmentation du temps de rééducation du membre supérieur ne permet pas d'observer, sur un groupe de 30 AVC subaigus, une différence significative sur les	2

Tableau 5. Rééducation intensive, augmentation du temps de rééducation						
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude		Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		Nb d'études n (total)	I (intervention) C (contrôle)			
			supérieurs ; - I2 : 1 h maximum de kinésithérapie supplémentaire avec renforcement spécifique des membres supérieurs au cours de tâches fonctionnelles. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, à 6 et à 12 semaines après inclusion : l' <i>Action Research Arm Test</i> (ARA), le test des 9 chevilles, la force mesurée sur la saisie grossière, la pince pouce-index et la flexion-extension du coude.		scores de performance du membre supérieur.	
Hesse et al., 2011 (146)	Rééducation à domicile.		50 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes pendant 12 mois : - I : deux périodes de deux mois 4 j/7 de 30 à 45 min ; - C : 30 à 45 min 1 j/7. Le critère principal est le <i>Rivermead Mobility Index</i> .	L'évolution des deux groupes est strictement parallèle avec une augmentation significative des capacités de mobilité des membres supérieurs et inférieurs.	L'augmentation du temps de prise en charge sous forme de séquences limitées dans le temps ne semble pas avoir d'impact sur l'amélioration fonctionnelle chez les AVC dans l'année suivant leur prise en charge en rééducation.	2
Kuys et al., 2011 (147)	Rééducation de la marche sur tapis roulant à haute intensité.		30 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes pendant six semaines de traitement : - I : 1 h/j de rééducation conventionnelle et 30 min/j 3 j/7 d'entraînement sur tapis roulant à 40 % à 60 % du rythme cardiaque maximum ; - C : rééducation standard (temps non précisé). Les critères suivants ont été enregistrés	Les groupes sont comparables sur l'index de Barthel, mais le groupe C a une vitesse de marche et une distance de marche qui semble plus importante que le groupe I. L'augmentation de la vitesse de marche et de la distance de marche est plus importante dans le groupe I, tant à six semaines qu'à six mois.	La différence initiale entre les groupes peut expliquer partiellement les résultats positifs de cette étude à court et moyen termes quant à l'effet de l'entraînement sur tapis roulant à intensité importante après AVC subaigu.	2

Tableau 5. Rééducation intensive, augmentation du temps de rééducation

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		avant, après six semaines et après trois mois : qualité de la marche, paramètres spatio-temporels de la marche (GAITRite), test des 10 m, test des 6 min.			

GRASP: *Graded Repetitive Arm Supplementary Program.*

MAS: *Motor Assessment Scale.*

MI : membre inférieur.

MS : membre supérieur.

RMI: *Rivermead Mobility Index.*

2.6 Approches neurophysiologiques

Différents programmes de rééducation neuro-développementale, de neuro-facilitation proprioceptive et d'intégration sensori-motrice ont pour objectif de restaurer la fonction motrice, notamment :

- concept Bobath (82, 148) ;
- méthode Brunnstrom (81) ;
- méthode Kabat (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*) (41, 149) ;
- méthode de Rood (50, 51).

2.6.1 Concept Bobath

2.6.1.1 Définition

Le concept Bobath est une méthode de rééducation neuromotrice définie comme : « une approche par résolution de problèmes caractérisée par une interaction continue entre évaluation et traitement de patients présentant des troubles du tonus, du mouvement et de la fonction dus à une lésion du système nerveux central ». Cette définition du concept Bobath, traduite et rapportée par Chantraine *et al.* (61), a été proposée lors de l'assemblée générale de l'association internationale des instructeurs Bobath en 1995.

2.6.1.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

La plasticité cérébrale justifie la recherche de l'amélioration par la pratique des programmes de rééducation. La réorganisation des aires corticales semble tributaire de la possibilité d'utiliser les membres parétiques. En l'absence d'exercices, la représentation corticale des membres atteints s'efface (9). En revanche, la variété des exercices proposés a un impact sur la plasticité (150).

2.6.1.3 Historique

Le concept Bobath porte le nom de ses concepteurs, Berta Bobath et son mari le Dr Karel Bobath, qui, dès les années 1940, ont proposé une rééducation novatrice de l'infirmité cérébrale (151), avant d'étendre leur méthode à la rééducation des lésions cérébrales de l'adulte et en particulier à l'hémiplégie (33). Ce concept est en constante évolution. À ses débuts, il faisait l'analogie entre les troubles observés chez l'enfant et ceux de l'hémiplégie adulte (150). Il reposait sur le principe qu'il est possible d'agir sur les troubles du tonus musculaire, en particulier la spasticité. Son application à l'hémiplégie était basée sur une conception hiérarchique de l'organisation du système nerveux central.

Le principe initial du concept Bobath reposait sur le contrôle des réflexes associés à des manifestations anormales du tonus postural et avait pour objectif la normalisation tonique. Il proposait deux grandes lignes directrices : l'inhibition de l'activité réflexe anormale et la facilitation des activités motrices posturales et cinétiques normales. Son application exigeait une manipulation précise par le rééducateur pour solliciter les réponses motrices appropriées et attendues. Pour y parvenir, le rééducateur s'efforçait de retrouver ou de solliciter des séquences motrices ou des dessins cinétiques normaux ou proches de la normale.

2.6.1.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

Selon l'enquête de Lennon *et al.* (152) auprès de physiothérapeutes expérimentés (n = 1 022) de Grande-Bretagne, 67 % des physiothérapeutes la pratiquent. Les physiothérapeutes considèrent que la méthode Bobath porte sur la capacité de restaurer le mouvement normal et la fonction, de normaliser le tonus en particulier, de réduire la spasticité. Elle est probablement la méthode de rééducation de l'AVC la plus pratiquée dans le monde occidental et la plus souvent évaluée.

2.6.1.5 Description technique et variantes

Ce concept Bobath a évolué avec les progrès de la neurophysiologie et de la kinésithérapie. Il est maintenant reconnu que l'activité volontaire et fonctionnelle du patient doit être stimulée pour favoriser l'acquisition stable du contrôle du mouvement et qu'il ne suffit pas d'inhiber uniquement le tonus anormal. Dans sa forme moderne (82), ce concept est devenu un processus de rééducation actif et fonctionnel, dont le but est d'améliorer la qualité de vie des malades ayant des lésions du système nerveux central en leur permettant de développer de nouvelles stratégies pour réaliser les tâches de la vie quotidienne (153). L'importance accordée au contrôle postural reste une caractéristique du concept. L'approche rééducative est toujours bilatérale afin de minimiser les compensations du côté sain. En revanche, le traitement de la spasticité et du déficit musculaire a évolué et intègre dans sa forme actuelle les principes de l'apprentissage moteur et la recherche de la qualité du mouvement. Il est devenu beaucoup plus pragmatique qu'avant (153).

2.6.1.6 Facteurs limitants

S'il apparaît que la méthode Bobath apporte une amélioration de la mobilité et des performances fonctionnelles, comme le montrent Lennon *et al.* en 2006 (154), cette méthode ne permet pas la restauration des schémas moteurs normaux en particulier ceux de la marche.

2.6.1.7 Validité scientifique

De récentes études ont montré qu'il existe une variété d'interventions pouvant influencer favorablement la récupération. Il n'est pas clairement établi si les changements apportés par la rééducation sont la conséquence d'une récupération motrice ou de l'effet de l'apprentissage (cf. tableau 6).

Un ECR de Wang *et al.*, en 2005, sur deux groupes distincts soumis à une prise en charge Bobath (44 patients, dont 23 avaient une récupération partielle et 21 une hémiparésie spastique), montre une meilleure récupération dans le groupe avec une récupération motrice partielle (155).

Pollock *et al.* (31), dans une méta-analyse réalisée en 2008 portant sur 20 ECR (n = 1 087), dont huit comparaient l'approche neurophysiologique type Bobath aux autres approches rééducatives (apprentissage moteur, approche orthopédique, approche mixte), n'ont pas montré de meilleure efficacité d'une approche par rapport aux autres. Cette absence de preuve ne signifie pas pour autant que ces méthodes sont inefficaces, mais établissent qu'elles ne sont pas plus efficaces que les méthodes compensatoires plus orientées vers la fonction (9).

Le choix le plus approprié entre des méthodes très utilisées comme la méthode Bobath et des approches plus récentes comme le réapprentissage (*relearning*) n'est pas établi. La méthode Bobath se montre moins efficace que le *relearning* au début de la prise en charge, mais les résultats à long terme sont identiques (156). Ces mêmes auteurs avaient trouvé des résultats identiques dans une étude portant sur 55 patients (groupe *relearning* : n = 33 ; groupe Bobath : n = 28) (157).

Les recommandations canadiennes (35) concluent que les méthodes neuro-développementales de type Bobath ne sont pas supérieures aux autres techniques de rééducation (niveau de preuve élevé). Pour supporter cet avis, neuf essais contrôlés randomisés ont été colligés. Aucun ne retrouve un effet positif d'un temps supplémentaire de rééducation neuro-développementale ajouté à une prise en charge conventionnelle par rapport à la méthode conventionnelle ou d'autres méthodes de rééducation. L'étude de van der Lee *et al.* 1999, d'un score PEDro à 7, montre que la méthode neuro-développementale apporte un gain moins important (mesuré sur l'*Action Research Arm Test*) que l'utilisation forcée du membre supérieur avec immobilisation du membre sain (158).

Sur les bases de l'étude de Langhammer et Stanghelle de 2003 (score PEDro : 8), qui compare la méthode Bobath à une méthode d'apprentissage moteur, les auteurs évoquent la possibilité d'une supériorité des méthodes d'apprentissage moteur sur la méthode Bobath,

mais concluent que les méthodes neuro-développementales ne sont ni supérieures ni inférieures aux autres méthodes de rééducation classique du membre supérieur (159).

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Paci, 2003 (160)	Traitement de l'AVC.	Bobath (traitement neuro-développemental).	Revue systématique de la littérature. 15 ECC (6 ECR). n = 653.	Pas de preuve évidente pour affirmer que les traitements neuro-développementaux soient les meilleurs traitements de l'hémiplégie post-AVC, sans pour autant tirer la conclusion de non-efficacité.	La méthode Bobath doit être définie et sa pratique standardisée pour que les évaluations critiques puissent être conduites.	1
Hiraoka, 2001 (161)	Fonction du MS.	Procédures de rééducation.	Méta-analyse. 14 ECC. n = 937.	L'effet de la rééducation neuro-développementale (type Bobath) est similaire aux rééducations standards et a un effet moyen. EMG-BFB a un large effet.		1
Langhammer et Stanghelle, 2000 (157)	Bobath ou <i>motor relearning</i> .	Comparaison méthode Bobath vs <i>motor relearning</i> à la phase aiguë de l'AVC.	ECR double aveugle. 61 patients (G1 : n = 33 ; G2 : n=28).	Le suivi à long terme (un à quatre ans) n'a montré aucune influence majeure des deux différents schémas rééducatifs (Bobath, <i>motor relearning</i>).	Les résultats indiquent que le programme de rééducation <i>motor relearning</i> est préférable au programme Bobath pour les patients à la phase aiguë.	1
Mudie et al., 2002 (162)	Évaluer l'effet de l'entraînement à la symétrie dans la distribution du poids du corps comparant tâche orientée, Bobath et <i>feedback</i> avec un 4 ^e groupe témoin.	Rééducation spécifique par la méthode Bobath, <i>motor relearning</i> ou équilibre contrôlé par <i>feedback</i> , à la phase aiguë de l'AVC.	Étude pilote. Étude 40 patients hémiplégiques asymétriques (quatre groupes n = 10).	À court terme, le concept Bobath est le plus efficace pour retrouver la symétrie en position assise mais également avec le <i>feedback</i> et le groupe témoin sans rééducation. Pas de résultat significatif avec le groupe tâche orientée. Une généralisation de l'attitude symétrique en position debout est notée avec le groupe <i>feedback</i> avec maintien à long terme.	Les résultats doivent être interprétés avec prudence en raison du nombre limité de patients.	4

Tableau 6. Méthode Bobath						
Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Van Vliet et al., 2005 (163)	Comparaison entre concept Bobath et la physiothérapie basée sur la science du mouvement.	Méthode Bobath vs <i>motor relearning</i> . Patients inclus dans les deux semaines après l'AVC.	ECR en simple aveugle. n = 120 patients.	Pas de différence significative dans l'aptitude motrice et l'indépendance fonctionnelle entre les patients de l'un ou l'autre des deux groupes.	L'étude n'a pas montré une approche plus efficace que l'autre dans le traitement des patients victimes d'AVC.	2
Wang et al. 2005 (155)	Apprécier l'efficacité du concept Bobath comparé à l'approche orthopédique.	Méthode Bobath vs méthode orthopédique sur des patients spastiques.	ECR en simple aveugle. 43 patients (21 avec spasticité et 23 avec une relative récupération de l'AVC).	Les patients spastiques ont montré une plus grande amélioration dans le contrôle du tonus après 20 séances de traitement Bobath et sur le <i>Stroke Impact Scale</i> que ceux qui ont un traitement orthopédique.	Les patients bénéficient davantage du traitement Bobath au <i>Motor Assessment Scale</i> (MAS) et au <i>Stroke Impact Scale</i> (SIS) à partir du programme de traitement orthopédique, indépendamment de leur stade de récupération motrice.	4
Dias et al., 2007 (164)	<i>Gait trainer</i> comparé à Bobath.	Effet du <i>gait trainer</i> comparé à la méthode Bobath classique chez les patients AVC chroniques.	ECR. 40 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes : - C : 40 min 5 j/sem pendant quatre semaines avec la technique de Bobath ; - I : un temps égal d'entraînement sur <i>gait trainer</i> . L'évaluation a été faite sur	Il existe une progression significative sur presque toutes les variables dans les deux groupes entre le début et la fin du programme. Le groupe I présente une poursuite significative de l'amélioration à trois mois sur les scores moteurs, mais pas sur les scores fonctionnels de marche. Une amélioration significative de l'index de Barthel est retrouvée à trois mois dans le groupe I, mais pas à quatre semaines.	Si l'augmentation semble plus importante dans le groupe I sur la vitesse de marche, elle est similaire pour l'endurance (test des 6 min). L'amélioration des scores moteurs est de même ampleur entre T0 et 4 semaines.	2

Tableau 6. Méthode Bobath						
Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			les critères suivants : <i>Motricity Index</i> , échelle motrice de Toulouse, échelle d'Ashworth, échelle de Berg, <i>Rivermead Mobility Index</i> (RMI), indice de Fugl-Meyer (FM), FAC, BI, test des 10 m, test des 6 min et <i>Timed Up and Go Test</i> à quatre semaines et à trois mois.			
Husemann et al., 2007 (165)	Effet sur la marche du Lokomat® comparé à une kinésithérapie conventionnelle	Rééducation de la marche par le Lokomat® AVC subaigus.	ECR. 30 AVC incapables de marcher à la phase subaiguë ont été randomisés en deux groupes : - I : 30 min de Lokomat® ; - C : 30 min de kinésithérapie conventionnelle 5 j/sem pendant quatre semaines. L'évaluation a été faite sur la FAC, paramètres spatio-temporels de la marche, échelle d'Ashworth, le BI et le taux de masse grasseuse.	Les deux groupes ont montré une amélioration significative des paramètres mesurés sans différence entre les groupes, sauf pour la masse grasseuse qui diminue dans le groupe I.		2
Bale et Strand, 2008 (126)	Comparaison des effets de la méthode	Effet du renforcement musculaire	ECR. 18 AVC subaigus ont été randomisés en	Si une tendance à l'amélioration plus importante de l'appui sur le membre inférieur gauche est observée dans le groupe I, elle n'est		2

Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
	Bobath avec un renforcement musculaire sur la station debout et la marche.	comparé à une prise en charge classique type Bobath AVC phase subaiguë.	deux groupes traités 50 min 5 j/7 pendant quatre semaines : - I : trois jours par semaine : renforcement des membres inférieurs ; deux jours : travail des activités de la vie quotidienne et des membres supérieurs ; - C : entraînement selon la technique de Bobath. Les critères évalués ont été : la capacité d'appui sur le membre inférieur hémiplégique (critère principal), la force par la charge maximale supportée et un test isométrique, la vitesse de marche sur 8 m, le <i>Motor Assessment Scale</i> .	pas significative. Une amélioration significative est observée dans sept des neuf variables mesurées dans le groupe I pour trois seulement dans le groupe C.		
Lin et al., 2008 (166)	Contrainte induite modifiée avec deux conditions de rééducation : activités fonctionnelles et méthode neurodéveloppementale.	Comparaison de la contrainte induite à la technique neuro-développementale sur AVC chroniques.	ECR. 22 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes réalisant 3 h/j 5 j/7 pendant trois semaines de contrainte du membre sain par une moufle et 2 h/j 5 j/7 pendant trois semaines : - I : activités fonctionnelles ; - C : rééducation	Le groupe I montre une progression significativement supérieure pour le FM et les sous-tests locomotion et transfert de la MIF.		1

Tableau 6. Méthode Bobath						
Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			neuro-développementale. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après l'intervention : FM, MIF, MAL, <i>Nottingham Extended ADL scale</i> .			
Kollen et al., 2009 (167)	Efficacité de la méthode Bobath.	Concept Bobath.	Revue systématiques des ECR : 16 études. n = 813 patients.	Cette revue systématique de la littérature confirme globalement que le concept Bobath n'est pas supérieur aux autres approches.	Preuve insuffisante pour affirmer la supériorité d'une approche thérapeutique.	1

BI: *Barthel Index*.

ECC : essai clinique comparatif.

ECR : essai contrôlé randomisé.

EMG-BFB: *EMG-Biofeedback*.

FAC: *Functional Ambulation Category*.

FM : Fugl-Meyer.

MAL: *Motor Activity Log*.

MIF : mesure d'indépendance fonctionnelle.

MS : membre supérieur.

2.6.2 Méthode Brunnstrom

2.6.2.1 Définition

La méthode de Brunnstrom est une méthode de rééducation pour les patients cérébro-lésés, et plus particulièrement les personnes souffrant d'hémiplégie, de traumatismes crâniens ou présentant un syndrome pyramidal (168).

2.6.2.2 Historique

Cette méthode a été mise au point vers 1951 par le physiothérapeute suédois Signe Brunnstrom, qui pratiqua aux États-Unis entre 1928 et 1974 (169).

2.6.2.3 Objectifs, indications et critères d'évaluation

Cette méthode est basée sur l'utilisation des réflexes, les stimulations neuromusculaires, les réactions associées et les syncinésies pour susciter le mouvement chez les patients hémiplégiques.

2.6.2.4 Description technique et variantes

Le traitement, qui se fait de façon strictement individuelle, combine des techniques de stimulation proprioceptive et extéroceptive, de facilitation et d'inhibition. La stimulation proprioceptive comprend l'étirement de muscles sélectionnés, tandis que la stimulation extéroceptive comprend le glissé, la friction et le tapotement. On ajoute souvent de la résistance (169).

2.6.2.5 Validité scientifique

Une étude en « *cross-over* », réalisée en 1990, a comparé la méthode de Brunnstrom à la méthode neuro-développementale (170). L'analyse des données n'a montré une amélioration de la vitesse de marche que chez un seul patient au cours du traitement par la méthode Brunnstrom.

2.6.3 Méthode Kabat (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation - PNF*)

2.6.3.1 Définition

La méthode Kabat ou « neuro-facilitation proprioceptive » fait partie de l'ensemble des méthodes regroupées sous le vocable de « reprogrammation sensori-motrice ». Elle permet d'obtenir un renforcement de la contraction musculaire grâce à l'utilisation de mécanismes de facilitation. Elle fait intervenir à la fois la motricité réflexe, automatique et volontaire. Il s'agit d'une méthode de renforcement musculaire actif contre résistance manuelle réalisée suivant un schéma moteur tridimensionnel.

2.6.3.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Kabat proposait des combinaisons de mouvements qu'il jugeait plus efficaces que le mouvement classique communément utilisé en rééducation à l'époque.

2.6.3.3 Historique

Herman Kabat et Milton Levine, neurophysiologistes américains, ont commencé en 1946 des recherches sur l'utilisation des modèles naturels de mouvement pour la rééducation des muscles des patients atteints de poliomyélite. Ils provoquaient un réflexe d'étirement par un allongement rapide du muscle, qui provoque une réaction myotatique pour obtenir sa contraction et le réflexe d'étirement inverse, qui entraîne le relâchement du muscle (171). La méthode de Kabat a été diffusée par ses collaboratrices Margaret Knott et Dorothy Voss,

physiothérapeutes (172) dès 1952. Éric Viel (173) l'a fait connaître en France sous le nom de « facilitation neuromusculaire proprioceptive ».

2.6.3.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

La méthode de Kabat ou PNF (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*) est une technique manuelle utilisée pour la rééducation des patients présentant des paralysies pour obtenir des gains rapides de l'amplitude des mouvements et des contractions musculaires. Appliquée à l'hémiplégie, cette technique est principalement proposée pour les hémiplégies frustes ou à caractère essentiellement déficitaire (174).

2.6.3.5 Description technique et variantes

La pratique consiste à faire réaliser au patient des mouvements en spirales ou en diagonales fournissant le schéma de base de la facilitation. Chaque diagonale est organisée suivant un schéma plurisegmentaire tridimensionnel (flexion-extension, adduction-abduction, rotation médiale-rotation latérale). Le mouvement en diagonale est soumis à la résistance maximale du rééducateur (173).

2.6.3.6 Facteurs limitants

La méthode de Kabat est plus particulièrement utilisée dans les syndromes neurologiques déficitaires. Elle demande un certain degré d'habileté de la part du rééducateur. Sa pratique contre résistance maximale est suspectée de renforcer la spasticité et de provoquer le retour des schèmes moteurs anormaux (61).

2.6.3.7 Validité scientifique

Les études validant l'intérêt de la méthode Kabat dans le traitement de l'hémiplégie vasculaire sont peu nombreuses et leurs conclusions réservées, comme le montre l'étude pilote de Trueblood *et al.* en 1989 (175) portant sur l'influence de la méthode PNF sur la marche de 20 patients six mois après l'AVC. Le résultat significatif obtenu dans le post-test (15 min après le programme) n'est pas retrouvé après le second post-test (30 min après le programme). Les auteurs recommandent de proposer la PNF aux patients présentant des schémas syncinétiques. En général, cette méthode est plus souvent utilisée pour ses capacités à développer des efforts volontaires en complément d'une autre technique comme la stimulation électrique, comme l'ont montré Kraft *et al.* en 1992 (176).

2.6.4 Méthode de Rood

2.6.4.1 Définition

Cette méthode consiste à faciliter le mouvement au moyen de stimulations externes à caractère sensitif (cf. rééducation des troubles sensitifs chapitre 2.1).

2.6.4.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Les stimulations cutanées non nociceptives ont été utilisées en kinésithérapie et en ergothérapie depuis les années 1950 pour réduire le tonus des groupes musculaires dont la fonction a été altérée par les affections neurologiques.

Les techniques utilisées comprennent les frictions légères, le glaçage et le grattement de la peau en regard des muscles concernés (50).

Ces stimulations cutanées sont considérées avoir un effet prolongé au-delà de 40 minutes. (177). Les effets constatés en pratique n'ont pas été vérifiés par l'expérimentation.

2.6.4.3 Historique

Cette méthode fut mise au point en 1954 par Margaret S. Rood, ergothérapeute et physiothérapeute américaine (50).

2.6.4.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

La méthode Rood consiste à réaliser des activités motrices au cours des séquences du développement neuromoteur. Elle s'applique aux patients ayant des dysfonctionnements neuromusculaires.

2.6.4.5 Facteurs limitants

En plus des techniques proprioceptives telles que le positionnement, l'utilisation générale des réflexes, des étirements, de la résistance, l'accent est mis sur une plus grande accentuation des applications extéroceptives, telles que l'effleurage, le brossage, l'application de glace, de chaleur, de pression et de vibrations afin de solliciter l'activité des muscles, y compris les muscles des lèvres et la langue.

2.6.4.6 Validité scientifique

La méthode de Rood est essentiellement fondée sur l'observation clinique.

L'analyse du réflexe de Hoffmann (*H-reflex*) n'a pas montré de réduction expérimentale de l'excitabilité du triceps par la technique du *brushing* (178).

Les rares études publiées sur cette méthode sont anciennes et leurs résultats sont peu significatifs (cf. tableau 2).

2.6.4.7 Recommandations relatives aux méthodes neurophysiologiques

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur la supériorité d'une méthode neurophysiologique (Bobath, Brunnstrom, Kabat, Rood) par rapport aux autres, et donc de recommander une méthode neurophysiologique plutôt qu'une autre.

Ces méthodes neurophysiologiques sont néanmoins plus efficaces que l'absence de rééducation.

Il est recommandé d'appliquer le concept Bobath dans sa variante actuelle plutôt que dans sa forme initiale.

2.7 Apprentissage moteur (*motor learning*)

2.7.1 Définition

Cette approche rééducative consiste à utiliser les mêmes voies d'apprentissage que celles utilisées habituellement pour des personnes saines. Elle met l'accent sur le réapprentissage des activités motrices spécifiques. Le rééducateur analyse, pour chaque tâche évaluée, les composantes à l'origine des difficultés d'exécution et entraîne le sujet à la tâche de manière spécifique. Il veille à obtenir le transfert dans les activités de la vie quotidienne.

2.7.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

L'approche s'appuie plus particulièrement sur la dimension cognitive de l'apprentissage tiré des informations liées à la pratique dans des contextes spécifiques. Les programmes de rééducation sont élaborés après une analyse des difficultés rencontrées par le malade pour accomplir différentes tâches en se référant aux modèles neuro-biomécaniques que les sujets sains utilisent pour réaliser ces mêmes tâches.

2.7.3 Historique

Carr et Shepherd, deux physiothérapeutes australiennes, ont développé une théorie de la rééducation des affections du système nerveux central et en particulier de l'hémiplégie vasculaire (179), connue sous le nom de « programme de réapprentissage moteur » (*motor relearning*).

2.7.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

L'objectif de la méthode de Carr et Shepherd est de permettre au patient d'apprendre à accomplir ou d'améliorer sa participation aux activités de la vie quotidienne.

Le modèle théorique est basé sur l'hypothèse que la personne malade est capable d'apprendre de la même façon que la personne non malade. Les principes de rééducation utilisés sont inspirés de ceux qui se sont montrés efficaces en situation d'apprentissage chez les sujets sains (84) : analyse de la tâche, pratique des éléments mal réalisés de la tâche, réalisation de la tâche, puis transfert dans les activités du quotidien.

Le programme repose sur quatre acteurs que les auteurs estiment essentiels :

- l'élimination de l'activité musculaire inutile ;
- le *feedback* ;
- la pratique ;
- le lien entre ajustement postural et mouvements.

2.7.5 Description technique et variantes

- *Motor relearning* (84)

Les auteurs proposent quatre temps de traitement :

- ▶ l'analyse de la tâche ;
- ▶ la pratique des éléments manquants ;
- ▶ la pratique de la tâche ;
- ▶ le transfert d'apprentissage.

Elles insistent sur la pratique de tâches fonctionnelles et sur l'importance de pratiquer en situations de vie réelle qui ont une signification pour le patient.

- *Motor learning* (42, 180)

Cette méthode implique le développement de la force, de l'endurance, de la condition physique et s'applique aussi bien à l'équilibre, la préhension et la manipulation, la marche et les changements de positions (transfert assis-debout).

2.7.6 Validité scientifique

Les méthodes d'apprentissage moteur manquent de validation. La méthode Bobath se montre moins efficace que le *relearning* au début de la prise en charge, mais les résultats à long terme sont identiques (157, 159).

Les recommandations canadiennes (35) indiquent qu'il existe des résultats contradictoires quant à l'efficacité des méthodes de réapprentissage moteur. Si les travaux de Chan *et al.* en 2006 (181) sur 52 patients semblent montrer un effet positif sur le score moteur de Fugl-Meyer et les activités de la vie quotidienne en comparaison à une thérapie conventionnelle, les travaux de van Vliet *et al.* en 2005 (163) sur 120 patients ne trouvent aucune différence avec la méthode Bobath. Le même résultat est observé par Salbach *et al.* en 2004 (182) sur la vitesse de marche de 91 patients. Ainsi, les techniques neuro-développementales, quelles qu'elles soient, ne semblent ni inférieures ni supérieures aux autres techniques.

2.7.7 Recommandations

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt des techniques d'apprentissage moteur (*motor learning*).

2.8 Biofeedback(BFB)

Le terme de *biofeedback* ou « rétroaction biologique » s'applique à l'utilisation d'appareils de contrôle qui détectent et matérialisent par quantification un processus physiologique dans le but de rendre immédiatement disponible, pour l'individu, une information sur son fonctionnement, alors que les conditions physiologiques lui rendraient cette connaissance inaccessible (183).

André *et al.* proposent la définition suivante : « Le *biofeedback* est une méthode de rééducation utilisant, dans un but d'apprentissage par conditionnement, une rétro-information externe apportée transitoirement par une chaîne instrumentale capable d'objectiver les performances. La rétro-information externe, qui permet de rétablir une boucle de contrôle interrompue, n'est qu'une étape transitoire, qui serait sans intérêt pratique en l'absence d'un conditionnement permettant d'acquérir un nouvel automatisme de contrôle se substituant au *feedback* défaillant, le *feedback* étant la façon de bien commander un ensemble en lui faisant connaître les résultats des actions en cours, et donc la différence entre les résultats et ce qui était désiré *a priori*. En fait, le *feedback* désigne l'ensemble du dispositif de contrôle » (184).

Le *biofeedback* est présenté par la plupart des auteurs (185) comme une « approche dynamique d'un modèle d'apprentissage moteur dans lequel le conditionnement physique et l'entraînement musculaire, à travers les tâches motrices adaptées, jouent un rôle essentiel ». Ces techniques favorisent chez le cérébro-lésé vasculaire la « réorganisation cérébrale, la récupération motrice la plus sélective possible », « en sollicitant l'adaptation nécessaire du patient aux nouvelles situations extrinsèques qu'il doit maîtriser » (186).

2.8.1 *Goniofeedback* ou rétroaction du positionnement articulaire

2.8.1.1 Définition

Parmi les méthodes de *feedback*, on retrouve certaines études sur le *feedback* articulaire.

2.8.1.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Cette technique suppose que la vicariance ou le renforcement des informations sensibles par un dispositif technologique permet un meilleur apprentissage.

2.8.1.3 Objectifs, indications et critères d'évaluation

En théorie, on pourrait limiter l'utilisation d'un retour d'informations lorsque celles-ci sont absentes (en pratique en cas d'anesthésie). On peut alors être certain que le *feedback* réalise une véritable action. En pratique, le *feedback* est aussi utilisé pour renforcer des informations présentes, mais supposées insuffisantes par le thérapeute.

Le *gonio-biofeedback* permet la correction d'un défaut de contrôle segmentaire (187) ou le contrôle d'un segment angulaire autorisé, notamment du pied et de la cheville. L'utilisation pour le membre supérieur s'avère moins efficace.

2.8.1.4 Description technique et variantes

Un goniomètre est positionné sur l'articulation dont le thérapeute souhaite que le patient acquière le meilleur contrôle d'un secteur angulaire donné et reporte cette information dans un environnement virtuel plus ou moins complexe et/ou ludique. Il peut s'agir du contrôle d'un *recurvatum* de genou ou d'un équin.

2.8.1.5 Facteurs limitants

Cette technique ne peut être appliquée si les conditions mécaniques ou motrices ne permettent pas un contrôle de l'articulation. Elle ne doit donc être employée qu'en cas de récupération partielle.

Elle implique la participation et l'adhésion du patient. Il doit être apte à comprendre et à utiliser les informations transmises par l'appareil. Ces limites, liées à la coopération du patient, dépendent de sa volonté de collaboration, mais aussi des possibilités de compréhension. Cette technique n'est pas indiquée pour les malades présentant des troubles cognitifs et des déficits attentionnels importants.

L'aspect « sophistiqué » des matériels électroniques utilisés peut constituer un facteur motivant pour certains et rebutant pour d'autres.

La fatigabilité est un facteur à prendre en considération dans les séances.

2.8.1.6 Validité scientifique

L'effet du *goniofeedback* sur la position articulaire en association avec une rééducation conventionnelle est rapporté dans les recommandations du *National Stroke Foundation* en 2005 (188).

En 2007, Cho *et al.* (189) ont étudié sur 10 sujets (groupe entraîné [GE] = 5, groupe contrôle [GC] = 5) si un *biofeedback* (BFB) visuel de l'enregistrement de l'angle articulaire du genou peut améliorer les performances de marche et les *patterns* d'activation à la phase chronique de l'AVC. Ils ont constaté que la vitesse de marche augmente d'une moyenne de 0,42 m/s à la suite d'un programme de quatre semaines avec le BFB enregistrant l'angle de flexion/extension du genou.

Dans les recommandations canadiennes de 2010 (35), une étude ancienne (1996) de Ceceli *et al.* est colligée sur le contrôle du genou : 41 personnes ont reçu soit 10 séances de 30 minutes de *biofeedback* sonore sur la position du genou (*recurvatum*), soit une rééducation conventionnelle. Le degré de *recurvatum* à la fin du traitement est moindre dans le groupe traité. Cette technique ne fait pas l'objet de recommandations particulières (190).

2.8.2 Myofeedback (MFB) par électromyographie (EMG-Biofeedback)

2.8.2.1 Définition

Le *myofeedback*, ou rétroaction biologique musculaire (*biofeedback - electromyographic biofeedback*), reproduit en direct l'activité musculaire de façon linéaire ou au sein d'un environnement virtuel plus ou moins complexe.

2.8.2.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Tirant ses principes des théories comportementales, les techniques de *biofeedback* créent un conditionnement opérant (191) ou un apprentissage instrumental suivant la procédure de Skinner (béhaviorisme) (192).

Pour André *et al.* (184, 187), les mécanismes d'action et les modalités de fonctionnement sont les suivants :

- première étape : celle de l'initiation ou « phase d'apprentissage », permet de modifier ou d'acquérir une aptitude motrice par l'expérience ;
- deuxième étape : une phase de conditionnement induit par une rétro-information externe, par association (Pavlov) ou opérante (*instrumental-Skinner*). Cette rétro-information externe (*feedback*) doit être compréhensible pour traduire le succès ou l'échec de l'action au travers de résultats quantitatifs ;
- troisième étape : phase de conditionnement sans rétro-information externe, poursuite de l'entraînement dans les mêmes conditions en évaluant objectivement la qualité de l'apprentissage ;
- quatrième étape : autonomisation, renforcement des acquis, évaluation à distance. La chaîne instrumentale transmet instantanément au patient des événements physiologiques internes normaux ou pathologiques sous forme de signaux sensoriels ou sensitifs. Ce dispositif, fixe ou embarqué, emploie selon l'indication des capteurs de pression, des capteurs de déplacements articulaires ou goniométriques, des capteurs électromyographiques ou myoélectriques couplés, des capteurs de pression (barocapteurs, plateau de force) permettant de transmettre la rétro-information sur un mode visuel, sonore ou sensitif suppléant la fonction déficiente. Le traitement des signaux captés renvoie une information « claire, précise, immédiate, ayant une valeur de sanction et suscitant une charge émotionnelle à des fins de motivation ». Les résultats sont donnés en valeur absolue numérique ou analogique.

2.8.2.3 Historique

Le mathématicien Norbert Wiener a créé le terme de « *feedback* » pour désigner la méthode de contrôle d'un système qui consiste en la réintroduction de sa performance antérieure (193).

Le concept apparaît dans la littérature dans les années 1970 sous le terme de « conditionnement » (184, 187). Il est alors utilisé dans le traitement d'affections psychosomatiques, de différents états émotionnels mais également d'affections neuromusculaires (194-196).

2.8.2.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

La technique de *feedback* permet à l'individu d'intervenir activement sur la régulation ou la correction de certaines activités physiologiques. Par le degré d'affectivité qu'elle engage, elle est un facteur important d'apprentissage des comportements moteurs (197). La neurophysiologie confirme l'intérêt de la pratique d'activités motrices répétées comme base des acquisitions motrices. Le *feedback* est un autre moyen d'acquisition.

Diverses autres indications sont décrites :

- rééducation de la commande motrice, aide au « renforcement » musculaire et à la qualité de la commande motrice : *EMG-Biofeedback*, visualisation de la contraction permettant le « renforcement » sélectif du groupe déficitaire ;
- rééducation des troubles cognitifs, aide à la compensation des troubles neuropsychologiques, en particulier dans le syndrome de l'hémisphère mineur, négligence (troubles attentionnels, anosognosie, troubles du schéma corporel), favorisant le réinvestissement ou la réintégration du membre supérieur négligé et sous-utilisé ;
- lutte contre l'hypertonie (184) : « relaxation musculaire » au moyen de deux électrodes placées sur le couple agoniste-antagoniste, en position d'inhibition.

2.8.2.5 Description technique et variantes

Cette méthode utilise des appareils d'enregistrement de l'activité électrique musculaire au moyen d'électrodes de surface pour les convertir en signaux visuels ou sonores.

Il existe deux sortes de *feedback* :

- ceux qui apportent une information sur les résultats de l'action comme sa précision ;
- ceux qui apportent une information sur les performances motrices : le « *timing* » de l'action, la fréquence du mouvement articulaire, la position articulaire. Cette dernière catégorie de *feedback* est fréquemment utilisée dans la rééducation de l'AVC.

2.8.2.6 Facteurs limitants

Ils sont identiques aux autres techniques de *feedback*.

2.8.2.7 Validité scientifique

L'influence des fonctions cognitives peut potentiellement modifier les effets de l'entraînement (cf. tableau 9). L'amélioration de la fonction motrice semble liée à l'aptitude cognitive, comme le montre l'ECR mené en double aveugle sur une population de 37 sujets par Cirstea *et al.* en 2006 (198). Le *feedback* de performance montre une prééminence sur le *feedback* de résultat. Ses effets positifs persistent un mois après son application.

► *Myofeedback* du membre inférieur

Les recommandations canadiennes (35) indiquent qu'il existe un fort niveau de preuve quant à l'amélioration potentielle de la marche par l'*EMG-Biofeedback*. Toutefois, la plupart des études sélectionnées ont plus de 10 ans et aucune n'a un niveau de qualité méthodologique mesuré par le score PEDro supérieur à 6/10.

Le *biofeedback* auditif semble avoir une efficacité intéressante sur la marche (199-202).

► **Myofeedback du membre supérieur**

Le *myofeedback* s'est montré positif chez les patients sévèrement handicapés du membre supérieur. En 2003, Armagan *et al.* (203) ont observé le bénéfice de l'*EMG-Biofeedback*, en association avec les techniques de rééducation neurophysiologiques, dans la récupération fonctionnelle de la main hémiplegique sur 27 patients. Aucune étude antérieure de bon niveau n'ayant montré de maintien du gain fonctionnel à l'arrêt du traitement, les auteurs concluent malgré tout à l'absence d'efficacité supérieure de l'*EMG-Biofeedback* pour la prise en charge du membre supérieur de l'AVC.

► **Intérêt de la stimulation électrique fonctionnelle (SEF) couplée à l'EMG-biofeedback ou biofeedback électromyographique (EMG-STIM)**

L'EMG-STIM consiste à utiliser à la fois l'*EMG-Biofeedback* et la stimulation électrique fonctionnelle (204, 205). Cette technique repose plus sur des observations cliniques que sur des essais comparatifs.

La stimulation électrique fonctionnelle (SEF), appliquée sur les extenseurs lors de la fonction de transport du membre supérieur, permet une force suffisante pour porter la main à l'objet, mais l'ouverture et le lâcher restent déficitaires. La SEF permet l'extension active des doigts et du poignet pour l'ouverture de la main, la détection de surface, avec objectivation simultanée du signal enregistré. Le patient doit corriger sa préhension à la suite du signal sonore ou visuel.

La technique semble efficace, même chez un patient au déficit avéré. Inglis *et al.* (110), à la suite d'un essai comparatif croisé en deux sessions de 20 jours, l'une de kinésithérapie conventionnelle associée à l'*EMG-Biofeedback*, l'autre de kinésithérapie seule, concluaient à la supériorité de l'association des deux prises en charge.

Schleenbaker et Mainous (206) ont réalisé une méta-analyse à partir de huit études comparatives, dans laquelle l'*EMG-Biofeedback* était la variable indépendante. Le critère était fonctionnel (participation aux AVQ) et non analytique (force et spasticité). Cette étude conclut à l'efficacité de l'*EMG-Biofeedback* chez l'hémiplegique, même à la phase chronique. Moreland et Thomson (207) utilisent dans leur méta-analyse des critères plus « stricts », pour ne retenir que les essais contrôlés randomisés en simple aveugle, à partir de six études sélectionnées, et en ne retenant que des critères fonctionnels. Ils notaient une tendance à la supériorité sans signification statistique de l'association *EMG-Biofeedback* et kinésithérapie conventionnelle, sur la kinésithérapie seule. Bien que l'*EMG-Biofeedback* soit souvent utilisé en pratique courante de rééducation, les preuves de son efficacité comme adjuvant de la kinésithérapie font défaut. Le bénéfice apparaît plus fonctionnel qu'analytique.

► **Intérêt de la rééducation par rétroaction visuelle modifiée (thérapie miroir)**

Ramachandran et Rogers-Ramachandran ont développé en 1996 un système original de « boîte de réalité virtuelle » pour traiter les douleurs du membre fantôme chez les amputés du membre supérieur. Par ce système de miroir, la personne a une vision de sa main saine simulant la présence de sa main amputée (208). Cette méthode de représentation inversée de la main saine a été ensuite utilisée dans d'autres pathologies comme l'AVC.

Les revues de la littérature (cf. tableau 25) considèrent la thérapie miroir comme une modalité de thérapie par imagerie mentale. Il s'agit d'une pratique bien spécifique, qui ne répond pas aux critères standards de l'imagerie mentale telle qu'elle est pratiquée par les sportifs. Si Sionneau *et al.* (209) restent relativement optimistes sur l'usage de la thérapie miroir chez l'hémiplegique, les résultats semblent toutefois contradictoires. L'effet sur la récupération semble positif à court terme, mais l'impact à long terme fait l'objet de controverses.

Giroux *et al.* (210, 211) proposent un début entre le 15^e et le 30^e jour post-ictus, réalisé cinq fois par semaine. Ils se fondent sur le fait que l'exécution et l'apprentissage d'un geste de la main résultent d'un ajustement permanent du « plan moteur » désiré en fonction des afférences proprioceptives et visuelles. Le matériel se compose d'un ordinateur, d'une

caméra vidéo et de deux miroirs accolés derrière lesquels est placée la main du patient. Le patient regarde un premier miroir orienté à 45° qui reflète l'image projetée du moniteur vidéo situé au-dessus. Un logiciel permet d'enregistrer les mouvements de la main saine et de piloter les afférences visuelles lors des mouvements de la main déficiente.

► Intérêt du *feedback* dans la correction de la latéropulsion

L'intérêt du *feedback* pour corriger la latéropulsion des malades hémiplegiques a été montré par Biltiau et Mignolet en 1994 (212).

L'étude de Yavuzer *et al.* montre un effet sur la symétrie de l'appui au sol, mais pas sur l'inclinaison axiale (213).

2.8.3 *Posturofeedback* ou rétroaction posturale (*biofeedback, force and position feedback*)

2.8.3.1 Définition

Le *posturofeedback* est une technique d'apport informatif instantané sur la qualité de l'équilibre postural du sujet pour la réalisation d'exercices correcteurs.

2.8.3.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Cette technique suppose que la vicariance ou le renforcement des informations sensibles par un dispositif technologique permet un meilleur apprentissage.

2.8.3.3 Objectifs, indications et critères d'évaluation

La rééducation debout avec *feedback* est à proposer aux malades ayant des difficultés en station debout (214, 215).

En théorie, on pourrait limiter l'utilisation d'un retour d'informations lorsque celles-ci sont absentes (en pratique en cas d'anesthésie). On peut alors être certain que le *feedback* réalise une véritable action. En pratique, le *feedback* est aussi utilisé pour renforcer des informations présentes, mais supposées insuffisantes par le thérapeute.

2.8.3.4 Description technique et variantes

L'étude de l'équilibre est réalisée en station debout maintenue pendant une durée déterminée. La rééducation est assurée par *feedback* visuel et/ou auditif. Il s'agit le plus souvent de modifier ou de corriger sa position en fonction des informations présentées sur un écran et placé à une distance correspondant au repos oculaire du patient.

Une plate-forme de forces (à deux dimensions) calcule le centre de pression de la base de sustentation du sujet et reporte cette coordonnée dans un environnement virtuel plus ou moins complexe et/ou ludique.

2.8.3.5 Facteurs limitants

Les facteurs limitants sont identiques aux autres techniques de *feedback*.

Cette technique ne peut être appliquée que si les conditions mécaniques ou motrices peuvent permettre le contrôle de la posture. Elle ne peut donc être employée qu'en cas de récupération au moins partielle.

2.8.3.6 Validité scientifique

Divers auteurs (216) ont montré une amélioration des résultats cliniques et fonctionnels chez les hémiplegiques de tout âge et toute étiologie.

Parmi les nombreuses études concernant la rééducation motrice du membre inférieur et la marche (194, 195), celle de Borde *et al.* (217) a montré que les hémiplegiques modifiaient le déport de poids (transferts d'appui) du côté parétique ou plégique, alors qu'aucune différence n'était notée dans la direction antéro-postérieure. Martin *et al.* (218) ont mis en

évidence un parallélisme entre le mauvais résultat fonctionnel et l'évitement du côté hémiparétique, tandis que l'on notait un hyper-appui du côté pathologique, le résultat fonctionnel est jugé très satisfaisant.

L'efficacité du *baro-biofeedback*, comparativement aux techniques classiques sur l'équilibre postural, a été documentée par plusieurs auteurs (217, 219-221). Son impact sur la qualité de la marche a été peu étudié et reste discuté (221). Winstein *et al.* (221) ont montré l'amélioration de l'équilibre statique par une amélioration de la balance latérale et de la distribution du poids du corps vers le côté parétique pour les patients ayant bénéficié de *baro-biofeedback* comparativement à la rééducation classique.

Certaines études (222) ont montré qu'un entraînement sur plate-forme avec *feedback* visuel améliore les mesures de stabilité bilatérale des patients hémiparétiques et/ou ataxiques après AVC. Cette observation n'est pas confirmée par différentes méta-analyses (cf. tableau 7).

La méta-analyse, publiée par la *Cochrane Library* en 2004 (215), ne retrouve pas de preuve suffisante d'amélioration de l'équilibre. Un effet positif a été montré sur l'entraînement à la symétrie de l'appui, mais pas sur les oscillations en station debout. La méta-analyse suggère que l'association des plates-formes de force et de l'évaluation clinique permet de donner une représentation plus complète de l'équilibre après AVC.

La méta-analyse de van Peppen *et al.* en 2006 (214), comprenant huit études dont six randomisées portant sur 214 sujets, confirme l'absence d'effet significatif du *feedback* visuel sur plateau de force comparé aux rééducations standards sur la symétrie de la distribution du poids entre côté sain et côté atteint ni sur les oscillations, le contrôle de l'équilibre, la facilité de marcher et la vitesse de marche.

Les recommandations canadiennes (35) concluent curieusement qu'il existe un haut niveau de preuve que ces techniques de rééducation de la posture améliorent les résultats post-AVC, certaines techniques semblant plus efficaces que d'autres. L'approche a été faite globalement sur l'ensemble des techniques employées (retour visuel, entraînement par la tâche, utilisation de plates-formes, association à un renforcement et entraînement par pédalage). Compte tenu de l'hétérogénéité des traitements proposés, les auteurs n'arrivent pas à déterminer quelle technique doit être recommandée. Vingt-trois ECR ont été colligés depuis 1988. Onze méthodes différentes ont été employées, depuis le *biofeedback* jusqu'au tai-chi en passant par les exercices conventionnels de travail de l'équilibre assis ou debout. Cinq ECR concernent le *biofeedback*, mais l'un est probablement la copie de l'autre (exactement le même délai des deux groupes) avec des auteurs similaires. À la phase aiguë, les études de Cheng *et al.* en 2001, portant sur 54 sujets répartis en deux groupes (223), et Chen *et al.* en 2002, portant sur 41 sujets répartis en deux groupes, retrouvent un effet positif pour la première sur le transfert assis-debout, mais aucun effet strictement postural, et pas d'effet positif sur la posture pour la seconde excepté pour des sous-tests de la mesure d'indépendance fonctionnelle (224). Yavuzer *et al.* en 2006, dans une étude portant sur 50 sujets répartis en deux groupes, ne retrouvent pas de différence entre les groupes sur les paramètres de marche mesurés en analyse tridimensionnelle (213). Geiger *et al.* en 2001, sur 13 patients répartis en deux groupes, ne retrouvent pas non plus d'amélioration de la marche (225) (cf. tableau 8).

2.8.4 Recommandations relatives au *biofeedback*

Le *goniofeedback* du genou est recommandé pour améliorer la marche (grade C).

Le *myofeedback* appliqué au membre inférieur est recommandé pour améliorer le potentiel de marche (grade C). En revanche, l'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de cette technique pour améliorer la posture et l'équilibre, ni la fonction du membre supérieur.

La stimulation électrique fonctionnelle (SEF) couplée au *myofeedback* est recommandée en association avec la rééducation conventionnelle pour améliorer la fonction du membre supérieur (grade B), lors des phases subaiguë et chronique de l'AVC.

Tableau 7. Rééducation de la posture et de l'équilibre par *feedback* visuel

Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Barclay-Goddard et al., 2004 (215)	Déterminer si le BFB améliore l'équilibre debout des malades après AVC.	Plate-forme avec <i>feedback</i> visuel et auditif.	Revue systématique de la littérature de 1966 à mai 2003. 7 ECR. I = 127. C = 119.	Pas de preuve nette permettant d'affirmer que l'usage d'une plate-forme de force améliore cliniquement l'équilibre debout. Cependant, un effet positif est retrouvé concernant la symétrie de position mais pas les oscillations, en station debout ni dans les mesures d'indépendance.	L'effet positif sur la symétrie de la position debout peut être associé à l'évaluation pour donner une image plus complète de l'équilibre après AVC.	1
Van Peppen et al., 2006 (214)	Contrôle de la symétrie posturale en station debout bipodale.	Contrôle par <i>feedback</i> visuel.	Revue systématique de la littérature. 8 ECC (6 ECR, 2 ECC). n = 238. I = 124. C = 114.	Pas de différence entre BFB visuel et rééducation standard.	Les résultats montrent qu'il est préférable de rechercher le contrôle postural durant les tâches de marche. Mais le niveau de preuve est limité pour affirmer l'intérêt du BFB dans le contrôle postural.	1
Januário et al., 2010 (222)	Stabilité posturale.	Plate-forme avec <i>feedback</i> visuel.	ECC. I = 38. C = 0.	Un entraînement sur plate-forme avec <i>feedback</i> visuel améliore les mesures de stabilité bilatérale des patients hémiplésiques et/ou ataxiques après AVC.		4
Walker et al., 2000 (226)	L'étude a comparé l'entraînement avec le BFB visuel de la position du centre de gravité avec la	Équilibre par BFB visuel. Phase subaiguë (dans les 80 jours suivant l'AVC).	ECR. n = 46 (GE1 = 16 ; GE2 = 16 ; GC = 14).	Le BFB visuel ou l'entraînement standard de l'équilibre en complément d'une rééducation conventionnelle n'apporte aucun bénéfice supplémentaire aux stades de début de l'AVC.		2

Tableau 7. Rééducation de la posture et de l'équilibre par <i>feedback</i> visuel						
Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
	rééducation conventionnelle après la phase aiguë de l'AVC.					
Geiger et al., 2001 (225)	Étudier si l'association de la technique de BFB visuel sur plateaux de force augmente les effets des autres interventions de rééducation sur l'équilibre et la mobilité après AVC.	Équilibre par <i>biofeedback</i> visuel sur plate-forme chez des patients en rééducation de ville (de 15 à 538 jours après AVC).	ECR. n = 13.	Bien que les deux groupes aient montré une amélioration après quatre semaines de rééducation, aucun effet supplémentaire n'a été retrouvé dans le groupe ayant eu un programme de BFB visuel sur plateau de force combiné avec une autre rééducation.		4
Kerdoncuff et al., 2004 (216)	Étudier l'effet du BFB visuel dans la gestion des troubles de l'équilibre après AVC.	Équilibre par <i>biofeedback</i> visuel pour les patients après AVC, capables de tenir debout sans aide.	ECR. n = 27 (GE = 13 ; GC = 14).	Tous les patients ont obtenu une amélioration clinique et fonctionnelle. Cependant, ceux qui ont eu une amélioration avec le BFB ont eu une amélioration significative des paramètres sur le plateau de force les yeux fermés.		4
Yavuzer et al., 2006 (213)	Rechercher les effets de l'entraînement de l'équilibre au moyen de la technique de	Effet sur la marche du BFB par plate-forme de force à la phase chronique.	ECR. Examineur aveugle. n = 41 (GE = 22 ; GC = 19).	L'entraînement de l'équilibre au moyen de la technique de BFB en association avec un programme de rééducation conventionnelle de patients hospitalisés est bénéfique pour améliorer le contrôle postural et l'appui du poids du corps sur le côté atteint au cours de la marche à distance de		4

Tableau 7. Rééducation de la posture et de l'équilibre par <i>feedback</i> visuel							
Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude		Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			Nb d'études n (total)	I (intervention) C (contrôle)			
	BFB sur plateaux de force sur les caractéristiques quantitatives de la marche des patients hémiparétiques.				l'AVC.		
Eser et al., 2008 (227)	Rechercher les effets de l'entraînement de l'équilibre au moyen de la technique de BFB sur plateaux de force sur la récupération de la mobilité et le niveau d'activité des patients hémiparétiques après AVC.	BFB par plate-forme de force à la phase subaiguë (moyenne six mois).	ECR. Examineur aveugle. n = 41 (GE = 22 ; GC = 19).		Dans le groupe expérimental, l'entraînement à l'équilibre combiné avec un programme de rééducation conventionnelle n'apporte pas un bénéfice supplémentaire sur le plan de la récupération motrice du membre inférieur et du niveau d'activité.		4

BFB: *biofeedback*.

ECC : essai clinique comparatif.

ECR : essai clinique randomisé.

Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Jonsdottir et al., 2010 (228)	Efficacité de l'EMG- <i>Biofeedback</i> pour améliorer la marche.	Effet de l'EMG-BFB appliqué sur le muscle gastrocnémien comme tâche orientée, à la marche à la phase chronique.	ECR. n = 20 (GE = 10 ; GC = 10).	L'étude montre une amélioration sur le pic de puissance de la cheville, la vitesse de marche et la longueur du pas.		4
Woodford et Price, 2007 (229)	Effet du <i>biofeedback</i> sur la récupération après AVC.	Bénéfice supplémentaire apporté par l'EMG-BFB dans la récupération fonctionnelle.	Méta-analyse. 13 études. n = 269.	Malgré le petit nombre d'études, les résultats montrent que l'EMG-BFB associé à une rééducation standard améliore la puissance musculaire, la récupération fonctionnelle et la qualité de la marche si l'on compare à la rééducation standard seule.		1
Chen et al., 2002 (224)	Évaluer l'effet <i>a posteriori</i> (après six mois) d'un programme d'équilibre par BFB visuel sur plate-forme.	Maintien de l'effet à distance de l'entraînement de l'équilibre par BFB visuel avec le <i>SMART-Balance Master</i> chez des patients capables de marcher.	ECR. n = 41.	Le groupe BFB examiné six mois après l'entraînement a montré une différence avec le GC significative de l'équilibre dynamique, de la réalisation des AVQ.	Pas de différence significative avec le GC concernant l'équilibre statique, la locomotion et les scores de mobilité (MIF).	4
Heller et al., 2005 (230)	Amélioration sur la marche.	Entraînement à la station debout par un moniteur BFB à la phase subaiguë (trois premiers mois post-AVC).	ECR. n = 26 (GE = 13 ; GC = 13).	Les deux groupes ont progressé. Le bénéfice du GE suggère un bénéfice du BFB visuel sur la plate-forme sur l'anticipation de l'équilibre en comparaison avec la rééducation standard. L'évaluation de la marche a montré un allongement significatif du temps d'appui sur le pied atteint.		4

AVQ : activités de la vie quotidienne.

BFB: *biofeedback*.

ECR : essai contrôlé randomisé.

EMG-BFB : EMG-*Biofeedback*.

MIF : mesure d'indépendance fonctionnelle.

2.9 Electrothérapie

2.9.1 Electrostimulation

2.9.1.1 Définition

Il s'agit de stimulations électriques appliquées à des fins thérapeutiques sur les muscles (points moteurs, corps charnus ou tronc nerveux) au moyen d'électrodes, suivant une fréquence, une forme et une durée d'impulsion et une intensité déterminées.

2.9.1.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

La physiologie de l'électrostimulation musculaire est complexe. En effet, l'application d'un courant électrique par voie transcutanée a une action directe sur la contraction musculaire, mais entraîne aussi de multiples actions indirectes sur les voies afférentes : stimulation du muscle, stimulation des fuseaux neuromusculaires et donc des afférences Ia et II, stimulation d'afférences de plus petits calibres que recrute la neurostimulation électrique transcutanée (*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*, TENS). Les effets de l'électrostimulation musculaire ne sont pas tous maîtrisés, mais son efficacité sur différents symptômes est indéniable.

Son utilisation dépasse très largement le cadre de la rééducation, puisqu'elle est employée dans diverses autres applications et en particulier le sport.

2.9.1.3 Historique

On peut faire remonter l'origine de l'électrostimulation musculaire à Julio Galvani en 1790, qui appliqua un courant électrique sur les muscles de grenouilles. Répondant à cette stimulation, il ouvrait ainsi des perspectives majeures sur la physiologie de la contraction musculaire.

2.9.1.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

Au sein des applications de rééducation, l'électrostimulation est appliquée dans de nombreux domaines pour suppléer la commande musculaire déficiente, alors appelée « stimulation électrique fonctionnelle » (SEF), développée dans le chapitre suivant.

Le renforcement musculaire est sa première application, par analogie au renforcement musculaire sur commande saine (sport, pathologies de l'appareil locomoteur). Réduire la spasticité est un objectif propre à la pathologie neurologique. D'autres objectifs (réduction de la douleur, amélioration de la fonction, réduction de la spasticité, etc.) peuvent être adoptés dans les protocoles de soins. Pour chaque objectif, les critères d'évaluation habituels (force musculaire manuelle ou métrique, échelles d'Ashworth, échelles fonctionnelles, etc.) sont retrouvés dans la littérature.

2.9.1.5 Description technique et variantes

L'électrostimulation peut être appliquée directement en regard du muscle cible ou en regard du nerf qui le commande. Dans ce dernier cas, la stimulation n'est pas sélective d'un seul muscle. Les fréquences de stimulation sont variables (40 hertz pour Cheng *et al.* (231) par exemple).

2.9.1.6 Facteurs limitants

Dans les suites de l'AVC, il existe peu de contre-indications à l'électromyostimulation. Cette technique peut être mal tolérée en cas de douleurs neuropathiques associées avec hyperpathie ou allodynie.

Une attention particulière doit être portée aux risques potentiels de brûlure électrique, notamment dus aux courants polarisés, en cas de déficit sensitif superficiel important.

2.9.1.7 Validité scientifique

La neurostimulation électrique transcutanée (*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*, TENS) a fait l'objet de plusieurs publications. Pourtant, son effet est contesté (cf. tableau 10). La stimulation appliquée 20 minutes à une fréquence de 100 Hz est reconnue pour avoir un effet d'inhibition sur le réflexe d'étirement comme l'a montré l'étude de Potisk *et al.* sur 20 patients souffrant d'une hémiplegie spastique (232). André *et al.* (233) font état de l'inefficacité des TENS à basse fréquence sur la spasticité. Il apparaît néanmoins, d'après ces auteurs, que les TENS augmentent l'effet des injections de toxine botulique dans le traitement de la spasticité du membre inférieur.

Les recommandations canadiennes (35) indiquent un fort niveau de preuve quant à l'efficacité de la stimulation électrique fonctionnelle sur l'amélioration de la marche.

La revue de la littérature comporte 13 ECR datant de moins de 10 ans, dont quatre avec un très bon score méthodologique. Deux études sur l'AVC chronique (234, 235) chez respectivement 32 et 29 patients montrent une amélioration du *Tinetti Gait Test* et du score de Fugl-Meyer pour la première, et de la qualité de vie pour la seconde, après stimulation électrique fonctionnelle pratiquée pendant 12 semaines, 1,5 heure par jour, quatre jours par semaine pour la première et entre la 12^e et la 26^e semaine pour la seconde. Deux études à la phase subaiguë (236, 237) montrent des résultats comparables à l'entraînement mécanisé de la marche pour la première, et pas de différence par rapport à une stimulation factice dans le second groupe. Sur la base de ces études de bon niveau méthodologique, il semble donc que les dispositifs implantés sur des patients cérébro-lésés vasculaires chroniques apportent un bénéfice réel au patient alors que l'efficacité ne semble pas avérée à la phase subaiguë.

Pour le membre supérieur, les recommandations canadiennes montrent qu'il existe un fort niveau de preuve pour l'efficacité de la stimulation électrique fonctionnelle sur la fonction du membre supérieur à la phase subaiguë (35). Parmi les sept études publiées après l'année 2000, une seule ne trouve aucun effet positif comparativement à une thérapie conventionnelle (238). Les autres (239-244) montrent une amélioration fonctionnelle du membre supérieur. L'amélioration du score moteur de Fugl-Meyer est controversée : négative pour Kowalczewski *et al.* 2007 (240) et positive pour Hsu *et al.* 2010 (239). On observe toutefois qu'aucune étude n'a un score PEDro supérieur à 6 pour cette population.

Le même constat est fait sur les AVC chroniques. Pour cette population, cinq études de bon ou très bon niveau méthodologique sont recensées : trois études ne trouvent pas de différence entre les groupes (245-247), deux autres (248, 249) montrent une amélioration fonctionnelle, et pour la première du score moteur de Fugl Meyer. Si l'on considère uniquement les études de haute qualité méthodologique, les résultats semblent plus nuancés et contradictoires quant à l'efficacité de la stimulation électrique fonctionnelle du membre supérieur chez les patients cérébro-lésés vasculaires chroniques. Il faut enfin remarquer qu'aucune des cinq études précitées n'inclut plus de 26 sujets (23, 26, 22, 20 et 16 respectivement).

Les essais contrôlés randomisés concernant l'électrostimulation non fonctionnelle après AVC sont rares et les domaines investigués très variables (cf. tableau 12). Les résultats obtenus par cette technique montrent peu d'efficacité pour améliorer la marche, mais les travaux sont réalisés sur un nombre limité de patients et très difficilement comparables.

L'électrostimulation du membre supérieur est pratiquement toujours à visée fonctionnelle. Les orientations positives des recommandations canadiennes (35) ne reposent pas sur une distinction du délai d'application de la méthode qui semble pourtant jouer un rôle majeur dans l'AVC.

2.9.1.8 Recommandations

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de l'électrostimulation musculaire lors des phases subaiguë et chronique de l'AVC.

Des études doivent être réalisées pour confirmer l'amélioration fonctionnelle apportée par l'électrostimulation.

Tableau 9. Électromyostimulation

Étude	Thème de l'étude Symptomato- -logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Cauraugh et Kim, 2003 (250)	AVC chronique.	Répétition aidée par électro-stimulation.	34 AVC chroniques ont été randomisés en trois groupes : - C (n = 6) : aucun traitement ; - I1 et I2 (n = 12) : pratique de 90 min/j 4 j/7 pendant deux semaines de I1 : mouvements de flexion-extension du poignet, coude épaule assistés par électrostimulation avec 10 répétitions successives de chaque, I2 les stimulations sont dans un ordre aléatoire avec changement des électrodes entre chaque stimulation. Les critères suivants ont été évalués juste après le traitement : <i>Box and Block</i> , temps de réaction et enregistrement EMG pendant un mouvement résisté.	Le nombre de blocs déplacés et le temps de réaction augmentent significativement dans les deux groupes traités, mais pas dans le groupe C. On n'observe pas de différence entre les groupes I1 et I2 avec le <i>Box and Block</i> , alors que le groupe I1 a une réduction du temps de réaction plus importante que I2.	Cette étude montre que la répétition de tâches augmente la performance du membre supérieur après AVC chronique, mais que l'ordre de réalisation des répétitions influe peu sur la performance mais peut influencer sur le temps de réaction. La durée de rétention de l'effet positif n'est pas mesurée.	2
Peurala et al., 2005 (251)	AVC chronique.	<i>Gait trainer</i> et électro-stimulation fonctionnelle.	45 AVC chroniques ont été randomisés en trois groupes : - I1 : <i>gait trainer</i> avec électrostimulation fonctionnelle (ESF) sur les deux muscles les plus faibles du membre inférieur parétique ; - I2 : <i>gait trainer</i> sans ESF ; - C : marche sur le sol. Chaque séance dure 20 min 5 j/sem pendant trois semaines (15 séances). L'évaluation est faite sur les critères suivants : test des 10 m de marche, test des 6 min, stabilité posturale par la vitesse moyenne de déplacement antéro-postérieure et latérale du centre de pression, score d'Ashworth, <i>Modified Motor Assessment Scale</i> et échelle de Borg (perception de l'effort).	Aucune différence significative n'est observée entre les groupes pour aucune variable. L'effet de taille entre I1 et C est de 92 (important), de 70 (moyen) entre I2 et C et de 25 (faible) entre I1 et I2. La stimulation électrique a été principalement appliquée sur les extenseurs du genou et de la hanche dans I1. La perception de l'effort n'a pas été différente entre les groupes. La distance de marche cumulée sur les	Cette étude semble indiquer que l'entraînement à la marche de patients présentant un AVC chronique permet une amélioration des performances de marche et de stabilité. Elle ne montre pas de supériorité nette du système d'entraînement à la marche.	2

Tableau 9. Électromyostimulation						
Étude	Thème de l'étude Symptomato-logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
				15 séances est en moyenne de 6 906 m pour I1, 6 523 m pour I2 et 4 871 m pour C.		
Tong et al., 2006 (236)	AVC à la phase subaiguë.	Électrostimulation pendant la marche sur système mécanisé d'entraînement.	46 AVC subaigus ont été randomisés en trois groupes : - I1 (n = 15) : <i>gait trainer</i> avec électrostimulation fonctionnelle (ESF) sur le quadriceps et le nerf péronier ; - I2 (n = 15) : <i>gait trainer</i> sans ESF ; - C (n = 16) : marche sur le sol. Chaque séance dure 20 min 5 j/sem pendant quatre semaines (20 séances). L'évaluation a été faite sur les critères suivants : test de vitesse maximale sur 5 m, <i>Elderly Mobility Scale</i> (EMS), <i>Berg Balance Test</i> , FAC, <i>Motricity Index</i> , index de Barthel (BI).	I1 et I2 n'ont présenté aucune différence d'évolution entre eux, mais une augmentation significative de la vitesse maximale de marche, du <i>Motricity Index</i> , de la FAC, de l'EMS par rapport au groupe contrôle.	Cette étude semble montrer l'intérêt de l'entraînement électromécanique de la marche après AVC subaigu sans que l'intérêt d'une électrostimulation fonctionnelle associée n'apparaisse clairement. L'absence de mesure de l'effet à distance ne permet toutefois pas de conclure sur une efficacité à moyen terme.	2
Pomeroy et al., 2006 (252)	AVC de toute phase de l'évolution.	Apprécier si l'électrostimulation améliore les capacités motrices fonctionnelles et les possibilités de réaliser les AVQ. Moyens utilisés : électrostimulation du système nerveux	Revue systématique de la littérature. 24 ECR. n = 888. I = 358. C = 339.	Quelques bénéfiques sont apportés par le réentraînement par stimulation neuromusculaire pour déficit moteur et pour AVQ.	Ces résultats doivent être interprétés comme positifs car associés à une rééducation conventionnelle.	1

Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Methodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		périphérique (canal unique, multicanaux, SEF, TENS).				
McDonnell et al., 2007 (253)	AVC à la phase subaiguë.	Entraînement du membre supérieur.	20 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes : - I : travail d'entraînement du membre supérieur pendant 60 min 3 j/7 pendant trois semaines avec stimulation électrique de muscles de la main pendant 1 h avant chaque session d'entraînement (intensité réglée pour une contraction musculaire à peine visible) ; - C : même entraînement avec stimulation électrique simulée avant les sessions. Les critères suivants ont été mesurés deux fois avant, juste après et trois mois après la fin de l'entraînement : paramètres de temps et de force lors d'une tâche de lever de charge (critère principal), excitabilité cortico-spinale par stimulation magnétique transcorticale, test ARA, score de Fugl-Meyer du membre supérieur, <i>Motor Activity Log</i> , force maximale pouce-index, vitesse maximale de <i>tapping</i> de l'index en 5 s.	Les mesures fonctionnelles progressent significativement dans les deux groupes, sans différence significative entre les groupes (l'augmentation est plus importante dans le groupe I). Certains paramètres de la tâche de lever de charge s'améliorent plus dans le groupe I. L'excitabilité cortico-spinale n'est pas modifiée après les trois semaines. Aucune différence entre les groupes n'est retrouvée à trois mois.	L'électrostimulation électrique associée à l'entraînement du membre supérieur n'apporte pas d'amélioration nette à court ou moyen termes dans le protocole utilisé.	2
Janssen et al., 2008 (254)	AVC chroniques.	Électrostimulation pendant le pédalage.	12 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes travaillant en temps équivalents 2 j/7 pendant six semaines : - I : avec électrostimulation musculaire ; - C : avec stimulation simulée (non efficace). Les critères suivants ont été mesurés avant et après intervention : capacité aérobie et rendement maximum, test des 6 min de marche, échelle	Aucune différence significative entre les groupes n'a été observée avec des améliorations ne portant pas sur la force ou le RMI, mais sur la capacité aérobie et le rendement maximum, sur le test des 6 min et l'échelle de	Cette étude ne retrouve pas d'effet de renforcement de l'électrostimulation musculaire sur un petit groupe de patients AVC.	2

Tableau 9. Électromyostimulation						
Étude	Thème de l'étude Symptomato- -logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			d'équilibre de Berg, force musculaire, <i>Rivermead Mobility Index</i> .	Berg.		
Hesse et al., 2008 (255)	AVC à la phase subaiguë.	<i>Reha-Slide</i> / stimulation électrique.	54 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes pratiquant, en plus de leur traitement standard, 20 à 30 min 5 j/7 pendant six semaines : - I : du <i>Robot Arm Trainer</i> (entraînement à la mobilité du poignet) ; - C : de l'électrostimulation des muscles extenseurs du carpe. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après intervention : FMMS, MAS, échelle MRC, test <i>Box and Block</i> .	Aucune différence significative n'a été retrouvée entre les groupes.	Cette étude ne montre pas d'efficacité supérieure du <i>Robot Arm Trainer</i> par rapport à l'électrostimulation dans une population d'AVC récents. Il s'agit de surcroît principalement d'un système mécanique non robotisé sans environnement virtuel associé.	2
Cheng et al., 2010 (231)	AVC chroniques.	Stimulation du <i>tibialis anterior</i> .	15 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes travaillant 45 min 3 j/7 pendant quatre semaines, dont 15 min par séance de déambulation et 30 min : I (n = 8) : de stimulation des muscles de la loge antérieure associée à une activation volontaire des dorsiflexeurs ; C : d'exercices de travail d'amplitude et de renforcement général. Les paramètres suivants ont été évalués avant et après intervention : force musculaire maximale des fléchisseurs dorsaux de la cheville mesurée par un dynamomètre, indice électromyographique de la spasticité, amplitude de flexion dorsale active à l'attaque du pas mesurée par goniomètre, indices d'équilibre fournis par le système <i>Balance Master</i> , paramètres spatio-temporels de la marche évalués sur <i>GAITRite</i> , échelle <i>Emory Functional</i>	Le groupe I montre une amélioration significativement plus importante de la spasticité, de la symétrie de la marche et de l'EFAP.	Cette étude montre sur un petit groupe de patients ayant un AVC chronique que l'application d'un protocole d'électrostimulation permet d'améliorer la fonction globale de déambulation et la spasticité des patients, sans modifier la force musculaire. L'indice de spasticité étant complexe et électromyographique, sa pertinence clinique reste à démontrer. L'amélioration de l'EFAP est essentiellement liée à des tâches de passage d'obstacles et de montée de marches plus	2

Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Methodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			<i>Ambulation Profile</i> (EFAP), associant le test de marche sur 5 m, le <i>Timed Up and Go Test</i> et trois autres tâches fonctionnelles chronométrées.		que par les performances de marche qui ne s'améliorent pas différemment selon les groupes.	
Ambrosini et al., 2011 (256)	AVC à la phase subaiguë.	Pédalage sous électro-stimulation fonctionnelle.	35 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes : - I : séances de pédalage de 25 min 5 j/7 pendant quatre semaines avec stimulation électrique fonctionnelle ; - C : mêmes séances avec stimulation électrique factice. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, juste après et trois à cinq mois après : vitesse de marche (sur 50 m), <i>Motricity Index</i> , <i>Trunk Control Test</i> , <i>Upright Motor Control Test</i> , travail moyen du membre parétique, asymétrie du travail entre membres parétique et sain.	Aucune amélioration n'a été observée dans le groupe C. Dans le groupe I, le travail du membre parétique et le pourcentage d'asymétrie ne se modifient pas significativement contrairement aux autres variables. Aucune modification des variables n'est notée pour I comme pour C entre l'évaluation après et à distance.	Cette étude montre que la stimulation électrique fonctionnelle associée au pédalage permet une amélioration des performances motrices que n'apporte pas le pédalage simple sur un groupe limité d'AVC subaigus capables de marcher à vitesse lente (moyenne 0,10 m/s sd 0,25 dans I et C).	2

AVQ : activités de la vie quotidienne.

ECR : essai contrôlé randomisé.

EFAP: *Emory Functional Ambulation Profile*.

EMG : électromyographie.

EMS: *Elderly Mobility Scale*.

FAC: *Functional Ambulation Categories*.

FMMS : score de Fugl-Meyer du membre supérieur.

MAS: *Mobility Assessment Scale*.

MRC: *Medical Research Council*.

RMI: *Rivermead Mobility Index*.

sd: *standard deviation*.

SEF : stimulation électrique fonctionnelle.

TENS: *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*.

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Ng et Hui-Chan, 2009 (257)	Évaluer la TENS comme moyen d'amélioration des capacités de marche.	TENS de surface à la phase chronique.	ECR n = 109. 3 groupes (TENS, TENS + exercices, stimulation placebo + exercices).	Seul le groupe TENS + exercices a pu couvrir plus de distance à la fin de l'étude.	Les TENS augmentent l'efficacité de la rééducation en tâche orientée se traduisant par une augmentation des possibilités de marche.	2
Ng et Hui-Chan, 2007 (258)	Déterminer si la TENS combinée à une rééducation en tâche orientée d'un programme de rééducation à domicile améliore davantage la motricité volontaire que la rééducation seule ou aucun traitement.	TENS associée à une rééducation en tâche orientée à la phase chronique.	ECR.	n = 88 (quatre groupes).	Le groupe traité par TENS et tâche orientée a présenté une meilleure amélioration de la vitesse de marche et l'amélioration se maintient quatre semaines après la fin du traitement.	2
Yan et Hui-Chan, 2009 (259)	Apprécier l'efficacité des TENS appliquées sur les points d'acupuncture sur l'activité au niveau du membre inférieur.	TENS sur les points d'acupuncture à la phase aiguë de l'AVC.	n = 62 (en trois groupes, dont un groupe témoin).	Les résultats montrent une diminution significative de la spasticité en flexion plantaire et une augmentation concomitante de la force de la dorsiflexion de la cheville.	Le groupe des patients traités par TENS tend à marcher deux à quatre jours plus tôt que ceux ayant un placebo ou traités de manière conventionnelle.	2

ECR : essai contrôlé randomisé.

TENS: *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*.

2.9.2 Stimulation électrique fonctionnelle (SEF)

2.9.2.1 Définition

La stimulation électrique fonctionnelle (SEF) est l'application continue d'un courant électrique sur la peau, au niveau d'un point précis en regard d'un nerf ou d'un muscle, pour obtenir une contraction musculaire utile au mouvement.

2.9.2.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

La SEF est une application de l'électromyostimulation pour favoriser la contraction des muscles déficitaires à des fins fonctionnelles.

2.9.2.3 Historique

En 1961, Liberson *et al.* proposèrent l'utilisation de la stimulation électrique neuromusculaire à des fins fonctionnelles (260).

Son application comme stimulateur péronier, destiné à corriger électriquement le pied tombant de l'hémiplégique, reste l'application la plus répandue de la stimulation électrique fonctionnelle en pratique de rééducation.

2.9.2.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

La SEF a pour objectif, dans son application initiale, d'assister le mouvement fonctionnel de flexion dorsale du pied au cours de la phase oscillante de la marche dans les affections du système nerveux central. Les impulsions électriques sont utilisées pour compenser le déficit de commande des releveurs du pied ou les effets délétères de la spasticité des muscles gastrocnémiens en extension du pied (261, 262). Elle est également employée pour limiter les conséquences sur la spasticité du muscle gastrocnémien en extension du pied (261, 262).

L'utilisation de la SEF est reconnue pour son effet facilitant les mouvements actifs et l'amélioration de la fonction du membre supérieur (cf. tableau 11) (244), particulièrement sur les muscles extenseurs du poignet (263) (cf. tableau 11).

Bien qu'elle ne vise pas un intérêt fonctionnel direct, l'électrostimulation scapulaire continue contribue à la prévention de la subluxation inférieure de l'épaule déficitaire (188).

2.9.2.5 Description technique et variantes

L'application de la SEF en rééducation du membre inférieur consiste à placer sur la peau les électrodes, de manière à stimuler le muscle *tibialis anterior*. Son application est combinée à la rééducation classique. Les effets de la SEF portent sur la vitesse de marche, la longueur du pas, la cadence de marche.

La stimulation électrique du nerf fibulaire par stimulation d'un canal unique, pour empêcher la chute du pied dans l'AVC, a été introduite par Liberson *et al.* en 1961 (260).

La stimulation du muscle tibial antérieur et de l'extenseur des orteils diminue le risque de poser le pied sur son bord latéral (264).

La SEF en phase d'appui augmente la surface de l'empreinte plantaire et améliore la stabilité du sujet debout (265). Chez le cérébro-lésé, elle réduit le niveau d'effort à produire pour marcher et améliore les paramètres de marche (266).

La diversité méthodologique touche aussi bien la forme de l'impulsion, sa durée, sa fréquence que son intensité. En général, le stimulateur électrique portable délivre un courant de 20 à 250 μ s à une fréquence de 30 à 100 impulsions par seconde (Herz) au niveau du nerf fibulaire du membre inférieur atteint (267).

La SEF est souvent associée à d'autres techniques comme le pédalage (254, 268) pour soumettre le patient à un entraînement intensif du membre inférieur lésé (cf. tableau 12).

En 1994, Faghri *et al.* proposèrent une application la SEF à la phase aiguë de l'AVC pour prévenir la subluxation de l'épaule (269). Les résultats se sont montrés positifs pour des

stimulations de six à sept heures par jour, appliquées cinq jours par semaine sur une durée de six semaines.

Les systèmes appelés « orthèses hybrides » combinent une SEF et des orthèses mécaniques existantes.

2.9.2.6 Facteurs limitants

La stimulation par électrodes de surface est limitée aux muscles superficiels, réduisant le choix des muscles à stimuler.

Une des principales limites de la SEF est la fatigue musculaire rapide qu'elle entraîne par recrutement synchrone des fibres musculaires. Cette fatigue limite alors de façon importante la durée maximale de marche assistée par SEF (270).

2.9.2.7 Validité scientifique

Une revue systématique de la littérature de 1966 à 2006, réalisée par Glinsky *et al.* en 2007 (105), portant sur différentes affections neurologiques, dont 11 ECR (n = 387) sur l'AVC, n'a pas montré de différence significative avec la prise en charge rééducative standard par manque de données, mais une supériorité par rapport à une stimulation placebo. Une étude sur les articulations des doigts et du pouce, comparée aux effets des tâches fonctionnelles, suggère un effet bénéfique de la SEF (271).

Les stimulations électriques et les stimulations électriques activées volontairement sur les points « *triggers* » semblent plus efficaces que si elles ne portent pas sur les points « *triggers* » pour la récupération du membre supérieur. Il n'apparaît pas de paramètres spécifiques de stimulations déterminant l'efficacité des stimulations. Les effets sont observés aussi bien à la phase aiguë, subaiguë que chronique. Moins le déficit est sévère, meilleurs sont les résultats, selon la revue systématique de la littérature de de Kroon *et al.* entre 1966 et 2003, portant sur 13 ECR (n = 578, dont 392 ont reçu des stimulations électriques) (263).

Les gains obtenus sont plus importants si la SEF est utilisée en association avec des exercices conventionnels (272).

La SEF a également été combinée avec l'EMG-*myofeedback* avec des résultats positifs sur la fonction du membre supérieur (9).

Pour une amélioration du contrôle moteur, les paramètres à utiliser ne sont pas clairement définis (263).

La stimulation électrique du membre supérieur doit être commencée tôt à la phase aiguë (273), dès la première semaine, mais son intensité n'est pas précisément définie (274).

Chez l'hémiplégique à la suite d'un AVC, la marche assistée par SEF a connu quelques succès, mais les preuves de son efficacité sont encore limitées (270).

2.9.2.8 Recommandations

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de la stimulation électrique fonctionnelle (SEF) pour la récupération du membre supérieur.

La stimulation électrique fonctionnelle (SEF) est recommandée pour améliorer les paramètres de marche (grade C).

Tableau 11. Stimulation électrique fonctionnelle du membre supérieur

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
De Kroon et al., 2005 (263)	Contrôle moteur du membre supérieur.	Stimulations électriques (<i>Positional Feedback Stimulation Therapy</i> , EMG- stimulation, stimulation électrique neuro- musculaire, électro- acupuncture).	Revue systématique de la littérature. 19 ECC (12 ECR, 4 ECC, 3 séries de cas). n = 578. I = 392.	Il apparaît que les stimulations électriques sur les « <i>trigger points</i> » ou activées volontairement (<i>auto-move</i>) montrent plus d'amélioration du contrôle moteur que les stimulations « <i>non- triggered</i> ».	Aucune relation n'a pu être montrée entre les paramètres de stimulation, durée du traitement, caractéristiques des sujets stimulés et les résultats des stimulations.	1

ECC : essai clinique comparatif.

ECR : essai contrôlé randomisé.

EMG : électromyographie.

Tableau 12. Stimulation électrique fonctionnelle du membre inférieur

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Kesar et al., 2009 (275)	L'objectif de l'étude est de tester les effets immédiats de la SEF sur les muscles fléchisseurs plantaires durant la phase d'appui et dorsaux de cheville durant la phase oscillante et la phase d'appui au cours de la marche après AVC.	Effet de la SEF sur la marche à la phase chronique.	Protocole pré-test post-test. n = 13.	La stimulation par SEF des fléchisseurs plantaires et dorsaux permet la correction de différentes articulations (cheville, genou) durant les différentes phases de la marche. Cette étude souligne l'intérêt de stimuler les fléchisseurs plantaires.		2
Sabut et al., 2010 (276)	Évaluer l'efficacité clinique de la SEF sur le muscle <i>tibialis anterior</i> sur la restauration de la marche et l'amélioration de la récupération motrice après AVC.	Effet de la SEF sur le muscle tibial antérieur sur la marche de patients spastiques après AVC.	ECR. n = 30 (deux groupes).	Les résultats suggèrent que la SEF combinée à une rééducation conventionnelle améliore la capacité de la marche et la récupération motrice par rapport à la thérapie conventionnelle seule.		4
Embrey et al., 2010 (277)	Évaluer si l'activation des muscles fléchisseurs plantaires et dorsaux par SEF programmée améliore la marche dans l'hémiplégie vasculaire.	Effet de la SEF sur la marche à la phase chronique de l'AVC.	<i>Cross-over</i> avec randomisation. n = 28.	La SEF des fléchisseurs plantaires et dorsaux suivant un rythme similaire à la marche de l'adulte associée avec un temps de marche quotidien améliore les capacités de marche dans l'hémiplégie vasculaire.		2

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Sabut et al., 2010 (278)	Étudier les effets de la SEF sur le muscle <i>tibialis anterior</i> , combinée avec un programme de réhabilitation conventionnelle sur la vitesse et l'effort à la marche, les activités de l'EMG de surface et les réponses métaboliques pour le pied tombant des AVC.	Effet combiné de la SEF et de la rééducation conventionnelle sur la marche à la phase subaigüe de l'AVC (plus de trois mois).	ECR. n = 15.	Les résultats expérimentaux montrent une amélioration significative du signal EMG du muscle <i>tibialis anterior</i> qui reflète une augmentation de la force musculaire, une augmentation de la vitesse de marche entre le début et la fin de l'essai. Des améliorations ont été également constatées au niveau cardio-vasculaire (réduction de la consommation d'oxygène, de la production de dioxyde de carbone) ; une réduction de la fréquence cardiaque et du coût de l'énergie au cours de la marche avec dispositif SEF.		4
Hakansson et al., 2011 (279)	Tester l'effet d'un entraînement de 12 semaines de marche rapide avec SEF sur le processus de récupération de la marche.	Effet de la méthode <i>FastFES</i> sur les indicateurs de la marche.	Protocole pré-test post-test. n = 11.	La marche rapide avec SEF a la capacité d'augmenter la vitesse de marche et de réduire la dépense d'énergie au cours de la marche.		4

ECR : essai contrôlé randomisé.

EMG : électromyographie.

SEF : stimulation électrique fonctionnelle.

2.10 Répétition de tâches (*repetitive task training*) ou tâches orientées

2.10.1 Définition

Il s'agit de la répétition d'une même séquence de mouvements dans le but d'en améliorer l'exécution. Elle est pratiquement systématiquement associée à la rééducation par tâche orientée. Il n'existe pas réellement de définition précise dans la littérature de la « tâche orientée ».

L'activité motrice est organisée autour d'un objectif et réalisée sous les contraintes générées par l'environnement (280).

2.10.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Cette approche rééducative se fonde sur les théories de l'apprentissage et du contrôle moteur (*motor learning control*). Les tâches spécifiques et l'entraînement en contexte spécifique sont reconnus comme principes d'apprentissage moteur.

Il est suggéré que l'entraînement rééducatif doit être adapté aux besoins du patient et réalisé dans son environnement (281). La répétition est utilisée pour favoriser la récupération motrice et ce d'autant plus que les exercices répétés s'approchent de l'activité fonctionnelle. La répétition favorise alors la connaissance du geste par le patient.

2.10.3 Historique

Dans les années 1970, James Gibson propose une approche écologique du contrôle moteur (282). Son concept stipule que l'apprentissage est modulé et adapté par l'environnement du sujet. Cette théorie s'oppose à celle de l'apprentissage sensori-moteur lié à l'interaction des entrées sensorielles et des effecteurs moteurs. Cette dernière suppose qu'en cas de lésion, on doit restaurer le contrôle sensori-moteur par une rééducation analytique de chaque sous-élément (posture, contraction musculaire, force, etc.) pour gérer de nouveaux apprentissages. Au contraire, la théorie de Gibson, reprise par Shumway-Cook et Woollacott (280) à partir des années 1990, vise à promouvoir l'apprentissage de la tâche par sa pratique dans l'environnement : l'interaction de la pratique de la tâche avec l'environnement permet l'amélioration de celle-ci.

2.10.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

Chaque exercice est spécifique de la tâche à apprendre : la préhension améliore la préhension, les exercices de marche améliorent la marche, le renforcement musculaire améliore la force musculaire (283-285).

2.10.5 Description technique et variantes

La rééducation est décrite comme une résolution de problèmes et un processus d'éducation mis en place dans le but de réduire incapacités et handicaps après la survenue de l'AVC en tenant compte du contexte (moyens à disposition et état clinique) (286, 287). La répétition de tâches est souvent associée à des activités qui améliorent le niveau cognitif (84).

La répétition de tâches permet aussi d'augmenter le temps de rééducation (cf. tableau 13).

2.10.6 Facteurs limitants

Deux limites sont signalées : la tâche rééduquée ne permet pas forcément la récupération fonctionnelle (récupérer la préhension ne permet pas forcément de s'habiller) et la quantité de répétition à appliquer reste inconnue (288, 289).

2.10.7 Validité scientifique

► Tâches orientées et répétitives du membre inférieur

Les études apportent des éléments suffisants pour valider le concept de tâches orientées et répétitives comparativement aux prises en charge standards pour le membre inférieur (cf. tableau 14). L'amélioration existe pour le périmètre et la vitesse de marche, le transfert assis-debout et à un moindre degré pour les tâches fonctionnelles liées à la marche et la motricité globale. Par exemple, les exercices en tâches orientées du « *Motor Relearning Programme* » n'ont pas montré leur supériorité par rapport à la méthode Bobath (159). States *et al.* (290), dans leur revue de la littérature (huit ECR et 499 sujets), concluent que la rééducation en tâches orientées sur la marche apporte un bénéfice limité sur des variables unidimensionnelles telles la vitesse de marche, le *Timed Up and Go Test* ou le *6-minute-walk test*.

Celle de French *et al.*, en 2008, (38 ECR et 1 078 sujets), conclut que la pratique de tâches spécifiques répétées apporte les gains les plus importants pour le périmètre de marche. Certaines formes de répétitions de tâches orientées pourraient être efficaces pour améliorer la fonction des membres inférieurs sans que l'on connaisse le temps nécessaire d'exécution de la tâche. Le gain fonctionnel étant modeste, il semble exister un rapport coût/efficacité élevé (289). English et Hillier (291), dans une revue plus récente, concluent à un effet bénéfique de la répétition de tâches pour la marche, mais notent que des études méthodologiquement plus structurées doivent être réalisées pour affirmer le caractère bénéfique de la marche. L'entraînement à la marche semble toutefois indispensable pour obtenir un bénéfice fonctionnel.

Une autre forme de pratique intensive de la marche peut être la locomotion assistée mécaniquement par tapis roulant ou les systèmes électromécaniques avec suspension du poids du corps (cf. tableaux 17 et 18).

► Tâches orientées et répétitives du membre supérieur

La répétition de tâches semble importante à la récupération fonctionnelle du membre supérieur parétique (292).

La répétition de tâches fonctionnelles semble produire de meilleurs résultats que les programmes centrés sur le renforcement musculaire du membre supérieur (37).

Pourtant, French *et al.* en 2008, dans leur revue systématique de la littérature, concluent que peu d'arguments existent pour recommander une rééducation par répétition de tâches au niveau du membre supérieur (289). Les conclusions de cette revue sont confirmées par les recommandations canadiennes (35). Elles concluent qu'il existe des arguments conflictuels pour déterminer l'efficacité de l'entraînement spécifique par la tâche pour le membre supérieur après AVC.

De nombreuses approches thérapeutiques ont été réalisées (cf. tableau 13), tant à la phase chronique qu'à la phase aiguë : équilibre du tronc, transfert assis-debout, marche, exercices du membre supérieur, pédalage, etc. Le nombre d'interventions différentes ne facilite donc pas les conclusions car le nombre de patients par type d'intervention est alors faible.

- À la phase subaiguë de l'AVC : aucun travail ne montre que la répétition de tâches spécifiques apporte une amélioration fonctionnelle réelle et durable des AVC. Les résultats sont encourageants sur de nombreux domaines : Blennerhassett et Dite (30 sujets en deux groupes) ne retrouvent pas de différence entre les groupes, mais une progression significative intragroupe (293), McDonnell *et al.* (20 sujets en deux groupes) ne retrouvent pas de différence sur le Fugl-Meyer et l'*Action Research Arm Test* (253), et Winstein *et al.* (64 sujets en trois groupes) retrouvent une augmentation du score de Fugl-Meyer à la fin du traitement qui ne se maintient pas à neuf mois (294).

- Pour la phase chronique : Boyd *et al.* (18 sujets en deux groupes avec cinq sessions d'entraînement) retrouvent une amélioration du temps de réaction et du temps de mouvement (295), mais Cauraugh et Kim (250), Marigold *et al.* (296), Higgins *et al.* (297) et Tung *et al.* (298) ne montrent pas d'amélioration, quelle que soit la démarche thérapeutique proposée (globale, membre supérieur, transfert assis-debout).

2.10.8 Recommandations

À la phase aiguë de l'AVC, l'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt fonctionnel de la répétition de tâches.

À la phase subaiguë de l'AVC :

- la rééducation par tâche orientée de la marche est recommandée (grade B) ;
- l'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de la répétition de tâches pour le membre supérieur ni pour le transfert assis-debout.

À la phase chronique de l'AVC :

- la rééducation par tâche orientée de la marche est recommandée (grade B) ;
- l'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de la répétition de tâches pour le membre supérieur.

Tableau 13. Rééducation par répétition de tâches						
Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Cauraugh et Kim, 2003 (250)	AVC chronique.	Répétition aidée par électro-stimulation.	34 AVC chroniques ont été randomisés en trois groupes : - C (n = 6) : aucun traitement ; - I1 et I2 (n = 12) : pratique de 90 min/j 4 j/7 pendant deux semaines de I1 : mouvements de flexion-extension du poignet, coude épaule assistés par électrostimulation avec 10 répétitions successives de chaque, I2 : les stimulations sont dans un ordre aléatoire avec changement des électrodes entre chaque stimulation. Les critères suivants ont été évalués juste après le traitement : <i>Box and Block</i> , temps de réaction et enregistrement EMG pendant un mouvement résisté.	Le nombre de blocs déplacés et le temps de réaction augmentent significativement dans les deux groupes traités, mais pas dans le groupe C. On n'observe pas de différence entre les groupes I1 et I2 avec le <i>Box and Block</i> , alors que le groupe I1 a une réduction plus importante du temps de réaction que I2.	Cette étude montre que la répétition de tâches augmente la performance du membre supérieur après AVC chronique, mais que l'ordre de réalisation des répétitions influe peu sur la performance mais peut influencer sur le temps de réaction. La durée de rétention de l'effet positif n'est pas mesurée.	2
Thielman et al., 2004 (299)	AVC chronique.	Répétition de tâches orientées ou de gestes contre résistance.	12 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes travaillant 3 j/7 pendant quatre semaines : - I : le type de tâche réalisée est progressivement complexifié au fur et à mesure de la répétition des tâches ; - C : des mouvements contre résistance (traction d'une bande élastique) sont réalisés dans les mêmes amplitudes et directions que les gestes. Chaque groupe a été secondairement	L'amélioration dépend du niveau de récupération sans que des résultats significatifs ne puissent être observés.	Cette étude ne permet pas de savoir l'effet différencié de tâches orientées ou de tâches en résistance pour le membre supérieur après AVC chronique.	2

Tableau 13. Rééducation par répétition de tâches

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			séparé en un sous-groupe avec un haut et un bas niveau fonctionnel. Les paramètres suivants ont été mesurés : analyse tridimensionnelle du mouvement du membre supérieur, échelle d'Ashworth, <i>Rivermead Motor Assessment</i> .			
Blennerhassett et Dite, 2004 (293)	AVC phase subaiguë.	Parcours d'exercices fonctionnels.	30 AVC subaigus capables de marcher 10 m ont été randomisés en deux groupes, chaque groupe ayant sa rééducation standard (1 h de kinésithérapie 5 j/7) : - I1 : pratique additionnelle répétitive de 10 exercices de 5 min chacun de locomotion (pédalage, tapis roulant, transfert assis-debout, etc.) 5 j/7 pendant quatre semaines ; - I2 : pratique additionnelle d'exercices répétitifs du membre supérieur parétique. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, à quatre semaines et six mois après l'inclusion : <i>Timed Up and Go Test</i> , test des 6 min, <i>Step Test</i> , évaluation de la fonction de la main de Jebsen Taylor, <i>Motor Assessment Scale</i> .	Le groupe I1 s'améliore significativement plus sur la locomotion que I2 (ex. : 6 min : + 221 m à quatre semaines et + 233 m à six mois pour I1 <i>versus</i> + 107 m et + 132 m respectivement pour I2). Et le groupe I2 pour les activités du membre supérieur. Ex. : Jebsen - 8 à quatre semaines et six mois pour I1 et - 18 pour I2. Les groupes étaient comparables à l'inclusion pour ces tests.	L'addition d'exercices répétitifs à la phase subaiguë semble apporter un bénéfice en termes de performance motrice chez les patients ayant une fonction motrice déjà suffisante.	2
Salbach et al., 2004 (182)	AVC chronique.	Parcours d'exercices fonctionnels et	91 AVC chroniques (mais moins d'un an) ont été randomisés en deux groupes après stratification sur leur vitesse de marche	L'amélioration du groupe I est significativement supérieure (+ 43 m <i>versus</i> + 17 m en moyenne) à celle du groupe C	Les programmes courts d'entraînement associant renforcement et répétition semblent apporter un	2

Tableau 13. Rééducation par répétition de tâches

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		renforcement.	(trois niveaux) : - I (n = 44) : exercices fonctionnels ; - C (n = 47) : exercices du membre supérieur parétique. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et à quatre jours : test des 6 min (critère principal), test des 5 m, échelle d'équilibre de Berg, <i>Timed Up and Go Test</i> .	avec une amélioration encore plus importante pour le sous-groupe ayant des séquelles modérées.	bénéfice immédiat sur une population d'AVC semi-récents. L'effet de rétention n'est toutefois pas mesuré.	
Barreca et al., 2004 (300)	AVC phase subaiguë.	Pratique du transfert assis-debout.	48 AVC subaigus incapables de se lever seuls de leur lit ont été randomisés en deux groupes travaillant 3 j/7 en session de 45 min : - I : exercices progressifs de transfert assis-debout ; - C : activités de groupe, informations. Les paramètres suivants ont été mesurés : satisfaction des capacités de transferts (échelle de Likert), <i>Dartmoor Primary Care Cooperative Information Chart</i> . Le nombre de transferts assis-debout est aussi comptabilisé en dehors des sessions pour chaque sujet avec un compteur.	À la fin du programme, sept sujets du groupe C pouvaient se lever seuls de leur siège sans l'aide de leurs mains et 17/24 dans le groupe I.	Cette étude montre, avec une méthodologie complexe et assez peu claire, que l'entraînement au transfert assis-debout permet d'améliorer très significativement le nombre de sujets capables de le réaliser. L'effet à long terme n'est pas mesuré.	2
Winstein et al., 2004 (294)	AVC phase subaiguë.	Rééducation du membre supérieur.	64 AVC subaigus ont été randomisés en trois groupes travaillant sur des plages additionnelles d'1 h/j pour un total de 20 sessions sur quatre à six semaines : - C : traitement conventionnel ; - I : répétition de tâches fonctionnelles	Les groupes I1 et I2 ont significativement plus progressé que le groupe C sur les items moteurs du score de Fugl-Meyer et la force isométrique, mais pas sur la MIF. À long terme, seule la force isométrique est significativement	La répétition de tâches du membre supérieur à la phase subaiguë permet une amélioration analytique, mais pas d'amélioration fonctionnelle. À long terme, la récupération motrice et	2

Tableau 13. Rééducation par répétition de tâches

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Methodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			du membre supérieur en fonction de la récupération motrice ; - I2 : renforcement du membre supérieur par des exercices répétitifs en contraction isométrique, excentrique ou concentrique contre résistance progressive en fonction de la récupération. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, à la fin du traitement et neuf mois après : score de Fugl Meyer, test fonctionnel du membre supérieur et force isométrique, mesure d'indépendance fonctionnelle.	plus augmentée dans le groupe I1, mais pas dans le groupe I2 (gain de force normalisé + 336 pour C, + 558 pour I1 et + 134 pour I2).	fonctionnelle est identique quel que soit le groupe.	
Yang et al., 2005 (301)	AVC phase subaiguë.	Marche à reculons.	25 AVC subaigus capables de marcher 11 m sans aide technique travaillant sur des sessions de 45 min trois fois par semaine pendant trois semaines ont été randomisés en deux groupes : - I (n = 13) : 30 min additionnelles 3 j/7 de marche à reculons ; - C : pas de traitement additionnel. Les paramètres spatio-temporels de la marche ont été mesurés avant et à trois semaines.	L'augmentation de la vitesse de marche dans le groupe C est de 3,62 m/min et de 8,60 m/min dans le groupe I (p = 0,03).	Si l'augmentation de la vitesse de marche est significative à la suite du traitement, elle semble cliniquement peu pertinente. Cette étude montre un apport faible des exercices de marche à reculons sur la performance de marche telle qu'elle a été mesurée.	2
Marigold et al., 2005 (296)	AVC chroniques.	Programme d'agilité générale du corps.	61 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes pratiquant en session d'une heure, trois fois par semaine pendant 10 semaines :	Les deux groupes ont présenté une amélioration des différents paramètres. Le groupe I présente une amélioration significative du <i>Step</i>	Le travail prolongé d'exercices d'agilité ne semble pas apporter de bénéfice supplémentaire à un travail plus classique de	2

Tableau 13. Rééducation par répétition de tâches

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			- I : exercices structurés d'agilité en posture érigée ou à la marche ; - C : étirements et lever de poids. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, après et un mois après l'intervention : <i>Step Reaction Time, Timed Up and Go Test</i> , échelle d'équilibre de Berg, <i>Nottingham Health Profile, Activities Specific Balance Confidence</i> .	<i>Reaction Time</i> , mais pas des autres paramètres fonctionnels.	renforcement à la phase chronique de l'AVC.	
Higgins et al., 2006 (297)	AVC chroniques.	Entraînement du membre supérieur par tâches répétées et orientées.	91 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes : - I (n = 47) : tâches répétées uni- et bilatérales d'usage du membre supérieur pendant 90 min 3 j/7 pendant six semaines, composées principalement de la pratique de tâches difficiles à réaliser à domicile, dont la difficulté est augmentée ou la tâche modifiée en fonction de l'évolution ; - C (n = 44) : tâches de marche (durée non précisée). Les paramètres suivants ont été mesurés : <i>Box and Block</i> (critère principal), test des 9 chevilles, force maximale de saisie, test d'évaluation des membres supérieurs des personnes âgées, <i>STroke REhabilitation Assessment of Movement</i> , index de Barthel, <i>Older</i>	Aucune différence significative d'évolution sur le critère principal et les critères secondaires n'a été observée. Sur le critère principal, la moyenne de progression est de deux blocs dans les deux groupes.	Ce travail ne montre pas d'amélioration dans une population d'AVC chroniques après entraînement du membre supérieur par tâches orientées répétées.	2

Tableau 13. Rééducation par répétition de tâches

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			<i>Americans Resources and Services Scale, SF-36, échelle de dépression de la personne âgée.</i>			
French et al., 2007 (288)	AVC à toutes les phases de l'évolution après AVC.	Activités fonctionnelles (MI, préhension, membre inférieur équilibre et motricité globale).	Revue systématique de la littérature (<i>Cochrane</i>). 14 ECR (17 associations par paires I/C) n = 668. I = 354. C = 312.	Les résultats de l'étude des objectifs primaires sont statistiquement significatifs pour la distance et la vitesse de marche, le transfert assis-debout et aux limites de la significativité pour l'aspect fonctionnel de la marche et la motricité globale. Pas de significativité statistique pour la fonction de la main et du MS, l'équilibre assis, se pencher pour attraper (<i>reach</i>). Les résultats de l'étude des objectifs secondaires sont statistiquement significatifs pour les AVQ, mais pas pour la QoL ou les mesures d'incapacité. Les mesures ne sont pas significatives après un suivi à 6 ou 12 mois.	Les résultats apportent des preuves suffisantes pour valider le concept général de tâches orientées et répétitives pour le MI quand les résultats fonctionnels sont comparés aux autres prises en charge standards. Bien que le gain fonctionnel soit modeste, l'impact clinique semble être d'une importance significative. Il n'apparaît pas clairement si l'effet se maintient. Lorsque la rééducation en tâche orientée est pratiquée, les effets indésirables doivent être contrôlés.	1
Dean et al., 2007 (121)	AVC phase subaiguë.	Travail de l'équilibre assis.	12 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes : - I : travail de saisie au-delà de la longueur du bras pendant deux semaines, 30 min/j 5 j/7 en plus du travail de rééducation standard ; - C : travail de préhension mentale en deçà de la longueur du bras et donc	Le groupe I a augmenté sa distance de 12 cm pour - 3 cm dans le groupe C, il a diminué le temps d'atteinte de l'objet de 0,4 s (1,8 à 1,4 s) pour une stabilité (2,2) pour le groupe C. À six mois, les performances sont stables pour les deux groupes. La vitesse de	Sur un petit groupe de sujets, le programme d'entraînement de l'équilibre assis à la phase subaiguë d'un AVC semble apporter des améliorations de performance du mouvement du membre supérieur, tant à	2

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			sans déséquilibre du tronc <i>a priori</i> . Les critères suivants ont été mesurés : distance maximale d'atteinte d'un objet (critère principal), temps d'atteinte de l'objet, force verticale sous le pied parétique, test de marche des 10 m avant, après intervention et six mois après.	marche a augmenté de 0,41 m/s dans le groupe I et 0,21 dans le groupe C à deux semaines et diminue de 0,04 et augmente de 0,08 dans les groupes I et C respectivement à six mois.	court qu'à long terme. Toutefois, les deux groupes n'étaient peut-être pas vraiment comparables (vitesse de marche plus élevée dans le groupe I à 0,70 m/s, écart-type : 0,35 pour 0,32, écart-type : 0,35 dans le groupe C).	
McDonnell et al., 2007 (253)	AVC phase subaiguë.	Entraînement du membre supérieur.	20 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes : - I : travail d'entraînement du membre supérieur pendant 60 min 3 j/7 pendant trois semaines avec stimulation électrique de muscles de la main pendant 1 h avant chaque session d'entraînement (intensité réglée pour une contraction musculaire à peine visible) ; - C : même entraînement avec stimulation électrique simulée avant les sessions. Les critères suivants ont été mesurés deux fois avant, juste après et trois mois après la fin de l'entraînement : paramètres de temps et de force lors d'une tâche de lever de charge (critère principal), excitabilité cortico-spinale par stimulation magnétique transcorticale, test ARA, score de Fugl-Meyer du	Les mesures fonctionnelles progressent significativement dans les deux groupes, sans différence significative entre les groupes (l'augmentation est plus importante dans le groupe I). Certains paramètres de la tâche de lever de charge s'améliorent plus dans le groupe I. L'excitabilité cortico-spinale n'est pas modifiée après les trois semaines. Aucune différence entre les groupes n'est retrouvée à trois mois.	L'électrostimulation électrique associée à l'entraînement du membre supérieur n'apporte pas d'amélioration nette à court ou moyen termes dans le protocole utilisé.	2

Tableau 13. Rééducation par répétition de tâches

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			membre supérieur, <i>Motor Activity Log</i> , force maximale pouce-index, vitesse maximale de <i>tapping</i> de l'index en 5 s.			
Britton et al., 2008 (302)	AVC phase subaiguë.	Entraînement du transfert assis-debout.	18 AVC subaigus ayant besoin d'aide au transfert assis-debout ont été randomisés en deux groupes : - I : travail du transfert assis-debout 30 min/j 5 j/7 pendant deux semaines en plus de la rééducation standard ; - C : travail du membre supérieur à temps équivalent. Les critères suivants ont été mesurés avant, une et deux semaines après : nombre de levers en 60 sec, fréquence des levers par jour, force d'appui au sol sous le pied du membre parétique, temps de transfert debout.	La force verticale sous le pied du membre parétique augmente significativement dans le groupe I et diminue dans le groupe C. Les autres paramètres ne montrent pas de différence significative. Les mesures à deux semaines ne sont pas interprétables en raison du nombre de perdus de vue (cinq sujets).	Cette étude encourageante n'apporte pas d'éléments décisifs sur l'entraînement du transfert assis-debout après AVC.	2
English et Hillier, 2010 (291)	AVC chroniques.	Activités de groupe de déambulation.	Revue systématique de la littérature (<i>Cochrane</i>). 6 ECR. n = 292.	Toutes les études montrent une amélioration de la marche à la suite de cette activité de groupe. L'amélioration moyenne de la vitesse de marche est de 0,12 m/s et la distance parcourue en 6 min augmente de 76 m en moyenne.	Des études complémentaires sont nécessaires car les études sont encore de niveau méthodologique limité.	1
Tung et al., 2010 (298)	AVC chroniques.	Entraînement du transfert assis-debout.	32 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes de 16 sujets bénéficiant d'une session de 45 min : - I : travail du transfert assis-debout	Les deux groupes sont différents selon l'ancienneté de l'AVC : 12,8 mois (écart-type : 12,3) pour C et 26,9 (écart-type : 16,0) pour I. Le groupe C ne présente aucune	Cette étude montre qu'une amélioration est possible sur certains facteurs après entraînement au transfert assis-debout	2

Tableau 13. Rééducation par répétition de tâches

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			pendant 15 min supplémentaires avec six exercices différents en plus d'une session standard de 30 min quotidienne 3 j/7 pendant quatre semaines ; - C : séance standard de 30 min. Les critères suivants ont été mesurés avant et juste après le traitement : force verticale sous le pied parétique lors de la station debout sans activité, distance maximale d'atteinte du membre supérieur en position debout, échelle d'équilibre de Berg, force dynamométrique des extenseurs des membres inférieurs.	modification significative des critères mesurés, sauf pour l'échelle de Berg (46,6 à 49,4), alors que le groupe I présente une amélioration significative de tous les critères sauf de la force des muscles du membre sain. La différence entre les groupes est significative pour le temps de transfert debout qui diminue de 2,1 s dans le groupe I (passe de 4,3 à 2,1 s) et ne se modifie pas dans le groupe C (2,5 s), la force des muscles extenseurs qui change de 3,1 % dans le groupe I et de 2,4 % dans le groupe C et le gain de contrôle antérieur du tronc, qui s'améliore de 15 % dans le groupe I (47,5 % à 62,6 %) et se dégrade de 5,6 % dans le groupe C (68,7 % à 62,6 %).	dans une population de sujets ayant un AVC chronique. Cette étude présente toutefois des différences importantes intergroupes sur les données initiales sur les paramètres de temps de passage debout et contrôle antérieur de l'équilibre du tronc. Il existe donc un biais de recrutement. Si une amélioration est possible elle doit être confirmée par d'autres études.	
Boyd et al., 2010 (295)	AVC chroniques.	Étude neuro-physiologique .	18 AVC chroniques ayant une atteinte du territoire de l'artère cérébrale moyenne ont été randomisés en deux groupes. Chaque groupe réalise des tâches motrices répétées et aléatoires pendant une IRM fonctionnelle à J1 et J5. Pendant J2, 3, 4, chaque groupe réalise un entraînement quotidien : - I : tâches spécifiques orientées	Le groupe I montre une modification significative de l'index de symétrie sur l'aire motrice M1 avec une diminution significative de l'activation homolatérale et une amélioration du temps de réaction. Aucune modification de l'activité cérébrale n'est constatée dans le groupe C comparativement au groupe I.	Cette étude montre que l'entraînement de tâches spécifiques peut modifier la plasticité cérébrale, alors que les tâches non spécifiques n'ont pas d'effet objectivable en IRMf.	2

Tableau 13. Rééducation par répétition de tâches						
Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			comparables à la tâche testée ; - C : tâches d'usage du membre supérieur non spécifiques.			
Outermans et al., 2010 (128)	AVC phase subaiguë.	Entraînement par activités en circuit de 2,5 min par activité.	44 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes pendant quatre semaines, trois fois par semaine avec une prise en charge commune de fond de 30 min/j de kinésithérapie : - I : 45 min de circuit de 10 activités centrées sur la locomotion et le renforcement musculaire ; - C : même durée de rééducation, mais aucun renforcement dans les 10 activités et 10 min de jeu de balle. Les paramètres suivants ont été enregistrés avant et juste après le programme : test de 10 m de marche et test des 6 min, échelle d'équilibre de Berg.	Le groupe I montre une augmentation de la performance de marche significativement plus importante que le groupe C, sans différence sur l'échelle de Berg.	Cette étude montre que le renforcement par activités courtes standardisées et répétées peut apporter une amélioration à court terme des performances de marche à la phase aiguë d'un AVC.	2
Ambrosini et al., 2011 (256)	AVC phase subaiguë.	Pédalage sous électro-stimulation fonctionnelle	35 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes : - I : séances de pédalage de 25 min 5 j/7 pendant quatre semaines avec stimulation électrique fonctionnelle ; - C : mêmes séances avec stimulation électrique factice. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, juste après et trois à cinq mois après : vitesse de marche (sur 50 m), <i>Motricity Index</i> , <i>Trunk</i>	Aucune amélioration n'a été observée dans le groupe C. Dans le groupe I, le travail du membre parétique et le pourcentage d'asymétrie ne se modifient pas significativement contrairement aux autres variables. Aucune modification des variables n'est notée pour I comme pour C entre l'évaluation après et à distance.	Cette étude montre que la stimulation électrique fonctionnelle associée au pédalage permet une amélioration des performances motrices que n'apporte pas le pédalage simple sur un groupe limité d'AVC subaigus capables de marcher à vitesse lente (moyenne 0,10 m/s sd 0,25	2

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			<i>Control Test, Upright Motor Control Test</i> , travail moyen du membre parétique, asymétrie du travail entre membres parétique et sain.		dans I et C).	

ARA: *Action Research Arm Test*.

AVQ : activités de la vie quotidienne.

ECR : essai contrôlé randomisé.

EMG : électromyographie.

IRMf : imagerie par résonance magnétique fonctionnelle.

MIF : mesure d'indépendance fonctionnelle.

MI : membre inférieur.

MS : membre supérieur.

QoL: *Quality of Life*.

sd: *standard deviation*.

2.11 Approches thérapeutiques combinées (*mixed approaches*)

2.11.1 Définition

Les approches combinées associent deux méthodes ou plus dans le programme de rééducation motrice.

Certains rééducateurs n'utilisent qu'une technique spécifique, d'autres mélangent diverses approches thérapeutiques et méthodes (31), ayant des objectifs souvent différents, portant par exemple sur l'amélioration de l'état cardio-respiratoire, de la force musculaire ou encore l'endurance.

2.11.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Une technique est combinée à une autre pour étendre l'indication et en augmenter l'efficacité.

2.11.3 Historique

Dans leur pratique quotidienne, les rééducateurs adoptent une approche éclectique et combinent les principes de différentes techniques (303, 304).

2.11.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

Diminuer le risque de perte de chance en utilisant plusieurs possibilités thérapeutiques pour améliorer un aspect spécifique de la symptomatologie ou du handicap du malade.

2.11.5 Description technique et variantes

Il est rare que deux techniques de rééducation de l'AVC soient si opposées dans leur concept et leurs applications qu'elles s'excluent l'une l'autre.

L'intervention de plusieurs rééducateurs de professions différentes est également un mode de rééducation combinant plusieurs approches (305).

2.11.6 Facteurs limitants

Les limites sont liées à la maîtrise technique du rééducateur et au fait que l'application soit opérateur-dépendante.

2.11.7 Validité scientifique

En 2007, Pollock *et al.*, parmi 20 ECR, analysent huit ECR comparant une approche mixte à une autre approche rééducative (31) : cinq ECR (n = 427) montrent un effet significatif comparé à l'absence de traitement ou à un traitement placebo pour retrouver l'indépendance fonctionnelle. Une différence significative a été montrée dans un ECR en comparant l'approche mixte à l'approche orthopédique. Globalement, les auteurs concluent que la rééducation la plus adaptée semble être une combinaison des méthodes restauratrices et de compensation. Ils en déduisent une justification scientifique pour que les kinésithérapeutes utilisent une sélection de traitements indépendants de l'approche thérapeutique dont elles sont issues.

Les recommandations canadiennes ne distinguent pas les techniques combinées des autres techniques neuro-développementales (35). Aucune étude n'est colligée dans ce domaine. Ainsi, si aucune technique de rééducation ne semble apporter de meilleurs résultats qu'une autre, la combinaison d'éléments de différentes approches semble montrer un effet favorable significatif (31).

2.11.8 Recommandations

Il est recommandé de combiner les méthodes de rééducation motrice sans se limiter à une approche exclusive.

2.12 Rééducation de la posture et de l'équilibre

2.12.1 Définition

Il s'agit des différentes techniques permettant l'entretien et l'amélioration des fonctions d'équilibration et de maintien des attitudes corporelles et à la marche.

L'équilibre postural résulte de l'interaction entre les différents systèmes sensitivo-sensoriels et effecteurs avec son environnement permettant le maintien d'une position ou le déplacement. Son altération, fréquente dans le cadre de l'AVC, génère l'une des principales causes de limitation de l'autonomie et des chutes des personnes atteintes d'hémiplégie vasculaire.

2.12.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

L'équilibre postural est corrélé de manière significative aux capacités de marche (306).

L'étude réalisée par Bonan *et al.* en 2004 (307) (ECR sur 20 patients à plus d'un an de l'AVC) montre qu'un programme de rééducation de l'équilibre améliore davantage les patients s'ils sont privés d'information visuelle pendant les exercices que si les exercices sont réalisés en vision libre.

Il est utile de rééduquer l'équilibre en association avec la rééducation de la marche. De Haart *et al.* (308) confirment cette relation étroite entre amélioration de l'équilibre et amélioration des capacités de marche.

2.12.3 Historique

La posturologie qui étudie les troubles du système postural est née, comme le rappellent Gagey et Weber (309), des travaux de Charles Bell s'interrogeant sur la manière dont l'homme se tient debout (310), de Liddell et Sherrington analysant les réflexes posturaux (311), de Romberg qui montra l'influence de la vision et de la proprioception (test de Romberg) (312), et plus récemment de Baron à l'hôpital Sainte-Anne (Paris) qui montra l'influence des muscles oculomoteurs (313).

2.12.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

L'objectif est de corriger des troubles de l'équilibre souvent en rapport avec l'asymétrie corporelle (perception de la référence verticale, etc.), les difficultés de répartir correctement le poids du corps sur les deux pieds (transférer les appuis) et la mobilisation du tronc pour se déplacer en sécurité.

2.12.5 Description technique et variantes

Les manières d'aborder la rééducation de l'équilibre postural sont nombreuses. Elles visent à développer le traitement des informations sensitivo-sensorielles et/ou les réponses du système effecteur.

► Équilibre dynamique sur plateaux instables et ballons

L'objectif de cette technique consiste à conserver l'équilibre en station debout ou assise malgré les perturbations de stabilité engendrées par des support instables.

L'équilibration dynamique est en général pratiquée à l'aide de plateaux instables et de ballons.

Les plateaux instables sont choisis de manière à être suffisamment stables pour être utilisés dès la phase subaiguë de l'AVC (314). Il apparaît que l'assistance du rééducateur est nécessaire à cette phase initiale de la rééducation.

L'utilisation du ballon suisse (*Swiss Ball* de Klein-Vogelbach) est proposée dans le traitement de l'équilibre de l'hémiplégie post-AVC (315). Cette approche rééducative de l'équilibre après AVC n'a pas fait l'objet d'étude clinique, même si elle est d'une utilisation très courante.

► **Plates-formes de force**

Les plates-formes de force sont très utilisées en rééducation, aussi bien pour l'évaluation de la qualité de la posture (équilibre postural) que pour sa rééducation. Elles apportent des informations quantitatives fiables et reproductibles sur les paramètres permettant une évaluation d'une séance sur l'autre et une comparaison avec les normes ou les résultats obtenus de l'enregistrement de groupes de référence.

L'étude de l'équilibre est réalisée en station debout maintenue pendant une durée déterminée. La rééducation est assurée par *feedback* visuel et/ou auditif. Il s'agit le plus souvent de modifier ou de corriger sa position en fonction des informations présentées sur un écran et placé à une distance correspondant au repos oculaire du patient.

► **Plates-formes vibrantes**

Les plates-formes vibrantes génèrent des vibrations induisant des contractions musculaires involontaires. Ces plateaux, le plus souvent utilisés pour la remise en forme, ont été proposés dans les affections neurologiques : maladie de Parkinson, mais également hémiplégie vasculaire (316). L'intérêt de cette technique comme rééducation de l'hémiplégie vasculaire fait l'objet de controverses (317).

2.12.6 Facteurs limitants

La rééducation de la posture et de l'équilibre peut être pratiquée, sous des formes différentes, à tous les stades de l'évolution de l'AVC. Elle requiert la présence physique du rééducateur pour parer à tout risque de chute et demande, de la part du malade, un potentiel cognitif d'assez bon niveau. Le sollicitant ainsi beaucoup, elle génère de la fatigue.

2.12.7 Validité scientifique

► **Rééducation conventionnelle de l'équilibre**

Les exercices de rééducation conventionnelle visant à revalider les fonctions d'équilibre dynamique et statique, l'agilité ou l'équilibre fonctionnel améliorent les réactions réflexes d'équilibre (réactions d'équilibration anticipées ou immédiates, d'ajustement postural, de parage, de protection, etc.) (296).

Il n'est pas montré de supériorité entre la méthode Bobath et l'approche rééducative par *relearning* pour l'équilibre postural (159).

L'approche Bobath se montre plus efficace pour retrouver une posture symétrique en position assise à la phase aiguë de l'AVC, comme le montre une étude pilote réalisée sur un petit nombre de sujets (n = 40, 10 sujets par groupe étudié) (162).

Dans ce même processus de rééducation, les exercices de fente latérale, de translation latérale du poids du corps en position assise et en station debout (318) n'ont pas montré d'efficacité à la phase aiguë de l'AVC. Si une amélioration de la posture debout apparaît au cours du temps, elle peut être imputée, d'après l'auteur, à la rééducation ou à la récupération spontanée.

► Privation sensorielle

L'importance de la vision dans la rééducation de l'équilibre apparaît dans l'étude de Bonan *et al.* en 2004 (307). Cette étude confirme l'hypothèse que la rééducation avec privation d'information visuelle améliore l'équilibre plus qu'une rééducation réalisée en libre vision. Les auteurs en concluent que l'utilisation privilégiée de la vision est une stratégie permettant de compenser les troubles initiaux de l'équilibre exacerbés par la rééducation traditionnelle. Une étude similaire, conduite en 2008 par Yelnik *et al.* (319), compare une approche multisensorielle reposant sur une grande intensité de tâches et d'exercices d'équilibre par la privation d'informations visuelles à une approche conventionnelle neuro-développementale ; elle montre une amélioration significative des paramètres d'équilibre et de marche de tous les sujets. L'analyse des résultats secondaires suggère une légère différence en faveur du groupe expérimental, sans montrer pour autant une différence clinique pertinente.

► Indigage visuel

Les indices visuels sont utilisés pour obtenir une augmentation de la longueur du pas. Ils peuvent être constitués de formes d'empreintes de pas antidérapantes. Jaffe *et al.*, en 2004 (320), soumettent les patients à un entraînement soutenu d'enjambement d'obstacles. Les résultats qu'ils obtiennent sont significatifs sur le gain de vitesse à la marche.

► Équilibre dynamique sur plateaux instables

La plate-forme appelée « *Computer-Assisted Kinesthetic Ability Trainer* » teste et entraîne l'équilibre statique et dynamique. Cet outil de rééducation, utilisé à la phase chronique de l'AVC dans l'étude de Gok *et al.* en 2008 (321), améliore des sous-scores d'équilibre, des indicateurs d'équilibre statique et dynamique. Toutefois, la fonction n'est pas améliorée. Aussi, les auteurs suggèrent d'utiliser cette plate-forme en complément d'une rééducation conventionnelle.

► Autres approches

Selon la revue de la littérature réalisée par Rabadi en 2011 (38), les activités gymniques, comme la pratique du tai-chi, aident à l'amélioration de l'équilibre et à la répartition du poids du corps. Cette gymnastique pratiquée au retour au domicile permet le maintien voire l'amélioration du niveau fonctionnel. Ces observations ont une validité limitée en raison du petit nombre de sujets observés.

Une place à part est prise par la licorne de Bon-Saint-Côme, appareil dont l'indication principale est d'utiliser le tronc pour explorer l'espace et ainsi réduire l'héminégligence. Cet appareil s'est montré également utile dans la rééducation posturale de certaines pathologies du système nerveux central et en particulier dans les troubles posturaux en rapport avec l'hémiplégie vasculaire, comme le montre l'étude réalisée par de Sèze *et al.* en 2001 (322), portant sur 20 patients randomisés en deux groupes : un groupe de n = 10 assigné à l'utilisation de l'appareil et un groupe contrôle également constitué de n = 10.

2.12.8 Recommandations

Les exercices d'équilibre et les techniques visant à améliorer la distribution du poids du corps vers le côté atteint sont recommandés, avec ou sans matériel d'équilibration (grade C).

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt des plates-formes vibrantes dans le cadre de l'AVC.

2.13 Marche

2.13.1 Rééducation de la marche

2.13.1.1 Définition

La rééducation de la marche après AVC est l'ensemble des processus de restauration des différents paramètres de la locomotion bipédique d'une personne ayant présenté une hémiplegie vasculaire, dans le but de lui permettre de restaurer un maximum d'indépendance et de se déplacer de la manière la plus sûre et économique possible.

2.13.1.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Bien que la plupart des patients victimes d'AVC retrouvent une marche indépendante, beaucoup d'entre eux continuent à avoir des difficultés de déambulation en lien avec des troubles de l'équilibre, de la faiblesse musculaire, des contractures et de la diminution de la vitesse de marche.

2.13.1.3 Historique

Émile Pessard décrit la façon dont se pratiquait la rééducation de l'hémiplegique au début du XX^e siècle : « les exercices consisteront toujours en mouvements actifs... le plus tôt possible... deux fois par jour on fera marcher le malade » (323).

En 1962, Bienfait (324) encourageait une reprise rapide de la fonction avec éventuellement le port « d'une chaussure montante à contrefort rigide évitant l'équin ». Il préconisait au rééducateur d'apporter la confiance et d'aider à retrouver les fonctions qui s'améliorent spontanément.

Un peu plus tard, les méthodes de rééducation les plus couramment utilisées ont été fondées sur les théories de Knott et Voss en 1968 (41), Brunnstrom en 1970 (81) et de Bobath en 1970 (33). Leur application en fonction du degré de sévérité de l'hémiplegie vasculaire a été proposée par Albert (325), comme le rappelle Yelnik (150).

Si actuellement les propositions thérapeutiques sont multiples, de nombreuses études montrent que la rééducation inspirée des notions d'apprentissage chez le sujet sain et ciblée par tâches orientées améliore la marche (cf. tableau 19).

2.13.1.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

L'objectif de la rééducation de la marche est essentiellement fonctionnel. La récupération de la marche s'apprécie sur des critères qualitatifs (allure, égalité des pas, etc.), quantitatifs (périmètre parcouru, temps, économie des efforts, etc.) et fonctionnels comme l'adéquation entre les possibilités du malade et ses besoins d'indépendance au quotidien et la diminution du risque de chute.

2.13.1.5 Description technique et variantes

Les exercices de marche sont d'une pratique très courante. Ils sont souvent réalisés sans matériel particulier dans la salle de rééducation, mais également à l'extérieur en terrains variés ou dans les escaliers. La présence du rééducateur est nécessaire pendant l'apprentissage : il contrôle le côté atteint, guide les mouvements, corrige les défauts par des consignes verbales. Elle peut être réalisée hors des séances par les aidants éduqués à cette fin.

► Indiçages et marche

- Indices visuels

Des indices visuels sont utilisés pour obtenir une augmentation de la longueur du pas. Ils peuvent être constitués de formes d'empreintes de pas antidérapantes.

Jaffe *et al.*, en 2004 (320), soumettent les patients à un entraînement soutenu d'enjambement d'obstacles. Les résultats qu'ils obtiennent sont significatifs sur le gain de vitesse à la marche.

- Indices sonores et musique

L'entraînement par *feedback* visuel et/ou sonore est utilisé pour améliorer la force et la résistance des muscles présentant un déficit avec l'objectif d'améliorer la marche (cf. tableau 8).

Schauer et Mauritz, en 2003 (202), ont montré l'efficacité des *feedbacks* sonores et musicaux. Ils utilisent des semelles avec contacteurs qui détectent le contact du talon sur le sol et déclenchent un émetteur digital de musique portable en interface avec les contacteurs. La musique est diffusée à une vitesse ajustée après estimation entre deux contacts talonniers au sol. Leur essai contrôlé randomisé portait sur 23 patients, à 44 jours après l'AVC en moyenne, capables de marcher à une vitesse minimale de 0,71 m/s et répartis en deux groupes (dont un groupe témoin suivait un programme standard de rééducation de la marche). Les résultats de l'étude ont montré une amélioration des paramètres de marche plus importante que dans le groupe témoin. L'évocation de la musique mémorisée et de son tempo continue de stimuler la marche sans l'appareil de *feedback* musical (cf. tableau 15).

Des dispositifs spécifiques (type Blectrac) permettent de réaliser des mouvements alternés des membres inférieurs, cadencés par un rythme sonore, alors que le malade est installé en position assise. Si l'étude de Johannsen *et al.* (326) a montré une amélioration à l'échelle de Fugl-Meyer après entraînement ainsi que sur la longueur des pas sur tapis roulant et sur la cadence, aucune différence avec le groupe témoin n'a pu être retrouvée au cours du suivi.

L'indiçage, en particulier sonore, montre une amélioration des paramètres de marche. Les mécanismes qui associent audition et système moteur sont mal connus (327).

Les recommandations canadiennes proposent un haut niveau de preuve en faveur du *biofeedback* auditif pour améliorer la marche en conjonction avec la kinésithérapie (35). Toutefois, une seule étude de bon niveau avec 78 patients inclus a testé un véritable *feedback* auditif de la marche *versus* une prise en charge de type Bobath (200) ; elle montre dans le groupe traité une amélioration de la vitesse de marche (+ 13,1 m/min).

Les stimulations rythmiques par informations visuelles comme sonores participent à l'amélioration des paramètres de marche.

► Rééducation de la marche en piscine

Cette forme de rééducation exige une surveillance de l'état général en rapport avec l'état vasculaire des malades.

Aussi, les études sur ce sujet sont peu nombreuses et réalisées sur de petits groupes de malades.

La revue de la littérature réalisée par Mehrholz *et al.* identifie quatre études cliniques incluant 94 participants (328) et montre qu'il existe une amélioration significative des activités de la vie quotidienne (AVQ) et de la force musculaire. Ces résultats, comme le soulignent les auteurs, sont à interpréter avec précaution en raison du petit nombre de malades inclus dans les études.

L'étude de Noh *et al.* (329) montre, aussi sur une petite population de malades (GE = 13 ; GC = 12), une amélioration de l'équilibre postural.

2.13.1.6 Validité scientifique

S'il est difficile de faire la différence entre récupération spontanée et apport de la rééducation comme le montre la revue systématique de la littérature réalisée par States *et al.* (290), comportant neuf études incluant 499 sujets, des effets positifs sont observés sur certains paramètres de la marche comme la vitesse (sept études portant sur 396 patients). La rééducation de la marche ne montre aucun effet indésirable.

Il n'existe pas suffisamment d'éléments probants pour déterminer si la rééducation de la marche, dans les conditions standards, apporte un bénéfice à cette fonction. States *et al.*

(290) ont montré que la vitesse de marche et des tests comme le *Timed Up and Go Test* (*TUG Test*) et le test des 6 minutes de marche ne s'améliorent que de manière limitée.

Il n'existe pas de supériorité d'une méthode de rééducation de la marche sur une autre.

La revue systématique de la littérature réalisée par Pollock *et al.* (31), portant sur 21 essais contrôlés randomisés ou quasi randomisés, conclut au manque de preuves pour promouvoir une approche plus qu'une autre. En revanche, il semble que l'association de différentes techniques est plus efficace que l'absence de traitement ou un placebo (cf. tableau 16).

Le rééducateur dispose des approches de rééducation de la marche variées reposant sur les données neurophysiologiques, l'apprentissage moteur ou le fonctionnement de l'appareil locomoteur. Elles ont pour objectifs l'amélioration de la fonction locomotrice, la récupération des membres inférieurs et du contrôle postural (cf. tableau 19).

La précocité de l'entraînement à la marche est considérée comme un facteur positif de récupération. L'étude de Cumming *et al.* en 2011 (330), portant sur 71 malades et tenant compte du nombre de jours nécessaires avant que le malade puisse marcher 50 mètres sans aide, confirme que plus la rééducation est intensive et plus elle est commencée tôt (dès les premières 24 heures) après l'AVC, meilleure est la récupération de la marche.

2.13.1.7 Recommandations

La rééducation fonctionnelle de la marche est recommandée dès que possible et doit être poursuivie tout au long de l'évolution de l'AVC pour améliorer l'indépendance dans les déplacements (grade B).

Les stimulations rythmiques par informations visuelles et/ou sonores contribuent à améliorer la marche.

Tableau 14. Renforcement musculaire des membres inférieurs						
Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Van de Port et al., 2007 (331)	Déterminer les effets des programmes d'exercices portant sur la force des membres inférieurs, la condition cardio-respiratoire et les tâches orientées, sur la marche.	Renforcement des membres inférieurs, entraînement physique et rééducation en tâche orientée.	Revue systématique de la littérature. 21 études (5 sur la force du membre inférieur, 2 sur l'entraînement cardio-respiratoire et 14 sur des exercices en tâche orientée sur la marche.	Les résultats ne montrent qu'un résultat très significatif sur les performances pour monter les escaliers. En revanche, la vitesse de marche n'est pas améliorée par l'entraînement cardio-respiratoire.	Il ressort de cette revue de la littérature qu'une rééducation orientée sur la marche améliore l'aisance pour marcher après AVC.	1
Pang et Eng, 2008 (332)	Trouver les déterminants des capacités de marche.	Entraînement cardio-vasculaire et force dans l'AVC chronique.	ECR en simple aveugle. n = 63 (GE = 32 ; GC = 31).	L'état cardio-respiratoire et la force du membre inférieur ont un effet déterminant sur les capacités de marche des malades à la phase chronique de l'AVC, mais également sur d'autres facteurs que l'étude n'a pas mesurés.		4
Lee et al., 2008 (333)	Déterminer les améliorations obtenues dans le changement de la force musculaire ou la condition cardio-vasculaire.	Entraînement aérobie, résistance progressive ou combinaison des deux améliorent les capacités de marche à la phase	ECR avec <i>Sham</i> . n = 52 (n = sur cycle n = 14, résistance progressive n = 13, combinaison des deux n = 13 et groupe contrôle n = 12).	L'entraînement aérobie améliore la condition cardio-respiratoire. Ni les techniques en aérobie, ni la recherche de la force musculaire n'améliorent la distance et la vitesse de marche. Le pédalage sur cycle associé à la résistance progressive améliore la mobilité.	Le principal enseignement tiré de cette étude est que les patients peuvent supporter une haute intensité d'exercices.	2

Tableau 14. Renforcement musculaire des membres inférieurs						
Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		chronique.				
Bale et Strand, 2008 (126)	Observer les effets du renforcement musculaire sur la fonction.	Renforcement musculaire à la phase subaiguë.	Étude pilote simple aveugle. n = 18 (GE = 8 ; GC = 10).	L'entraînement orienté vers le renforcement musculaire du membre atteint améliore significativement mieux les performances fonctionnelles (vitesse de marche) que la rééducation, qui n'est pas focalisée sur la récupération de la force.		2
Cooke et al., 2010 (115)	Comparer l'entraînement fonctionnel de la force musculaire avec la rééducation standard.	Renforcement musculaire à la phase subaiguë (en moyenne 34 jours après l'AVC).	ECR multicentrique, simple aveugle. n = 102.	Les deux groupes ont progressé de manière significative sur les items de marche, sans différence notable entre les deux groupes.		2
Flansbjerg et al., 2008 (113)	Évaluation de l'effet sur la force musculaire, la spasticité et la marche.	Rééducation contre résistance progressive au niveau du genou.	ECR simple aveugle. n = 24. I = 15. C = 9.	La force dynamique s'accroît de manière significative. La force isocinétique s'accroît de manière significative. Le tonus musculaire est significativement plus bas après cette forme de rééducation. Les résultats se maintiennent au cours du suivi. Pas d'effet immédiat sur la marche. Meilleure participation du groupe expérimental.	Cette technique améliore la force musculaire et peut être proposée des années après la survenue de l'AVC.	2

ECR : essai contrôlé randomisé.

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Hayden et al., 2009 (334)	Musique remastérisée à différents rythmes pour les adapter à la marche de chacun.	Indiçage sonore. Phase subaiguë (AVC de moins de 30 jours).	ECR. n = 41 (en trois groupes) volontaires, capables de marcher 10 à 15 m sans assistance.	Les résultats ont montré une amélioration de l'appui unipodal, de la cadence et de la vitesse de marche, de la longueur du pas et de la posture de la tête.		4
Dobkin et al., 2010 (201)	Évaluer l'effet du renforcement verbal quotidien sur la vitesse de marche.	Incitations orales. Patients hospitalisés.	ECR en simple aveugle, multicentrique. n = 179.	Les commentaires une fois par jour sur les performances produisent des gains en vitesse de marche.		4

ECR : essai contrôlé randomisé.

Tableau 16. Rééducation de la marche sans assistance technique

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Pollock et al., 2007 (31)	Contrôle postural et rééducation des MI.	Traitement de rééducation basée sur les principes neuro-physiologiques et traitement basé sur l'apprentissage moteur.	Revue systématique de la littérature. 21 ECC (16 ECR). n = 1 087. I = 545. C = 532.	Aucune preuve qu'une approche de rééducation est plus efficace dans la récupération de la fonction des MI ou du contrôle postural. Une approche combinant divers traitements est significativement plus efficace que l'absence de traitement ou un placebo.	Oui. Utiliser des associations de méthodes.	1
States et al., 2009 (290)	Rééducation de la marche pour les formes chroniques d'AVC avec déficit de mobilité.	Rééducation des schémas de marche dans les conditions standards, sans l'utilisation de haute technologie.	Revue systématique de la littérature. 9 ECR. I = 499.	Insuffisance de preuves. Vitesse de marche améliorée (7 études : 396 Pts). TUG Test amélioré (3 études : 118 Pts). 6MWT (4 études : 181 pts).		1

6MWT: *6-Minute Walk Test*.
ECC : essai clinique comparatif.
ECR : essai contrôlé randomisé.
MI : membre inférieur.
TUG: *Timed Up and Go Test*.

Tableau 17. Rééducation de la marche assistée par système électromécanique

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Ada et al., 2010 (335)	Marche assistée par robot électromécanique (Lokomat [®] , <i>gait trainer</i>).	Revue systématique de la littérature. 6 ECR (dont 2 <i>cross-over</i>). n = 539.	En regroupant les résultats de six études, soit 539 patients, la pratique de marche assistée par système électromécanique (mécanisée) permet d'obtenir une marche plus indépendante que la pratique d'une marche au sol à quatre semaines de l'intervention et à six mois pour trois études (312 sujets). 55 % des patients étaient capables de marcher seuls dans les groupes traités et 32 % dans les groupes contrôles. Aucune conclusion ne pouvait être faite sur la vitesse de marche devant l'hétérogénéité des données à quatre semaines. En revanche, sur 172 patients (trois études) qui pouvaient marcher indépendamment à six mois, la marche mécanisée améliorait plus les patients traités de 0,12 m/s (IC 0,02 à 0,21).		1
Werner et al., 2002 (336)	<i>Gait trainer</i> .	30 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes selon une méthode de <i>cross-over</i> (ABA versus BAB) : A consiste au <i>gait trainer</i> et B consiste au tapis roulant avec support de poids identique au <i>gait trainer</i> . Chaque phase (A ou B) correspond à deux semaines de traitement à raison de 15 à 20 min 5 j/sem. L'évaluation est faite sur les critères suivants : <i>Functional Ambulation Category</i> (FAC) toutes les fins de semaines (six semaines) et à six mois par téléphone, <i>Rivermead Motor Assessment</i> (RMA), vitesse de marche, score d'Ashworth.	La FAC à six semaines est significativement plus élevée dans le groupe ABA que dans le groupe BAB avec plus de sujets marchant indépendamment (13 vs 11). La différence n'apparaît plus à six mois. La vitesse de marche progresse dans les deux groupes sans différence significative.	Cette étude semble montrer que l'entraînement sur <i>gait trainer</i> à la phase subaiguë permet à un nombre plus important de sujets de marcher indépendamment après un AVC. Mais la supériorité de la méthode disparaît à moyen terme.	2
Peurala et al., 2005	<i>Gait trainer</i> et électro-	45 AVC chroniques ont été randomisés en trois groupes :	Aucune différence significative n'est observée entre les groupes pour aucune variable. L'effet	Cette étude semble indiquer que l'entraînement à la	2

Tableau 17. Rééducation de la marche assistée par système électromécanique					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
(251)	stimulation fonctionnelle	- I1 : <i>gait trainer</i> avec électrostimulation fonctionnelle (ESF) sur les deux muscles les plus faibles du membre inférieur parétique ; - I2 : <i>gait trainer</i> sans ESF ; - C : marche sur le sol. Chaque séance dure 20 min 5 j/sem pendant trois semaines (15 séances). L'évaluation est faite sur les critères suivants : test des 10 m de marche, test des 6 min, stabilité posturale par la vitesse moyenne de déplacement antéro-postérieure et latérale du centre de pression, score d'Ashworth, <i>Modified Motor Assessment Scale</i> et échelle de Borg (perception de l'effort).	de taille entre I1 et C est de 92 (important), de 70 (moyen) entre I2 et C et de 25 (faible) entre I1 et I2. La stimulation électrique a été principalement appliquée sur les extenseurs du genou et de la hanche dans I1. La perception de l'effort n'a pas été différente entre les groupes. La distance de marche cumulée sur les 15 séances est en moyenne de 6 906 m pour I1, 6 523 m pour I2 et 4 871 m pour C.	marche de patients présentant un AVC chronique permet une amélioration des performances de marche et de stabilité. Elle ne montre pas de supériorité nette du système d'entraînement à la marche.	
Rydwik et al., 2006 (337)	Stimulo : dispositif qui augmente l'amplitude de flexion de la cheville au cours de la marche en tenant compte de l'amplitude de repos.	18 AVC chroniques randomisés dans deux groupes avec des sessions de 30 min trois fois par semaine pendant six semaines : - I : utilisation du système Stimulo pour augmenter flexion dorsale et plantaire de la cheville ; - C : marche sans Stimulo. L'évaluation est faite sur les critères suivants : <i>Timed Up and Go Test</i> , test de la marche de 6 min et le test des 10 m, test de Romberg quantifié, amplitude de la cheville par goniométrie et force par une chaussure spécifique, <i>Instrumental Activity Measure</i> pour les AVQ.	Aucune différence significative n'a été observée entre les groupes sur aucune variable.	Le système Stimulo n'a pas montré une efficacité quelconque dans la marche de l'hémiplégique chronique.	2
Tong et al., 2006 (236)	<i>Gait trainer</i> et électrostimulation fonctionnelle	46 AVC subaigus ont été randomisés en trois groupes : - I1 (n = 15) : <i>gait trainer</i> avec électrostimulation fonctionnelle (ESF) sur le quadriceps et le nerf	I1 et I2 n'ont présenté aucune différence d'évolution entre eux, mais une augmentation significative de la vitesse maximale de marche, du <i>Motricity Index</i> , de la FAC, de l'EMS par	Cette étude semble montrer l'intérêt de l'entraînement électromécanique de la marche après AVC subaigu,	2

Tableau 17. Rééducation de la marche assistée par système électromécanique					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
	le.	péronier ; - I2 (n = 15) : <i>gait trainer</i> sans ESF ; C (n = 16) : marche sur le sol. Chaque séance dure 20 min 5 j/sem pendant quatre semaines (20 séances). L'évaluation a été faite sur les critères suivants : test de vitesse maximale sur 5 m, <i>Elderly Mobility Scale</i> (EMS), <i>Berg Balance Test</i> , FAC, <i>Motricity Index</i> , index de Barthel (BI).	rapport au groupe contrôle.	sans que l'intérêt d'une électrostimulation fonctionnelle associée n'apparaisse clairement. L'absence de mesure de l'effet à distance ne permet toutefois pas de conclure sur une efficacité à moyen terme.	
Dias et al., 2007 (164)	<i>Gait trainer</i> .	40 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes : - C : 40 min 5 j/sem pendant quatre semaines avec la technique de Bobath ; - I : un temps égal d'entraînement sur <i>gait trainer</i> . L'évaluation a été faite sur les critères suivants : <i>Motricity Index</i> , échelle motrice de Toulouse, échelle d'Ashworth, échelle de Berg, <i>Rivermead Mobility Index</i> (RMI), indice de Fugl-Meyer (FM), FAC, BI, test des 10 m, test des 6 min et <i>Timed Up and Go Test</i> à quatre semaines et à trois mois.	Il existe une progression significative sur presque toutes les variables dans les deux groupes entre le début et la fin du programme. Le groupe I présente une poursuite significative de l'amélioration à trois mois sur les scores moteurs, mais pas sur les scores fonctionnels de marche. Une amélioration significative de l'index de Barthel est retrouvée à trois mois dans le groupe I, mais pas à quatre semaines. Si l'augmentation semble plus importante dans le groupe I sur la vitesse de marche, elle est similaire pour l'endurance (test des 6 min). L'amélioration des scores moteurs est de même ampleur entre T0 et 4 semaines.	Cette étude semble montrer que l'entraînement électromécanique améliore certains paramètres de marche de façon substantielle, sans démontrer d'augmentation de l'endurance à la marche plus importante qu'une méthode classique de kinésithérapie après AVC chronique.	2
Husemann et al., 2007 (165)	Lokomat [®] .	30 AVC incapables de marcher à la phase subaiguë ont été randomisés en deux groupes : - I : 30 min de Lokomat [®] ; - C : 30 min de kinésithérapie conventionnelle 5 j/sem pendant quatre semaines. L'évaluation a été faite sur la FAC, les paramètres spatio-temporels de la marche, l'échelle d'Ashworth, le BI et le taux de masse grasseuse.	Les deux groupes ont montré une amélioration significative des paramètres mesurés sans différence entre les groupes, sauf pour la masse grasseuse qui diminue dans le groupe I.	Cette étude ne semble pas montrer, chez les patients incapables de marcher à la phase aiguë d'un AVC, un effet supérieur du traitement par Lokomat [®] . Toutefois, les patients du groupe C ont été entraînés selon un temps	2

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
				non défini sur tapis roulant autant que possible d'après les auteurs. L'interprétation du résultat négatif doit donc prendre en compte cet élément non précisé.	
Pohl et al., 2007 (338)	<i>Gait trainer.</i>	155 AVC subaigus répartis (pas de processus contrôlé de randomisation) en deux groupes : - I (n = 77) : 20 min de <i>gait trainer</i> + 25 min de kinésithérapie ; - C (n = 78) : 45 min de kinésithérapie. Les critères principaux sont la FAC et le BI. Les critères secondaires sont : le test des 10 m, le test des 6 min, le RMA, le <i>Motricity Index</i> .	À six mois, 54 patients du groupe I/77 (70,1 %) marchaient indépendamment <i>versus</i> 28/78 du groupe C (35,9 %), p < 0,0001. La FAC passe en moyenne de 0,99 à 3,2 à six semaines, puis à 3,8 à six mois pour le groupe I et de 1,22 à 2,1 et à 2,5 pour le groupe C respectivement. L'index de Barthel passe de 37,9 à 72,3, puis à 77,5 pour le groupe I et de 36,9 à 58,7, puis à 65,1 pour le groupe C respectivement.	Cette étude présente une limite majeure de randomisation (système de tirage au sort de lettres : A ou B préparées dans des enveloppes). L'étude est multicentrique, mais non stratifiée par centre, ce qui ne permet pas de savoir si des différences ont été retrouvées entre les centres. Il n'existe pas non plus de stratification sur la sévérité. Son caractère très positif dans le groupe traité est donc sujet à une interprétation prudente. Enfin, si le groupe C a bénéficié d'un temps égal de prise en charge, il n'est parlé à aucun moment d'entraînement à la marche. Si le caractère positif était retenu, cette étude apporterait donc des	2

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
				éléments en faveur d'un entraînement électromécanique de la marche par rapport à des séances de rééducation de même durée sans que le contenu soit vraiment défini.	
Hornby et al., 2008 (339)	Lokomat®.	48 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes avec stratification sur le déficit : - I : Lokomat® 30 min en 12 sessions (fréquence non précisée) ; - C : tapis roulant avec support de poids à vitesse identique au Lokomat® et guidé par un thérapeute. L'évaluation a été réalisée selon les critères suivants : test des 6 min, échelle <i>modified Emory Functional Ambulation Profile</i> (mEFAP), échelle de Berg, <i>Frenchay Activities Index</i> (FAI) et scores moteurs de la SF-36 (qualité de vie).	La vitesse spontanée et la vitesse maximale de marche sont plus élevées dans le groupe C par rapport au groupe I, tant après l'intervention qu'à distance (temps non précisé).	Cette étude présente des caractéristiques mal décrites (fréquence du traitement, délai d'évaluation à distance). Elle semble montrer qu'un entraînement isolé sur Lokomat® est moins efficace qu'un entraînement avec support de poids à vitesse identique guidé par un thérapeute, tant à court qu'à moyen termes.	2
Peurala et al., 2009 (340)	<i>Gait trainer.</i>	56 AVC aigus randomisés en trois groupes : - I1 : <i>gait trainer</i> , 20 min 5 j/sem pendant trois semaines ; - I2 : entraînement à la marche sur le sol ; - C : traitement conventionnel n'excluant pas la marche, mais sans entraînement spécifique. Stratification sur le critère principal : la FAC. Les critères secondaires étaient la vitesse de marche, le test des 6 min, le RMI, l'échelle d'effort perçu de Borg. L'évaluation était faite à la fin du traitement et à six mois.	En fait, il n'a pas existé de stratification car la moyenne de la FAC à l'inclusion était à 0 (écart-type : 1). I1 et I2 montrent une amélioration de la FAC significativement supérieure à quatre semaines (médiane = 3 pour I1 et I2, 0,5 pour C) et à six mois (médiane = 4 et 2,5 respectivement). Aucune différence n'est observée entre I1 et I2 sur aucun des critères mesurés à trois semaines. À six mois, la vitesse maximale (test des 10 m) est significativement plus réduite entre trois semaines et six mois dans I1 (4,3 sec vs	Cette étude semble montrer qu'un entraînement intensif régulier sur une période définie améliore la performance de marche, tant sur l'indépendance de marche que sur la performance par rapport à un traitement conventionnel ainsi que les activités fonctionnelles liées à la marche. L'amélioration se	2

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			0,4 sec $p = 0,045$) que I2. Tous les critères restent significativement meilleurs dans les groupes I1 et I2 par rapport à C à six mois. RMI pour I1 et I2 = 9,8 à trois semaines, 7,8 pour C et 12,3 pour I1 à six mois, 12,4 pour I2 et 10 pour C ($p < 0,001$ entre les groupes et NS pour la différence entre les groupes entre trois semaines et six mois). L'effort mesuré (Borg) est plus important dans I2 par rapport à I1.	poursuit à six mois dans tous les groupes pour l'indépendance et la performance de marche, mais reste supérieure dans les groupes entraînés. Seule les activités fonctionnelles progressent de façon significative à six mois, sans que l'on puisse distinguer la progression selon les groupes. La marche sur système mécanisé diminue l'effort ressenti par le patient.	
Westlake et Patten, 2009 (341)	Lokomat [®] .	16 AVC chroniques randomisés en deux groupes stratifiés sur la vitesse de marche : - I : Lokomat [®] 30 min trois fois par semaine pendant quatre semaines à vitesse constante ; - C : idem sur un tapis roulant avec support partiel de poids assisté d'un à deux thérapeutes. Le critère principal d'évaluation est la vitesse spontanée et maximale de marche. Les critères secondaires sont le score de Fugl Meyer, l'échelle de Berg et le <i>Late-Life Function and Disability Instrument</i> .	Aucune différence significative de progression n'est observée sur aucune des variables entre les deux groupes. Des différences plus grandes entre l'état de base et la fin de la 4 ^{ème} semaine sont trouvées dans le groupe Lokomat [®] en moyenne, mais la différence entre les groupes n'est pas significative.	Au-delà des limites méthodologiques et du faible nombre de sujets, cette étude ne montre pas de supériorité des systèmes électromécaniques par rapport à l'entraînement sur tapis roulant et support partiel de poids. Cette étude ne permet pas non plus d'avoir une idée sur le maintien de l'amélioration dans chaque groupe.	2
Freivogel et al., 2009 (342)	Lokohelp (système de pédales reproduisa	16 patients neurologiques (AVC chroniques, traumatisés crâniens, blessés médullaires) ont été randomisés en deux groupes selon une méthode de <i>cross-over</i> de deux fois quatre semaines avec	Aucune différence significative n'est observée entre les deux groupes sur aucune des variables, les deux groupes ayant significativement progressé.	Cette étude ne retrouve pas d'effet supérieur du système Lokohelp.	2

Tableau 17. Rééducation de la marche assistée par système électromécanique					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
	nt sur tapis roulant une élévation des pieds comme à la marche).	20 sessions de Lokohelp de 30 min (préparation comprise) (I1) et 20 sessions d'entraînement sur tapis roulant (I2). Le critère principal est la FAC. Les critères secondaires sont la vitesse sur le test des 10 m, le RMI, l'échelle de Berg, le <i>Motricity Index</i> .			
Hidler et al., 2009 (343)	Lokomat [®] .	63 AVC subaigus de moins de six mois ont été randomisés en deux groupes réalisant 24 séances d'une heure (3 j/7 pendant 8 à 10 semaines) : - I : de Lokomat [®] ; C : de marche conventionnelle. Aucun autre traitement pour les membres inférieurs n'a été appliqué pendant la période de traitement et les trois mois suivants. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, à la 12 ^e et la 24 ^e séance, puis trois mois après : test des 5 m, test des 6 min, échelle d'équilibre de Berg, FAC, RMI, <i>Motor Assessment Scale</i> , FAI et SF-36.	Tant la vitesse maximale que la distance de marche augmentent significativement plus dans le groupe C.	Cette étude montre sur un groupe d'AVC subaigus capables de marcher sans aide physique au mois 5 m, que le Lokomat [®] induit une récupération de la marche moins performante que l'entraînement traditionnel lorsqu'il s'agit du seul traitement appliqué.	2
Schwartz et al., 2009 (344)	Lokomat [®] .	67 AVC subaigus de moins de trois mois ont été randomisés en deux groupes réalisant leur rééducation standard (30 min/j 5 j/7) associée à 18 séances (3 j/7 pendant six semaines) : - I : de Lokomat [®] (1 h30/sem) ; - C : de marche conventionnelle (1 h30/sem). Les paramètres suivants ont été mesurés avant, à la fin, puis trois mois après : FAC, NIHSS, <i>Stroke Activity Scale</i> , mesure d'indépendance fonctionnelle, test des 10 m, <i>Timed Up and Go</i>	La médiane de la FAC est à 0 dans les deux groupes à l'inclusion. Le nombre de sujets ayant une FAC supérieure à 3 (marche indépendante) est de 20/37 dans le groupe I et de 8/30 dans le groupe C. Mais les deux sujets ayant un score supérieur à 3 initialement sont exclus de l'analyse. Pour les autres scores, aucune différence significative entre les groupes n'est retrouvée. Le découpage en sous-scores permet de mettre en évidence	Cette étude présente des qualités méthodologiques discutables quant à l'analyse des données. Il n'est pas possible de valider l'hypothèse des auteurs quant à l'amélioration plus importante de la marche dans le groupe entraîné sur Lokomat [®] . Les paramètres	2

Tableau 17. Rééducation de la marche assistée par système électromécanique					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		Test, test des 2 min de marche.	quelques différences. Les paramètres de marche (vitesse, etc.) n'ont été mesurés que chez 20 sujets du groupe I et 10 contrôles sans différence significative.	de marche ne sont pas en faveur et l'indépendance de la marche sur la FAC fait l'objet d'un traitement statistique contestable.	
Fisher et al., 2011 (345)	Marche robotisée.	20 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes pendant 24 séances de rééducation de la marche d'une heure : - I : avec robot ; - C : kinésithérapie conventionnelle. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après l'intervention : test des 8 m, test de marche de 3 min, <i>Tinetti Balance Assessment</i> .	Aucune différence de progression entre les deux groupes n'a été observée.	Cette étude montre dans ce groupe de sujets un effet équivalent de la rééducation traditionnelle de la marche et de la marche robotisée.	2

AVQ : activités de la vie quotidienne.

BI: *Barthel Index*.

ECR : essai contrôlé randomisé.

EMS: *Elderly Mobility Scale*.

ESF : électrostimulation fonctionnelle.

FAC: *Functional Ambulation Category*.

FAI: *Frenchay Activities Index*.

NIHSS: *NIH Stroke Scale*.

NS : non significatif.

RMA: *Rivermead Motor Assessment*.

RMI: *Rivermead Mobility Index*.

2.13.2 Marche sur tapis roulant

2.13.2.1 Définition

La marche sur tapis roulant est une marche simulée par le déroulement mécanisé d'un tapis sous les pieds, le sujet reposant totalement sur les membres inférieurs sans aide externe (sans support partiel du poids : SSPP) ou partiellement lorsqu'un harnais supporte une partie de la charge qu'auraient dû supporter les membres inférieurs (support partiel du poids : SPP).

2.13.2.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Il s'agit d'un entraînement orienté vers la tâche permettant de réaliser, dans différentes conditions d'effort imposé, un entraînement prolongé. Les efforts sont matérialisés par la réduction progressive du SPP et l'augmentation progressive de la vitesse et de la pente du tapis.

2.13.2.3 Historique

L'entraînement sur tapis roulant n'appartient pas qu'au domaine de la rééducation, mais a été adopté par le monde du sport et davantage par l'industrie pour le transport d'objets. Le support partiel du poids est issu de l'expérimentation animale sur des spécimens ayant subi une section totale de moelle épinière. Des chats récupéraient sous l'effet d'un entraînement sur tapis roulant associé à des stimulations pharmacologiques diverses.

2.13.2.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

Il s'agit de répéter, dans différentes conditions d'effort, une marche dans un temps prédéfini. Pour les patients ayant peu de capacités de marche, des tapis spéciaux ayant de très faibles vitesses sont employés.

2.13.2.5 Description technique et variantes

La marche sur tapis roulant est pratiquée avec ou sans support partiel du poids du corps. Cette activité de marche peut être enrichie par l'adjonction de perturbations visuelles (environnement visuel) ou motrices (enjambements).

2.13.2.6 Facteurs limitants

Les capacités cardio-respiratoires du sujet doivent être prises en compte en plus des capacités d'équilibre et de déambulation.

Le tapis roulant seul est indiqué pour des patients ayant un bon niveau de récupération et ne peut être appliqué à tous les stades d'évolution de l'AVC.

2.13.2.7 Validité scientifique

Les résultats des études réalisées (cf. tableau 18) pour montrer l'intérêt de la marche sur tapis roulant sont plutôt positifs. L'usage du tapis roulant sans support du poids du corps est le plus souvent considéré comme bénéfique, alors qu'il reste controversé lorsque le support partiel du poids du corps lui est associé (346).

L'analyse de la littérature menée par Manning et Pomeroy (347) compare la rééducation sur tapis roulant aux pratiques courantes ou à l'absence de rééducation. Ils concluent que la rééducation de la marche sur tapis roulant, plus particulièrement avec support partiel du poids du corps, peut améliorer les paramètres de la marche et la mobilité fonctionnelle, mais avec un faible niveau de preuve. Le tapis roulant seul ne semble pas plus efficace que la rééducation conventionnelle pour améliorer les paramètres de la marche. Les auteurs suggèrent donc qu'il existe très peu d'éléments de preuve pour modifier la pratique clinique en faveur de l'entraînement à la marche sur tapis roulant.

Moseley *et al.* (348) confirment que la marche sur tapis roulant avec et sans support partiel du poids du corps est aussi efficace que les autres rééducations de la marche, mais avec un risque légèrement supérieur de survenue d'événements indésirables peu graves.

Les recommandations canadiennes (35) retiennent *a contrario* un fort niveau de preuve en faveur de l'entraînement sur tapis roulant sans support du poids chez les patients AVC chroniques capables de marcher. Parmi les douze ECR colligés, deux présentent une bonne méthodologie :

- celle de Langhammer et Stanghelle en 2010 portant sur 39 patients montre un effet positif à la fin du traitement sur le test de 6 minutes et la marche rapide sur 10 mètres (349) ;
- celle de Liston *et al.* en 2000 en *cross-over* sur 18 patients ne retrouve pas de différence entre les groupes (350).

Les deux études incluant le plus grand nombre de patients, Macko *et al.* (2005, 61 sujets) et Luft *et al.* (2008, 71 sujets), montrent un effet positif (351, 352).

► Marche sur tapis roulant sans support partiel du poids (SSPP)

Pour l'AVC chronique, toutes les études montrent une amélioration des paramètres de marche mesurés et se traduisant par une augmentation fonctionnelle de la marche à domicile (353). Si l'entraînement régulier semble permettre une amélioration durable (351), peu d'études de grande ampleur ont observé un bénéfice à distance (354).

Pour l'AVC subaigu, peu d'études ont été réalisées sans support partiel du poids. Une seule étude semble montrer une amélioration plus rapide avec un entraînement sur tapis roulant pour les patients capables de le réaliser (355). La plupart des études à la phase subaiguë ont été réalisées avec SPP.

► Marche sur tapis roulant avec support partiel du poids (ASPP)

Quatre études regroupant 308 sujets (335, 356-358) ne montrent pas d'amélioration supérieure de la locomotion après AVC subaigu. Peu d'études (336, 359) retrouvent un effet positif.

À la phase chronique, les résultats sont contradictoires dans la littérature : Suputtitada *et al.* en 2004 (360) ne trouvant pas d'effet positif et Sullivan *et al.* en 2002 (143) trouvant un effet positif de l'entraînement à la marche avec support partiel du poids (ASPP). L'étude de Sullivan *et al.* en 2007, mélangeant différentes conditions de traitement, ne confirme pas le caractère positif de l'entraînement ASPP à la phase chronique de l'AVC (361).

2.13.2.8 Recommandations

À la phase subaiguë de l'AVC, l'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de l'entraînement à la marche sur tapis roulant sans support partiel du poids.

À la phase chronique de l'AVC, l'entraînement à la marche sur tapis roulant sans support partiel du poids est recommandé avec un objectif d'amélioration à court terme (grade B).

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de l'entraînement à la marche sur tapis roulant avec support partiel du poids lors des phases subaiguë et chronique de l'AVC.

Tableau 18. Rééducation de la marche sur tapis roulant

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Manning et Pomeroy, 2003 (347)	1. Tapis roulant <i>versus</i> pas de traitement. 2. Tapis roulant + PBWS <i>versus</i> pas de traitement. 3. Tapis roulant + PBWS <i>versus</i> tapis roulant. 4. Tapis roulant <i>versus</i> rééducation conventionnelle. 5. Tapis roulant + PBWS <i>versus</i> rééducation conventionnelle.	Revue systématique de la littérature. 12 ECC (5 études de cas, 7 ECR). I + C = 374.	La rééducation de la marche sur tapis roulant, plus particulièrement avec PBWS, peut améliorer les paramètres de la marche et la mobilité fonctionnelle. Le tapis roulant n'est pas plus efficace que la rééducation conventionnelle pour améliorer les paramètres de la marche.	Faible niveau de preuve qui peut néanmoins justifier de modifier la pratique clinique en faveur de l'entraînement à la marche sur tapis roulant.	1
Moseley et al., 2005 (348)	Tapis roulant avec support du poids du corps.	Revue systématique de la littérature. 15 ECC (12 ECR, 3 <i>cross-over</i>). n = 622. I et C pas clairement définis.	Pas de preuve statistique significative entre tapis roulant et tapis roulant avec PBWS. Possibilité d'événements indésirables, mais qui en général ne sont pas jugés	Tapis roulant avec et sans PBWS est aussi efficace que les autres rééducations de la marche, mais avec un petit risque de danger.	1

Tableau 18. Rééducation de la marche sur tapis roulant					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			sérieux.		
Ada et al., 2010 (335)	Marche assistée mécaniquement avec support partiel du poids du corps.	Revue systématique de la littérature. 6 ECR (6 sur l'indépendance à la marche, 5 sur les effets sur la vitesse de marche et 2 sur les capacités de marche). n = 549.	Avec la marche assistée mécaniquement avec support partiel du poids du corps. Après quatre semaines d'entraînement, les patients qui ne marchaient pas durant le premier mois post-AVC sont plus indépendants. Important : cette amélioration ne se fait pas au détriment de la vitesse ou des capacités de marche. Les progrès obtenus se maintiennent à six mois.		1
Laufer et al., 2001 (355)	Tapis roulant sans support partiel du poids (SSPP).	25 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes : - I : session quotidienne 5 j/7 pendant trois semaines d'entraînement à la marche sur tapis roulant avec assistance d'un kinésithérapeute autant que nécessaire ; - C : entraînement à la marche au sol de même durée. Le temps de marche est de 2, 4 et 6 min par jour pour la semaine 1, 2 et 3 du traitement. Les critères mesurés après intervention ont été les suivants : <i>Functional Ambulation Categories</i> , test des 10 m, paramètres spatio-temporels de la marche, <i>Standing Balance Test</i> , électromyographie du triceps et d'autres muscles.	L'augmentation de la FAC dans le groupe C n'est pas significative. Dans le groupe I, l'augmentation est très significative. La différence entre les groupes est significative. L'augmentation de la vitesse de marche est identique entre les deux groupes (de 0,20 à 0,47 m/s dans le groupe I et de 0,18 à 0,33 m/s pour le groupe C).	Ce travail montre que l'entraînement à la marche par tapis roulant améliore plus rapidement l'indépendance de marche des patients ayant subi un AVC récent. L'absence d'évaluation à distance ne permet pas totalement de statuer sur l'efficacité de ce traitement à moyen terme.	2
Ada et al., 2003 (354)	Tapis roulant SSPP.	29 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes : - I : 3 j/7 pendant quatre semaines 30 min	La vitesse de marche reste significativement plus augmentée dans le groupe I à un et à quatre mois que le	Cette étude montre qu'après AVC chronique, l'entraînement sur tapis	2

Tableau 18. Rééducation de la marche sur tapis roulant					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		d'entraînement à la marche sur tapis roulant ; - C : entraînement à la marche au sol de même durée. Les critères mesurés après intervention ont été les suivants : test des 6 min, test des 10 m, <i>Sickness Impact Profile</i> à un mois et à quatre mois.	groupe C (+ 0,13 m/s et + 0,21 <i>versus</i> + 0,03 et + 0,11 m/s). La distance de marche au test des 6 min augmente plus à un mois dans le groupe I que dans le groupe C et elle diminue un peu à quatre mois (+ 83 m/s et + 0,54 <i>versus</i> + 22 et + 26 m/s).	roulant apporte une augmentation de la vitesse et de l'endurance à la marche.	
Jaffe et al., 2004 (320)	Tapis roulant SSPP.	20 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes égaux : - I : marche sur tapis roulant en mimant le passage d'obstacles ; - C : marche sur le sol avec passage d'obstacles. Six séances d'1 h sont réalisées sur deux semaines. L'évaluation est faite à la fin du traitement (deux semaines) et deux semaines après avec un test d'équilibre non validé, le test des 6 min, la mesure des paramètres spatio-temporels de la marche.	La vitesse de marche dans le groupe I est significativement plus importante à l'issue de la session. Les autres variables sont pour la plupart augmentées dans le groupe I comme dans le groupe C, mais avec peu de différences significatives.	Cette étude souligne l'intérêt potentiel de l'entraînement en double tâche pour l'amélioration de la marche comportant une tâche cognitive et une tâche motrice.	2
Richards et al., 2004 (362)	Tapis roulant SSPP.	63 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes réalisant 40 séances de kinésithérapie 1 h/j 5 j/sem pendant deux mois : - I : avec entraînement à la marche sur tapis roulant ; C : sans tapis roulant. Les paramètres mesurés avant, après et trois mois après la fin de l'intervention ont été : la vitesse de marche, le score de Fugl Meyer, l'échelle d'équilibre de Berg, le <i>Timed Up and Go Test</i> et l'indice de Barthel.	Prenant en compte l'amélioration significative de chaque groupe, aucune différence entre les groupes n'est observée.	Cette étude montre que l'amélioration de la marche des AVC subaigus soumis à un programme de rééducation n'est pas dépendante d'un entraînement sur tapis roulant.	2
Macko et al., 2005	Tapis roulant SSPP.	61 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes :	La vitesse de la marche augmente dans les deux groupes sans différence	Cette étude semble montrer, chez l'AVC chronique, l'intérêt	2

Tableau 18. Rééducation de la marche sur tapis roulant					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
(351)		<p>- I : 3 j/7 pendant six mois 45 min d'entraînement à la marche sur tapis roulant à 70 % de la fréquence cardiaque maximale (FCM) (début à 50 % et augmentation de 5 % toutes les deux semaines pour la vitesse du tapis et pour la durée de la séance) ;</p> <p>- C : <i>stretching</i> 35 min et entraînement à la marche 10 min à vitesse réglée à 40 % de la FCM.</p> <p>Les critères mesurés après intervention ont été les suivants : test des 6 min, test des 10 m, VO²max, <i>Rivermead Mobility Index</i> et <i>Walking Impairment Questionnaire</i> à trois et à six mois.</p>	<p>significative. L'endurance à la marche augmente plus dans le groupe I de 30 % <i>versus</i> 11 % et essentiellement dans les trois premiers mois. La VO²max augmente de 17 % dans le groupe I et de 3 % dans le groupe C. Le WIQ augmente aussi plus dans le groupe I.</p>	<p>d'un entraînement régulier et prolongé de la marche selon les principes du <i>cardio-training</i>.</p>	
Luft <i>et al.</i> , 2008 (352)	Tapis roulant SSPP.	<p>71 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes :</p> <p>- I (n = 34) : 3 j/7 pendant six mois 40 min d'entraînement à la marche sur tapis roulant à 60 % de la FCM (début à 50 % et augmentation de 5 % toutes les deux semaines pour la vitesse du tapis et de 1 % pour la pente) ;</p> <p>- C : <i>stretching</i> 30 min et entraînement à la marche 10 min à vitesse réglée à 40 % de la FCM.</p> <p>Les critères mesurés après intervention ont été les suivants : test des 6 min, test des 10 m, VO²max et IRMf lors de mouvements de flexion extension du genou à trois et à six mois.</p>	<p>La vitesse moyenne de marche au test des 6 min augmente de 17 % dans le groupe I et de 8 % pour le groupe C p = 0,03. La vitesse maximale au test des 10 m augmente deux fois plus dans le groupe I, mais la différence n'est pas significative. L'endurance à la marche augmente plus dans le groupe I de 30 % <i>versus</i> 11 % et essentiellement dans les trois premiers mois. La VO²max augmente de 18 % dans le groupe I et diminue dans le groupe C. 15 sujets du groupe I et 17 sujets du groupe C ont réalisé l'IRMf. La principale caractéristique est une augmentation significative de l'activité dans le lobe postérieur du cervelet dans le groupe I, alors qu'aucun changement n'est noté dans</p>	<p>Cette étude confirme l'efficacité à court terme d'un programme structuré de réentraînement, mais l'absence de recherche d'un effet de rétention ne permet pas vraiment de conclure sur l'utilité thérapeutique du protocole.</p>	2

Tableau 18. Rééducation de la marche sur tapis roulant					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			le groupe C.		
Langhammer et Stanghelle, 2010 (349)	Tapis roulant SSPP.	39 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes : - I (n = 18) : 5 j/7 pendant trois semaines 30 min d'entraînement sur tapis roulant avec une augmentation non spécifique permettant une marche confortable et sûre ; - C : 30 min de marche à l'extérieur. Les critères mesurés après intervention ont été les suivants : test des 6 min, test des 10 m, et <i>Motor Assessment Scale</i> à la fin de la rééducation.	Les vitesses moyenne et maximale de marche augmentaient significativement plus dans le groupe I que dans le groupe C (distance + 43 m et + 11 m respectivement). Le temps de marche était très supérieur dans le groupe C (315 min pour 107 min pour le groupe I).	Cette étude montre un bénéfice modéré d'un entraînement à la marche sur tapis roulant après AVC. La persistance de l'effet bénéfique est inconnue.	2
Moore et al., 2010 (353)	Tapis roulant SSPP.	20 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes pour une étude en <i>cross-over</i> comportant initialement quatre semaines de kinésithérapie et quatre semaines d'entraînement sur tapis roulant avec une période de quatre semaines sans traitement. Les mesures ont été effectuées au début et à la fin de la période de kinésithérapie et après chaque période suivante (soit rien, soit tapis roulant). Les patients sont stratifiés dans chaque groupe en fonction de la sévérité des troubles de la marche. Les critères mesurés avant et après intervention ont été les suivants : vitesse maximale de marche, test des 12 min avec enregistrement de la VO ² max, <i>Timed Up and Go Test</i> , échelle d'équilibre de Berg, niveau d'activité à domicile par un pedomètre.	L'augmentation de la quantité journalière de pas à domicile après traitement est de 850 pas en moyenne après entraînement locomoteur et presque nulle après kinésithérapie.	Cette étude montre que l'entraînement sur tapis roulant SSPP après AVC chronique apporte un bénéfice de marche fonctionnel à domicile.	2
Nilsson et al., 2001 (356)	Tapis roulant avec SPP (TR ASPP).	73 AVC subaigus mettant plus de 14 secondes pour marcher 10 m ont été randomisés en deux groupes : - I (n = 36) : 5 j/7 pour une durée variant d'un à	Aucune différence d'évolution n'a été notée entre les groupes, les deux groupes ayant progressé significativement.	Cette étude ne montre pas d'effet bénéfique de l'entraînement sur tapis roulant avec SPP par rapport	2

Tableau 18. Rééducation de la marche sur tapis roulant					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		quatre mois avec une médiane à 68 j 30 min d'entraînement sur tapis roulant avec support de poids ; - C (n = 37) : 30 min de marche sans tapis roulant avec une durée médiane à 66 j. Les critères mesurés après intervention ont été les suivants : test des 10 m, <i>Functional Ambulation Category</i> , échelle d'équilibre de Berg, Fugl Meyer, mesure d'indépendance fonctionnelle au début et chaque mois de la prise en charge en rééducation, et à 10 mois de la survenue de l'AVC.		à un entraînement de durée identique sur le sol à la phase subaiguë de l'AVC.	
Teixeira da Cunha et al., 2002 (357)	TR ASPP.	13 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes : - I (n = 6) : 20 min de marche avec SPP 5 j/7 pour une durée de trois semaines en moyenne ; - C (n = 7) : kinésithérapie standard sans entraînement spécifique à la marche. Les critères mesurés après intervention ont été les suivants : test des 5 m, test des 5 min, <i>Functional Ambulation Category</i> , consommation d'O ₂ au début et à la fin de la prise en charge en rééducation, et à 10 mois de la survenue de l'AVC.	Aucune différence d'évolution n'a été notée entre les groupes, les deux groupes ayant progressé significativement.	Cette étude ne montre pas d'effet bénéfique de l'entraînement sur tapis roulant avec SPP par rapport à un entraînement de durée identique sur le sol à la phase subaiguë de l'AVC.	2
Sullivan et al., 2002 (143)	TR ASPP.	24 AVC chroniques (> 6 mois de l'AVC) capables de marcher 10 m stratifiés sur la sévérité du déficit locomoteur, ont été randomisés en trois groupes égaux : - G1 : vitesse de marche lente à 0,22 m/s ; - G2 : vitesse de marche rapide 0,89 m/s ; - G3 : vitesses variables selon quatre vitesses 0,22, 0,45, 0,67, 0,89 m/s. Le SPP est adapté à l'évolution et à l'impératif de	À la fin du traitement, G1 augmente sa vitesse moyenne de + 0,06 m/s, G2 de + 0,07 m/s et G3 de + 0,15 m/s (p < 0,05 pour chaque groupe). Tous les groupes augmentent leur vitesse de marche de 10 % pendant le mois suivant, puis aucune différence significative n'est notée à trois mois. La taille de l'effet est importante entre la	Cette étude montre qu'une amélioration de la vitesse de marche est possible chez les AVC chroniques et que l'intensité du traitement semble être un élément discriminant de l'ampleur du résultat.	2

Tableau 18. Rééducation de la marche sur tapis roulant					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		respect de la vitesse de marche. 12 séances sont réalisées sur quatre à cinq semaines. L'évaluation est faite à la fin du traitement, un mois et trois mois plus tard sur la vitesse confortable de marche.	vitesse rapide et les deux autres modalités.		
Werner et al., 2002 (336)	<i>Gait trainer</i> et TR ASPP.	30 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes selon une méthode de <i>cross-over</i> (ABA versus BAB). A consiste au <i>gait trainer</i> et B consiste au tapis roulant avec support de poids identique au <i>gait trainer</i> . Chaque phase (A ou B) correspond à deux semaines de traitement à raison de 15 à 20 min 5 j/sem. L'évaluation est faite sur les critères suivants : <i>Functional Ambulation Category</i> (FAC) toutes les fins de semaines (six semaines) et à six mois par téléphone, <i>Rivermead Motor Assessment</i> , vitesse de marche, score d'Ashworth.	La FAC à six semaines est significativement plus élevée dans le groupe ABA que dans le groupe BAB avec plus de sujets marchant indépendamment (13 vs 11). La différence n'apparaît plus à six mois. La vitesse de marche progresse dans les deux groupes sans différence significative.	Cette étude montre que l'entraînement sur <i>gait trainer</i> à la phase subaiguë permet à un nombre plus important de sujets de marcher indépendamment après un AVC. Mais la supériorité de la méthode disparaît à moyen terme.	2
Suputtitada et al., 2004 (360)	TR ASPP.	48 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes travaillant à raison de 25 min 5 j/7 pendant quatre semaines : - I : la marche sur TR ASPP ; - C : la marche au sol. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après intervention : test des 10 m et échelle d'équilibre de Berg.	Aucune différence significative entre les deux groupes n'est observée, la vitesse de marche augmentant de 8,75 m/s ± 7 dans le groupe I et de 5,50 m/s ± 5,39 dans le groupe C.	Cette étude ne montre pas d'amélioration supérieure de la marche après entraînement sur TR ASPP.	2
Eich et al., 2004 (359)	TR ASPP.	50 AVC subaigus capables de marcher 12 m ont été randomisés en deux groupes : - I : 30 min de Bobath avec 30 min d'entraînement sur tapis roulant avec un maximum de support de poids de 15 % ; - C : 60 min de Bobath pendant 30 séances consécutives (six semaines). Les critères principaux étaient la vitesse et la	La vitesse de marche augmente de 0,15 m/s de plus dans le groupe I que dans le groupe C et la distance de marche de 35 m de plus en moyenne dans le groupe I, tant à six qu'à 18 semaines.	Cette étude souligne l'apport positif d'une action combinant méthode neuromotrice et entraînement à la marche sur tapis roulant après AVC subaigu.	2

Tableau 18. Rééducation de la marche sur tapis roulant					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		distance de marche. Les critères secondaires sont le <i>Rivermead Motor Assessment</i> et un questionnaire non validé d'évaluation de la qualité de la marche à la fin de l'intervention (six semaines) et à 18 semaines (trois mois après la fin du traitement).			
Yagura et al., 2006 (363)	TR ASPP.	49 AVC subaigus capables de marcher 12 m ont été randomisés en deux groupes qui, à partir de la 4 ^{ème} semaine après admission, réalisent 20 min/j 3 j/7 pendant six semaines d'entraînement sur TR avec SPP et 20 min supplémentaires de rééducation classique. Les deux autres jours, les patients réalisent 40 min de rééducation classique : - I (n = 22) : le membre inférieur parétique est assisté par un thérapeute lors de la marche ; - C (n = 25) : le membre inférieur parétique est assisté par un système mécanique non dénommé. Les critères principaux étaient la mesure d'indépendance fonctionnelle, le score de Fugl-Meyer mesurés à 4 (avant le début), 10 (à la fin du traitement) et 16 semaines après l'arrivée dans le service, la vitesse et la distance de marche toutes les deux semaines entre 4 et 16 semaines.	Les deux groupes ont progressé significativement sur tous les critères, mais aucune différence statistiquement significative d'évolution n'a été constatée entre I et C.	Cette étude montre l'effet identique du soutien mécanique du membre parétique par rapport à un thérapeute, et que le nombre de thérapeutes nécessaires à ce travail de la marche peut être réduit par un système mécanique.	2
Sullivan et al., 2007 (361)	TR ASPP et renforcement.	80 AVC chroniques stratifiés sur la vitesse de marche ont été randomisés en quatre groupes travaillant 1 h 4 j/semaine pendant six semaines : - I1 : en alternance 1 séance sur 2 TR ASPP et renforcement des membres supérieurs (RMS) ; - I2 : pédalage contre résistance (PCR) et RMS ; - I3 : TR ASPP et PCR ; - I4 : TR ASPP et renforcement analytique des	Le groupe TR ASPP/ RMS augmente sa vitesse de marche de confort de 0,13 m/s (p < 0,01) et le groupe PCR/RMS de 0,01 m/s (NS). La vitesse maximale augmente de 0,10 (p < 0,01) et de 0,01 m/s (NS) respectivement. Les autres groupes avec du TR ASPP augmentent tous	Cette étude observe que la combinaison fonctionnelle la plus intéressante pour améliorer la marche de l'hémiplégique semble être l'association d'un entraînement intensif de la marche combiné à un	2

Tableau 18. Rééducation de la marche sur tapis roulant					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		membres inférieurs (RAM). Les critères principaux suivants ont été mesurés avant, à la fin du traitement et à six mois : vitesse de marche et distance (test des 6 min). Les critères secondaires étaient : score de Fugl Meyer, échelle d'équilibre de Berg, <i>Stroke Impact Scale</i> .	significativement ces paramètres aussi de façon moindre. L'augmentation de la distance de marche la plus importante est observée pour le groupe I4 TR ASPP/RAM à + 45,3 m $p < 0,0001$. Pour I1, I2 et I3, les augmentations sont de respectivement, 22 m, 15 m, et 25 m. Il n'existe pas de différence significative entre I1 et I2.	programme de renforcement des membres inférieurs après AVC chronique.	
Franceschini et al., 2009 (358)	TR ASPP.	96 AVC subaigus (moins de six semaines) ont été randomisés en deux groupes : - I : TR ASPP (20 min) et kinésithérapie 40 min/j, 5 j/sem pendant quatre semaines ; - C : marche au sol et kinésithérapie à temps égal. Les critères d'évaluation ont été les suivants : <i>Motricity Index</i> , <i>Trunk Control Test</i> , index de Barthel, <i>Functional Ambulation Categories</i> , test des 10 m et test des 6 min et <i>Walking Handicap Scale</i> , avant, juste après, deux semaines et six mois après la fin du traitement.	Les deux groupes ont progressé sur toutes les variables, mais aucune différence significative entre les groupes n'a été observée.	Cette étude montre, sur une assez large population, que l'entraînement à la marche sur tapis roulant avec support partiel de poids n'apporte pas de bénéfice supplémentaire par rapport à la marche sur le sol à la phase subaiguë de l'AVC.	2
Ada et al., 2010 (335) Dean et al., 2010 (364)	TR ASPP.	126 AVC subaigus (moins de quatre semaines et incapables de marcher) ont été randomisés en deux groupes stratifiés sur l'équilibre du tronc : - I : TR ASPP 30 min/j 5 j/sem + 60 min de kinésithérapie ; - C : marche au sol dans les mêmes conditions de temps. Le critère principal était le taux de participants ayant une marche indépendante (15 m à plat sans aucune aide technique ou humaine) à six mois. Les critères secondaires sont le test des 6 min, le test	À six mois, le taux de personnes ayant une marche indépendante est de 70 % dans le groupe I et de 63 % dans le groupe contrôle (NS). La médiane de marche indépendante est de cinq semaines pour I et de sept semaines pour C. La vitesse de marche (sur 72 sujets marchant) n'est pas significativement plus grande pour le groupe I (différence 0,1 m/s IC - 0,06 à 0,26) ni la longueur du pas. La	Cette étude montre l'absence de bénéfice net sur l'indépendance de marche d'un programme de réentraînement sur tapis roulant avec support partiel du poids à la phase subaiguë et elle ouvre sur la possibilité qu'il existe une amélioration plus rapide de la marche avec ce type d'entraînement. Il	2

Tableau 18. Rééducation de la marche sur tapis roulant					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		des 10 m à vitesse confortable, l'auto-qualification de la qualité de la marche par les patients par échelle numérique de 0 à 10, la participation à la vie quotidienne par l' <i>Adelaide Activities Profile</i> .	distance parcourue est en moyenne de 240 pour I et de 183 pour C (différence 57 m IC 1 - 116).	semble aussi qu'une augmentation du périmètre de marche soit observée après entraînement sur tapis roulant.	
Yang et al., 2010 (365)	TR ASPP.	18 AVC (9 chroniques Ch, 9 subaigus Sa) ayant des potentiels évoqués moteurs (PEM) dans l'abducteur du pouce ont été randomisés en quatre groupes ICh et ISa 20 min de marche avec TR ASPP et 30 min de kinésithérapie trois fois par semaine pendant quatre semaines. CCh et Csa : 50 min de kinésithérapie. Le critère principal est le seuil d'apparition du PEM de l'abducteur du pouce et le score de Fugl Meyer.	Aucune différence entre les groupes n'est observée sur le score clinique, mais une différence est retrouvée en faveur du groupe ayant un entraînement par TR ASPP pour les critères électrophysiologiques.	Cette étude, mélangeant des conditions pathologiques probablement assez différentes (aiguës et chroniques) et des conditions expérimentales différentes sur un nombre réduit de patients, ne permet pas de conclusion spécifique.	2

ECC : essai clinique comparatif.

ECR : essai contrôlé randomisé.

FAC: *Functional Ambulation Category*.

FCM : fréquence cardiaque maximale.

IRMf : imagerie par résonance magnétique fonctionnelle.

NS : non significatif.

PBWS: *Partial Body-Weight Support*.

PCR : pédalage contre résistance.

PEM : potentiels évoqués moteurs.

RAM : renforcement analytique des membres.

RMS : renforcement des membres supérieurs.

SSPP : sans support partiel du poids.

TR ASPP : tapis roulant avec support partiel du poids.

VO²max : capacité respiratoire maximale.

WIQ: *Walking Impairment Questionnaire*.

Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Teasell et al., 2003 (346)	Réentraîne- ment à la marche.	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcement musculaire ; - SEF ; - tapis roulant ; - tapis roulant avec support partiel du poids du corps ; - EMG-BFB ; - rééducation des MI ; - orthèse de MI. <p>48 ECR.</p> <p>Renforcement musculaire [6] :</p> <ul style="list-style-type: none"> - I = 91 ; - C = 39. <p>SEF (11 dont 2 ECR) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - I = 128 ; - C = 53. <p>Marche sur tapis roulant 8 (2 ECR) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - I = 100 ; - C = 20. <p>Marche sur tapis roulant avec support partiel du poids du corps 8 (3 ECR) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - I = 194 ; - C = mal défini. <p>Rééducation du MI par EMG-BFB 11 (8 ECR) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - I = 329 ; - C = 145. <p>Orthèse de MI 4 (2 ECR) :</p>	Revue systématique de la littérature.	<p>Renforcement musculaire : fort niveau de preuve. SEF : fort niveau de preuve en complément de la rééducation de la marche. Tapis roulant : effet bénéfique. Tapis roulant avec support partiel du poids du corps : effet controversé. EMG-BFB : fort niveau de preuve en complément de la rééducation de la marche. AFOs : niveau de preuve modéré combiné à la dénervation du nerf tibial postérieur.</p>		1

Étude	Thème de l'étude Symptomato- logie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		- I = 137 ; - C = mal défini.				
Robbins et al., 2006 (366)	Vitesse de marche.	SEF et TENS.	Méta-analyse. 8 ECC (4 ECR, 4 <i>cross-over</i>). n = 114. I = 48. C = 47. <i>Cross-over</i> = 66.	TENS : impossible de déterminer l'efficacité. SEF : amélioration significative.		1
Dickstein, 2008 (367)	Vitesse de marche.	Évaluation de différentes méthodes : - programmes d'exercices (renforcement musculaire, imagerie mentale) ; - SEF ; - BFB ; - tapis roulant ; - orthèses robotisées (Lokomat [®] , <i>gait trainer</i>).	Revue systématique de la littérature. Méta-analyse et recommandations mal définies.	Des résultats similaires ont été obtenus sur la vitesse de marche par les différentes techniques évaluées.	Le choix de la technique doit être réalisé suivant des critères pragmatiques.	1

AFO: *Ankle-Foot Orthosis*.

BFB: *Biofeedback*.

ECC : essai clinique comparatif.

ECR : essai contrôlé randomisé.

EMG-BFB: *EMG-Biofeedback*.

MI : membre inférieur.

SEF : stimulation électrique fonctionnelle.

TENS: *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*.

2.13.3 Orthèses

2.13.3.1 Définition

Les orthèses sont des pièces rigides ou articulées, ajustées à la morphologie du patient, permettant de maintenir les segments de membre ou le tronc dans une position thérapeutique ou de faciliter un geste fonctionnel.

Le petit appareillage de marche est constitué des appareils courts, de type orthèse mollet-plante. Le grand appareillage de marche est constitué des appareils de type cruro-jambier.

2.13.3.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Leur rôle est de suppléer une déficience physique acquise ou de compenser une incapacité. En rééducation, elles ont plus rarement un objectif de correction ou de maintien (écharpe d'épaule dans l'AVC à la phase aiguë). L'appareillage est considéré comme une composante importante et indissociable de toute procédure de rééducation.

2.13.3.3 Historique

Diverses orthèses ont contribué aux principaux modes de traitement fonctionnel des troubles neuro-orthopédiques. Elles ont connu un essor technologique au décours de la guerre 1914-1918, durant laquelle elles étaient particulièrement prescrites pour améliorer la fonction des blessés médullaires, des patients poliomyélitiques, myopathiques et au cours des affections neurogènes périphériques.

2.13.3.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

La prescription de l'appareillage orthétique tient compte du caractère partiel ou total du déficit moteur, des déformations neuro-orthopédiques associées, des déficits sensitifs proprioceptifs et extéroceptifs, des possibilités attentionnelles et de l'objectif visé (fonctionnel, antalgique, déplacement intérieur ou extérieur).

Divers appareillages externes amovibles sont utilisés pour différents objectifs, comme soutenir une musculature déficiente, diminuer la spasticité, réduire les douleurs, améliorer les gestes fonctionnels, prévenir les limitations articulaires, assurer des postures articulaires ou lutter contre l'œdème.

2.13.3.5 Description technique et variantes

Les orthèses contribuent à la fonction ou au maintien d'un segment de membre, d'un membre ou de tout ou partie du rachis.

L'appareillage se compose : du grand appareillage, du petit appareillage (releveur, écharpe, etc.), réalisés par des professionnels de l'appareillage (orthoprothésistes artisans ou industrie) et des appareillages d'application directe réalisés par les professionnels de santé au cours de consultations ou de séances de rééducation.

► Dispositifs releveurs dynamiques ou statiques

Les dispositifs releveurs dynamiques ou statiques sont destinés à compenser ou à suppléer le déficit des releveurs du pied et éventuellement des stabilisateurs latéraux, à compenser le *steppage*, à faciliter le passage du pas, à contrôler l'équinisme ou l'instabilité en *varus*. Ils maintiennent la cheville et le pied dans le plan sagittal et à moindre degré dans les autres plans, assurent passivement ou assistent la dorsiflexion lors de la phase oscillante ou pendulaire, jusqu'à l'initiation du premier double appui et permettent le déroulement du pas au sol.

Ils assurent ainsi une démarche plus naturelle ou dynamique (368), augmentent le périmètre de marche, améliorent la stabilité du pied en phase portante, facilitent les parcours

extérieurs en terrain varié, accidenté, contribuent à réduire les schémas moteurs pathologiques, facilitent la rééducation motrice et les autres contrôles segmentaires (369).

On distingue entre autres :

- orthèse mollet-plante statique sur moulage en polypropylène, avec découpe rétro-malléolaire ou pré-malléolaire (grand appareillage) ; orthèse releveur dynamique de Klensac et ressort Astep si spasticité modérée du triceps et du tibial postérieur ; orthèse releveur à lame postérieure carbone semi-rigide ou lame dissociée sur moulage ; releveur dynamique plastique de Gondreville avec armature métallique (tuteurs externe et interne) ou tracteurs élastiques ; orthèse *anti-talus* de Saltiel (toutes inscrites au grand appareillage) ;
- orthèse nocturne de posture permettant de conserver une souplesse ou une extensibilité tendino-musculaire du triceps et/ou du tibial postérieur après temps posturant ou injection de toxine. On distingue l'orthèse statique suro-pédieuse de posture anti-équin (plus souvent à port nocturne), sur moulage, avec si nécessaire sangle anti-varisante de l'orthèse de posture anti-équin articulée, évolutive, à secteurs de réduction (également grand appareillage) ;
- orthèse liberté, guêtre englobant la cheville solidarisée à une sangle élastique reliée à la chaussure (petit appareillage sur mesures) ;
- orthèse suro-pédieuse de Houston en plastique thermoformé en polyisoprène ou polypropylène, releveur de Philips avec tracteurs élastiques, releveur de Privat-Bellot avec corde à piano, releveur de Jousto avec embrasse de jambe, sans contention latérale, orthèse mollet-plante polyéthylène, appareil de Harrington, toutes inscrites au petit appareillage, sont d'indication courante ou plus restreinte ;
- chaussage orthopédique, orthétique ou thérapeutique (CHE sur appareil, CHP pour paralysie, CHZ de compensation – pied sain), intégrant dans leurs cahiers des charges : lame acier ressort inclus dans la baguette de la tige ou se prolongeant dans le semelage, une barre de déroulement ou dérotation, un relevé du bout, un désaxé, le plus souvent une tige montante, une orthèse intégrée, un contrefort ou baleinage unilatéral ou bilatéral, et plus rarement une bride en T, une sangle de rappel *anti-varus/anti-valgus*, des tracteurs élastiques en X, ou une sangle élastique fixée sur la claque, selon que le déficit des releveurs est complet ou incomplet, la spasticité tricipitale importante ou modérée, le contrôle latéral de cheville déficitaire, selon les défauts d'alignement, d'aplombs ou les déformations neuro-orthopédiques ;
- stimulation électrique fonctionnelle (SEF), électrostimulation des releveurs +/- fibulaires, assimilée au grand appareillage.

► Orthèses statiques ou dynamiques

Les orthèses statiques ou dynamiques du genou sont destinées à compenser un déficit de verrouillage actif du genou en phase d'appui, à suppléer un déficit d'extension active dans les derniers degrés d'extension, à assurer la stabilité latérale, sagittale et horizontale du genou en charge, dispositifs souvent prolongés d'une pièce suro-pédieuse pour le déficit des releveurs.

On distingue entre autres :

- orthèse cruro-pédieuse classique sur moulage, en thermoplastique, polypropylène renforcé ou en composite de carbone, avec genou libre à articulation postériorisée intégrant une articulation polycentrique à biellettes, ou articulation à chape, butée d'extension *anti-recurvatum* (type *Swedish Knee Cage*), ou genou verrouillé avec verrou de type Hoffa, cercle poplité ou arceau postérieur, ou verrou canadien à coulisseau, ou dispositif de blocage et déblocage automatique, et souvent prolongement par releveur statique ou dynamique ;
- orthèse dynamique type orthèse cruro-pédieuse *Chignon Dynamic Orthosis* (CDO), comprenant un tendeur assistant les derniers degrés d'extension, en cas d'insuffisance d'extension ou de défaut de verrouillage actif en milieu de phase portante ;

- dispositifs orthétiques aux indications spécifiques ou plus anecdotiques, tels l'orthèse monotubulaire de Nancy, l'appareil de Phelps, l'orthèse type Jarrige, etc. ;
- orthèse de posture articulée à secteurs, *anti-flessum* sur moulage pour corriger progressivement un *flessum* partiellement réductible, après injection de toxine notamment ;
- orthèse de dérotation de hanche indiquée en cas de rotation médiale non contrôlée ;
- semelle orthopédique avec coin correcteur et contacteurs sensitifs combinant forme et *feedback* externe utilisée pour la station debout et la marche ;
- *strapping* de la hanche et systèmes de maintien enveloppant le membre et/ou le buste afin d'en assurer l'alignement, afin de diminuer l'effet négatif sur la musculature de la hanche du côté opposé dans l'AVC.

Les chaussures orthopédiques du pied spastique comprennent : tuteurs, baleines, tracteurs et relevé du bout de la chaussure (370). Elles suppléent les déficits de marche en permettant la contention latérale, en assurant la limitation fonctionnelle du pied et de la cheville, la correction plantaire et la protection des orteils douloureux.

► Orthèses du membre supérieur

Les indications sont diverses, à visée fonctionnelle, de posture (post-rééducation ou post-injection de toxine), antalgique (syndrome douloureux régional complexe), etc.

On distingue entre autres :

- orthèse sur moulage de posture, de fonction ou de prévention, statique ou dynamique, antébrachio-palmaire longue ou courte ; orthèse de posture statique ou de positionnement en extension du poignet et des doigts, en position de fonction ou de correction pour déviation ulnaire ou radiale, etc. ; orthèse statique d'enroulement des doigts sur moulage ; orthèse d'extension dynamique des doigts, avec lames de Levame ;
- attelle dynamique d'extension de poignet, extension ou flexion des métacarpo-phalangiennes (MP), ouverture de la première commissure et pouce en abduction, extension des interphalangiennes (IP) selon déformations neuro-orthopédiques et/ou spasticité, selon possibilités de commande sélective des antagonistes, etc. (371) ;
- orthèse mousse intercalaire pour maintenir l'ouverture des doigts longs (après temps posturant ou toxine), les orthèses statiques de posture du coude ou articulée à secteur (si spasticité ou rétraction des fléchisseurs de coude) ;
- écharpe support d'avant-bras, épaulière de recentrage ou orthèse de stabilisation d'épaule indiquée dans les subluxations inférieures de la tête humérale, compliquées ou non d'un syndrome douloureux régional complexe, et dans la spasticité des abaisseurs scapulaires.

2.13.3.6 Facteurs limitants

Elles doivent être simples à poser chez les patients mono-manuels.

Le choix définitif d'un appareillage ou le port d'orthèses ne peut être réalisé qu'après des essais. Les résultats fonctionnels obtenus peuvent être très différents d'un malade à l'autre, d'une présentation clinique à l'autre.

2.13.3.7 Validité scientifique

L'utilisation d'orthèses est commune malgré le peu d'études réalisées sur le sujet (372).

Les orthèses de cheville et de pied ne semblent avoir qu'un intérêt limité, quand elles sont utilisées seules. Leur effet est modéré lorsqu'elles sont combinées à la dénervation du nerf tibial postérieur (373, 374).

Selon l'étude de Robinson *et al.*, menée en 2008 sur 30 malades (375), les orthèses de maintien du pied portées la nuit dans les suites immédiates de l'AVC ne se montrent pas

plus efficaces pour prévenir les raideurs de cheville que les postures sur plan incliné. Néanmoins, cette étude ne comporte pas de groupe contrôle.

Selon l'étude d'Abe *et al.* (376), menée sur un petit groupe de malades post-AVC (n = 16), les orthèses en plastique prenant la cheville pour assurer l'alignement de la cheville et du pied améliorent la vitesse et la stabilité de la marche. Ces résultats sont confirmés par l'étude de Fatone *et al.*, portant sur 22 malades souffrant d'une hémiplegie post-AVC à la phase des séquelles et dotés d'une orthèse en matériaux thermoformables prenant la jambe et le pied (368).

Les recommandations canadiennes évoquent la possibilité d'une efficacité des orthèses mollet-plante pour améliorer la marche, essentiellement sur la base de multiples études non randomisées ni contrôlées, qui montrent l'amélioration des paramètres de marche (35). Elles évoquent aussi le peu d'études réalisées. Le seul essai contrôlé randomisé relevé (377) a comme critère principal le *Sickness Impact Profile* et la vitesse de marche. Cette étude compare la réalisation d'une thermocoagulation par radiofréquence du nerf tibial postérieur à l'orthèse. Aucune amélioration significative de la marche n'est observée entre les groupes ni sur le plan subjectif ni objectif. Les recommandations canadiennes soulignent le besoin de travaux plus structurés pour montrer le bénéfice fonctionnel des orthèses.

2.13.3.8 Recommandations

Le port d'orthèses (releveur, orthèse suro-pédieuse) est recommandé pour améliorer la stabilité de la marche et l'indépendance dans les déplacements, en cas d'insuffisance de la commande motrice.

2.13.4 Aides techniques de marche

2.13.4.1 Définition

Les aides techniques de marche incluent tout dispositif extrinsèque et non orthétique pouvant se substituer ou compléter une aide humaine à la marche. Elles concourent à la rééducation de la marche des personnes handicapées ou de grand âge.

2.13.4.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Les cannes ont différentes fonctions dans la société : signe distinctif hiérarchique, accessoire vestimentaire, instrument de défense, aide à la marche. Cette dernière fonction est utilisée en rééducation pour augmenter le polygone de sustentation, améliorer l'équilibre debout et aider au franchissement d'obstacles simples comme les trottoirs. Elles sont le plus souvent utilisées pour permettre une indépendance plus précoce. À ce titre, elles constituent le plus banal et le plus ancien dispositif de réadaptation.

Après une hémiplegie plus ou moins sévère, quatre patients sur cinq peuvent marcher avec ou sans canne. Les autres sont contraints d'utiliser un fauteuil roulant (378).

2.13.4.3 Historique

Elle fut utilisée de tout temps sous la forme de simple bâton ou de canne plus ou moins sophistiquée.

2.13.4.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

Le principal objectif des aides techniques de marche, dans le cadre de la rééducation motrice, est d'augmenter la stabilité du déplacement au cours de la marche, diminuant ainsi le risque de chute, de déport ou de transfert des appuis au sol et de donner un appui stabilisateur lors du franchissement de petits obstacles.

Une canne simple permet de retrouver une démarche symétrique. Elle n'a pas d'efficacité chez ceux qui ont une démarche symétrique, comme le montre l'étude de Beauchamp *et al.* (379) sur 14 AVC subaigus, dont cinq ont une marche symétrique et neuf une marche

asymétrique. Les auteurs montrent que la canne quadripode n'a pas d'effet sur la correction de la symétrie de la marche.

Soutien à la station debout, à la marche ou aux transferts, ou encore à la rééducation, les aides techniques de marche offrent un large panel de possibilités d'usage. Elles doivent être utilisées dans la progression du programme de prise en charge lorsque la marche sans aide est impossible ou si l'amélioration ou le confort de celle-ci est supérieur avec aide technique de marche.

2.13.4.5 Description technique et variantes

On distingue : canne multipode – tripode ou quadripode –, canne en T ou canne simple, canne anglaise, canne accoudeur ou à appui antébrachial, bâton de marche. Rollator deux roues avant ou déambulateur Delta ou quatre roues, déambulateur avec dispositif de suspension, appui axillaire, harnais, cadre de marche sont une alternative aux cannes selon les performances motrices et l'équilibre.

2.13.4.6 Facteurs limitants

Chez l'hémiplégique après AVC, le déficit du membre supérieur ne permet le plus souvent que l'utilisation d'une seule canne.

Certains patients ont des difficultés à accepter les aides techniques de marche.

2.13.4.7 Validité scientifique

Les recommandations canadiennes (35) soulignent le faible niveau de preuve quant à l'efficacité d'une canne pour améliorer la marche après AVC. La canne tripode semble faire preuve d'une plus grande efficacité, mais avec un niveau de preuve limité. Aucun ECR ne montre l'effet fonctionnel des cannes sur la marche après AVC, mais plusieurs études non randomisées montrent une dégradation posturale sans canne et l'amélioration de certains paramètres de marche.

Néanmoins, l'étude de Kuan *et al.* (380), portant sur 15 patients hémiplégiques, montre que les variables spatiales de la marche et des mouvements articulaires sont meilleures avec une canne plutôt que sans. Les auteurs montrent également une amélioration du mouvement de circumduction au cours de la phase oscillante.

De même, Beauchamp *et al.* (379) montrent sur 14 patients (marche asymétrique n = 9, marche symétrique n = 5) que l'utilisation d'une canne donne une marche plus symétrique.

Guillebaste *et al.* (381), après l'observation de 52 patients, suggèrent qu'une canne soit prescrite aux patients qui ne peuvent pas mettre en charge plus de 40 % du poids du corps sur le membre inférieur atteint (cf. tableau 20).

Une étude portant sur 19 patients à la phase chronique de l'AVC marchant avec et sans canne a montré une augmentation de la vitesse de marche, sans en modifier pour autant les paramètres cinématiques et spatio-temporels (382). Tous les patients ont rapporté les bienfaits de la canne pour supporter le poids du corps, déplacer le membre atteint et apporter un sentiment de sécurité.

Le recours à une aide technique est d'évidence si elle améliore l'indépendance du patient, mais les travaux de la littérature ne permettent pas de prouver globalement l'efficacité des aides techniques à ce jour.

2.13.4.8 Recommandations

L'utilisation d'une aide technique de marche est recommandée dès la récupération de la marche et lors du retour au domicile (grade C) pour favoriser et sécuriser la marche.

Il est recommandé que l'utilisation de l'aide technique de marche fasse l'objet d'un apprentissage personnalisé avec un professionnel de la rééducation.

Tableau 20. Aides de marche, appareillage

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Maguire et al., 2010 (383)	Confirmer l'intérêt du <i>strapping</i> de la hanche et des <i>TheraTogs</i> et voir s'il est possible de diminuer ainsi l'effet négatif sur la musculature de la hanche du côté opposé dans l'AVC.	Utilisation du <i>strapping</i> de la hanche à la phase subaiguë sur des patients capables de marcher au moins 10 mètres.	Étude randomisée. n = 13.	L'étude confirme, aussi bien chez les patients après AVC que chez les non atteints, que l'activité EMG des abducteurs de la hanche est diminuée du côté opposé au port de la canne. Cette diminution est réduite par l'utilisation d'un <i>strapping</i> de hanche ou d'un <i>TheraTog</i> .	La canne n'est pas la solution optimale.	4
Mulroy et al., 2010 (384)	Évaluer l'intérêt des orthèses de cheville avec des caractéristiques différentes.	Intérêt de l'orthèse de cheville (<i>Ankle-Foot Orthosis - AFO</i>) à la phase chronique.	ECR. n = 30 (9 avec une dorsiflexion au moins neutre et 21 avec une dorsiflexion limitée).	Les différentes orthèses de cheville améliorent le mouvement de flexion, aussi bien lors de la phase initiale qu'à la phase initiale de la phase d'appui.		4
Erel et al., 2011 (385)	Évaluer l'effet des orthèses dynamiques de cheville et de pied sur les activités de la marche.	Intérêt de l'orthèse de cheville (<i>Ankle-Foot Orthosis - AFO</i>) à la phase chronique.	ECR. n = 28 (GE = 14 ; GC = 14).	Les orthèses dynamiques de cheville et de pied améliorent la vitesse de marche et diminuent le coût énergétique de la marche.		4
Doğan et al., 2011 (386)	Effet des orthèses de cheville et de pied sur l'équilibre et la mobilité.	Intérêt de l'orthèse de cheville articulée avec blocage de la flexion plantaire (<i>articulated Ankle-Foot-Orthosis - AFO plantar flexion stopped</i>) en complément du programme de rééducation.	ECR. n = 51.	Tous les patients ont montré une amélioration de la vitesse de marche, de l'équilibre et de la mobilité.		4
Sungkarat	Intérêt d'une semelle	Effet <i>feedback</i> d'une semelle	ECR.	Une telle semelle est plus efficace pour améliorer	Le résultat	4

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
et al., 2011 (387)	orthopédique avec coin correcteur et contacteurs sensitifs combinant forme et <i>feedback</i> externe utilisée pour la station debout et la marche.	plantaire avec coin et capteur de pression agissant comme <i>feedback</i> dans l'amélioration de la marche chez des sujets à moins et plus de six mois après l'AVC.	n = 35 (GE = 17 ; GC = 18).	la répartition symétrique du poids du corps de la station debout et de la marche qu'un programme courant de rééducation de la marche.	influe sur la marche et l'équilibre.	

ECR : essai contrôlé randomisé.

EMG : électromyographique.

2.14 Contrainte induite du membre supérieur (*Constraint-Induced Movement Therapy*: CIMT)

2.14.1 Définition

Cette technique consiste à limiter ou à empêcher l'activité du membre supérieur sain afin de susciter l'activité du membre atteint par la répétition intensive de tâches spécifiques et/ou fonctionnelles.

2.14.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

La contrainte induite du membre supérieur est directement issue de travaux d'immobilisation de la main saine chez des primates ayant subi un AVC induit et dont on enregistrerait les cartes corticales par stimulation directe. Cette immobilisation (30) provoquait une modification de la représentation corticale, la zone motrice s'élargissant avec l'usage obligé du membre parétique et la récupération motrice de ce même segment corporel.

2.14.3 Historique

La technique a été décrite par Taub *et al.* en 1993 (388). Depuis, elle a été modifiée par de nombreux auteurs pour essayer de limiter le temps de rééducation active (6 h par jour dans la méthode *princeps*) et le temps d'immobilisation du membre sain (90 % du temps d'éveil).

2.14.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

Les objectifs sont de limiter l'usage du membre supérieur sain afin de faciliter la récupération du membre supérieur atteint, par la répétition de tâches. La méthode s'applique pendant 14 jours. Les résultats de l'étude EXCITE (389), montrent à deux ans que la population qui bénéficie à long terme de la contrainte induite est celle qui présentait initialement un AVC modéré à moyen (390), c'est-à-dire celle qui présentait une récupération sur les extenseurs du carpe ou des doigts.

2.14.5 Description technique et variantes

Pendant 14 jours, le membre supérieur non atteint est immobilisé 90 % du temps d'éveil pour faire travailler le membre parétique (388). L'usage du membre parétique est donc forcé pendant l'immobilisation. Il est encore plus sollicité lors de séances d'activités spécifiquement dédiées au membre supérieur six heures par jour cinq jours sur sept.

2.14.6 Facteurs limitants

La principale limite est l'impact psychologique de la méthode, qui confronte sans détour possible le patient à ses incapacités. Le risque de provoquer un syndrome dépressif n'est pas minime. Les patients doivent bénéficier d'un accompagnement.

Cette méthode ne s'applique pas en l'absence d'extension active des doigts ou du poignet et en cas de troubles cognitifs.

Enfin, cette technique appliquée dans sa forme *princeps* (six heures de rééducation quotidienne) requiert un temps de thérapeute important.

2.14.7 Validité scientifique

Cette technique de rééducation représente probablement l'un des plus importants objets de recherche des vingt dernières années.

Pour la phase aiguë, les résultats de la revue de la littérature sont contradictoires (cf. tableau 21).

Quarante-cinq études ont été colligées depuis l'étude *princeps* de Wolf *et al.* en 1989 (391).

L'étude qui sert de référence dans le domaine est l'étude multicentrique EXCITE, qui a été coordonnée en 2006 par Wolf *et al.* sur 222 patients entre trois et neuf mois post-AVC (389). Elle montre une amélioration très significative du *Wolf Motor Function Test* (test de la fonction du membre supérieur) et du *Motor Activity Log* (auto-questionnaire de perception de l'usage et de la qualité du mouvement du membre supérieur par le sujet).

La prise en charge très précoce (392), débutée à une moyenne de 9,7 jours post-AVC chez 52 sujets (ECR), ne montre pas d'amélioration du groupe CIMT (2 h d'exercice + 6 h de moufle) par rapport au groupe contrôle, et un meilleur résultat par rapport au groupe contrainte induite du membre supérieur (CIMT) intense (3 h d'exercice + 6 h de moufle) sur le test *Action Research Arm* (ARA) à 90 jours post-AVC.

Les études de Dromerick *et al.* en 2000 (20 sujets à la phase aiguë) (393) et de Boake *et al.* en 2007 (23 sujets à moins de deux semaines après l'AVC) confirment ces résultats (394).

Les résultats de la méta-analyse de Tuke (395) confirment l'intérêt de cette technique, à condition de la pratiquer au moins six heures par jour la semaine et cinq heures le week-end. Le transfert de la méthode dans l'environnement clinique est difficile.

Pour la phase chronique, de nombreux problèmes persistent, en particulier le délai optimal d'application de la méthode et le type de méthode (CIMT *versus* CIMT modifiée par plus ou moins de temps de rééducation ou d'immobilisation du bras sain).

Les recommandations canadiennes (35) concluent à un haut niveau de preuve pour la contrainte induite du membre supérieur (CIMT) après AVC chronique, comparativement aux thérapies conventionnelles.

Les revues de la littérature et les méta-analyses se rapportant à la technique de contrainte induite du membre supérieur (cf. tableau 21) concluent toutes à un avis mitigé quant au bénéfice clinique que peuvent obtenir les patients d'une technique très contraignante telle qu'elle a été initialement décrite par Taub *et al.* en 1993 (388).

Les essais contrôlés randomisés réalisés ont tenté de répondre à deux grandes questions : le délai d'application de la méthode par rapport à la survenue de la lésion et ses modalités. Ces questionnements expliquent la diversité des méthodes, elles-mêmes responsables d'une difficulté d'analyse des résultats dans les revues systématiques (395) ou méta-analyse (396). Nombre d'auteurs ont cherché à montrer qu'une application plus facilement gérable dans un environnement clinique apportait un bénéfice conséquent sinon identique (127, 397). L'effet même de la contrainte du membre supérieur sain dans une orthèse est questionné par certaines études (158, 360) qui en montrent un effet positif, mais d'ampleur incertaine.

Aucune analyse systématique de la littérature n'a pu dissocier l'apport potentiel de cette technique à la phase aiguë et à la phase chronique de l'AVC. Il semble pourtant que l'apport et la réalisation même de la technique soient fondamentalement différents selon la phase d'application de la méthode.

► Phase subaiguë

Les études réalisées à la phase subaiguë de l'AVC (avant trois mois) montrent toutes (392-394, 398-400) que la contrainte induite n'apporte pas de bénéfice aux patients après AVC par rapport au traitement standard de rééducation. Seule l'étude de Wolf *et al.* en 2008 montre un effet très positif (390). Elle est d'ailleurs la seule qui n'aborde pas la difficulté de mise en œuvre de la méthode à la phase initiale de la rééducation qui est soulignée par les autres travaux (400), et amenant toutes les autres équipes à réduire la durée quotidienne d'entraînement du membre lésé et la durée de la contrainte du membre sain. Appliquée très précocement et de façon intense, la technique pourrait même avoir un effet délétère sur la qualité de la récupération fonctionnelle du membre supérieur (392).

► Phase chronique

À la phase chronique, les résultats sont aussi relativement consensuels.

- Si l'on considère uniquement la contrainte « classique », telle que décrite par Taub *et al.* (388), la majorité des travaux retrouvent un effet positif de la contrainte (158,

360, 389, 390, 401-404). L'étude de Sterr *et al.* en 2002, sur un petit groupe de patients, ne montre pas d'effet positif de la contrainte (405). En dehors des travaux de Wolf *et al.* (389, 390, 402), toutes les études citées ci-dessus sont indépendantes de ce travail qui a donné lieu à d'autres publications (406). L'étude EXCITE est la seule étude multicentrique. Elle réalise le traitement à deux phases : subaiguë (trois à neuf mois) et chronique (après 12 mois). Le groupe réalisant tardivement le traitement sert de groupe témoin au groupe inclus à la phase subaiguë. Les résultats semblent montrer une différence modeste entre ces deux groupes (402), mais un effet très positif du traitement par contrainte par rapport au traitement standard.

- Si l'on considère la contrainte induite modifiée (avec réduction de la durée de l'entraînement du membre supérieur lésé ou de la durée du port de la contrainte du membre supérieur sain), la plupart des travaux montrent non seulement un effet positif de cette prise en charge, mais ces études apportent un regard parfois plus clair et plus constant quant au bénéfice par rapport à l'absence de traitement ou à un traitement standard à cette phase de prise en charge de séances non quotidiennes de kinésithérapie (127, 397, 407). Toutes montrent un effet positif du traitement à court terme (127, 397, 407-410) par rapport à un traitement contrôle plus ou moins intensif.

2.14.8 Recommandations

La méthode de contrainte induite du membre supérieur, tant dans sa forme classique que dans sa forme modifiée, est recommandée à la phase chronique d'un AVC, à condition d'une récupération motrice des muscles de la loge postérieure de l'avant-bras (grade B).

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de la contrainte induite du membre supérieur à la phase subaiguë d'un AVC. Elle pourrait avoir un effet délétère à la phase aiguë.

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Bonaiuti et al., 2007 (411)	Rééducation par membre contraint.	Revue systématique de la littérature. 9 ECR. n = 243. I = 113. C = 130.	Bien que toutes les études montrent des résultats positifs, il est impossible de tirer des conclusions précises en raison des différentes modalités.	Temps d'immobilité entre cinq et six heures.	1
Tuke, 2008 (395)	Rééducation par membre contraint.	Revue systématique de la littérature. 12 ECC (11 ECR). n = non mentionné.	Le développement de la rééducation par membre contraint a apporté pour des patients définis une technique reconnue suivant l'EBM. Le transfert de la méthode dans l'environnement clinique est gêné par l'absence de standardisation de nombreux aspects de l'intervention.	- 5 études : durée 6 h/jour en semaine, 5 h/jour le week-end ; - 4 études : durée 90 % de la journée ; - 1 étude : durée 6 h/jour en semaine, 4 h/jour le week-end. Des études récentes ont souligné l'utilisation de contrats de conformité de comportement, contrat d'aidant, conformité des plannings d'activité pour augmenter la conformité et la sécurité des soins. Cette façon de faire devrait être appliquée avec rigueur dans le milieu clinique, et la survenue d'événements indésirables doit être surveillée et diffusée.	1
Sirtori et al., 2009 (412)	Efficacité de l'usage forcé (sans traitement particulier du MS affecté) ou membre	Revue systématique de la littérature. 19 ECR. n = 619. I = 298. C = 314.	La rééducation par membre contraint a un effet modérément positif sur les incapacités et la fonction du membre supérieur. Aucun bénéfice n'est retrouvé à six mois. Il n'est pas évident que l'efficacité se maintienne à long terme.	La restriction de mouvement doit être accompagnée par une certaine quantité d'exercices appropriés.	1

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
	contraint (avec 3 h ou plus de traitement) ou membre contraint modifié (avec 3 h ou moins de traitement).				
Corbetta et al., 2010 (396)	Efficacité de la CIMT (contrainte induite du membre supérieur sain), mCIMT (contrainte modifiée).	Méta-analyse. 18 ECR. n = 674.	Pour le critère principal : incapacité du sujet sur la mesure d'indépendance fonctionnelle ou l'index de Barthel n = 276, l'hétérogénéité des études est faible, la conclusion est qu'il n'existe pas d'effet fonctionnel de la CIMT. La déviation moyenne standardisée est de 0,21 (IC 95 % - 0,05 à 0,50). Pour la fonction du membre supérieur jugée sur le test ARA (<i>Action Research Arm</i>) ou WMFT (<i>Wolf Motor Function Test</i>), n = 479, l'hétérogénéité est forte entre les études, la conclusion est que l'effet est modéré (SMD 0,44 IC 95 % 0,03 à 0,84).	Cette méta-analyse montre que l'effet global de la contrainte induite du membre supérieur, sans considération du délai de prise en charge par rapport à l'AVC, de la durée journalière du traitement reste modéré et que des études complémentaires doivent être faites pour différencier les situations.	1
Van der Lee et al., 1999 (158)	CIMT.	66 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes pendant 15 jours : - I : CIMT 5 j/sem 6 h/jour le membre sain immobilisé par une écharpe et pendant 12 jours à domicile par une orthèse, sauf pendant l'habillage, la toilette, les transports et le sommeil ; - C : rééducation intensive bimanuelle 5 j/sem 6 h/jour.	Le groupe I présente une amélioration significativement plus importante après correction des différences de départ, pour l'ARA et le MAL, passant pour l'ARA de 33,4 à 39,2 à trois semaines et à 38 à 6 et à 12 mois pour 28,3 à 30,0 et 30,8 pour C. Pour le MAL et le FMMS, les scores n'ont pas évolué significativement dans aucun des groupes.	Ce travail montre une amélioration possible, assez faible et plus importante, du groupe d'AVC chroniques ayant bénéficié de la CIMT comparativement à la rééducation bimanuelle réalisée à temps égal. Le type de patients inclus, le travail uniquement en groupe, l'immobilisation	2

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		Tous les traitements ont été faits en groupes de quatre patients. Les paramètres suivants ont été mesurés avant (15 j et 2 j), en fin de semaine 1 et de semaine 2 de la période de traitement, trois et six semaines après et 6 et 12 mois après : <i>Rehabilitation Activity Profile</i> , <i>Action Research Arm Test (ARA)</i> (variables primaires), score de Fugl-Meyer du membre supérieur (FMMS), <i>Motor Activity Log (MAL)</i> (variables secondaires).		autocontrôlée peuvent être des facteurs ayant contribué à minimiser l'effet de la CIMT.	
Page et al., 2002 (413)	mCIMT.	14 AVC subaigus ont été randomisés en trois groupes : - C (n = 5) : aucun traitement ; - I1 (n = 5) : pas de contrainte, mais 1 h/j 3 j/semaine pendant 10 semaines d'activités fonctionnelles ; - I2 (n = 4) : même temps de travail et contrainte 5 h/j. Les paramètres suivants ont été mesurés deux fois avant et après intervention : ARA, FMMS, MAL.	Le groupe I2 augmente son score FMMS et ARA d'environ 11 points chacun, alors que C et I1 sont stables.	Cette étude préliminaire montre que la réalisation d'une contrainte réduite et d'un temps de rééducation assez faible permet d'obtenir un gain fonctionnel sérieux.	2
Sterr et al., 2002 (405)	CIMT.	15 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes : - I (n = 7) : 6 h/j d'entraînement avec un membre sain immobilisé pendant 90 % du temps éveillé (CIMT standard) pendant 14 jours ;	Le MAL a été subdivisé en deux sous-scores : la quantité d'utilisation du membre et la qualité du mouvement. Pour ces deux sous-scores, l'augmentation est significativement plus importante pour le groupe I. Pour le WMFT, la différence n'est pas significative entre les groupes	Cette étude sur un nombre limité d'AVC chroniques montre une absence d'influence de la durée de la CIMT sur la fonction du membre supérieur et une perception de l'utilisation du	

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		- C (n = 8) : 3 h/j d'entraînement avec un temps d'immobilisation identique. Les paramètres suivants ont été mesurés avant (deux fois), juste après la fin du traitement, puis toutes les semaines pendant quatre semaines : <i>Motor Activity Log</i> (MAL), <i>Wolf Motor Function Test</i> (WMFT).	et les scores précis ne sont pas donnés.	membre supérieur par le patient (MAL) améliorée lorsque la durée de la CIMT est plus longue.	
Wittenberg et al., 2003 (401)	CIMT.	16 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes pour un programme de 10 jours en continu : - I : CIMT standard ; - C : entraînement de 3 h/j 5 j/7 sur les 10 j consécutifs sans contrainte du membre. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, après et à six mois de l'intervention : WMFT, MAL, <i>Assessment of Motor and Process Skills</i> , stimulation magnétique transcrânienne avec étude des potentiels évoqués moteurs de l'extenseur des doigts longs et l'étude de la facilitation intracorticale, imagerie cérébrale par PET-scan.	Le MAL augmente de 1,04 point pour le groupe I, alors qu'il décroît de 0,01 point dans le groupe C. La différence de progression entre les groupes est significative. Les autres variables cliniques ne montrent pas de modification significative dans les groupes. Les variables physiologiques montrent une évolution entre avant et après l'intervention, mais il n'est pas retrouvé de différence significative entre les groupes.	Cette étude montre, sur un nombre limité d'AVC chroniques, que la contrainte et l'intensité de l'entraînement sont probablement des éléments importants de l'amélioration fonctionnelle du membre supérieur.	2
Alberts et al., 2004	CIMT.	10 sujets de l'étude EXCITE ont été randomisés en deux groupes (CIMT	La force du <i>grip</i> augmente significativement dans le groupe CIMT et les couples exercés sur la clé se	Sur un très petit nombre de sujets, cette étude montre la	2

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
(414)		ou rien) et évalués avec un dynamomètre 6 axes pendant une tâche de rotation d'une clé.	modifient.	possible amélioration de la pince pouce-index par la méthode CIMT après AVC chronique.	
Atteya, 2004 (407)	mCIMT (m =modified)	6 AVC chroniques ont été randomisés en trois groupes : - I1 : travail pendant 10 semaines comportant 1 h de rééducation 3 j/7 et 5 h d'immobilisation quotidienne du membre supérieur sain par une écharpe pendant des périodes d'utilisation habituelle de ce membre ; - I2 : rééducation seule ; - C : pas de traitement. Les paramètres suivants ont été mesurés deux fois avant et juste après : WMFT, MAL, ARA, FMMS. On peut noter une absence totale de description de la méthode statistique.	Seul le groupe I1 présente une amélioration substantielle de l'ensemble des paramètres mesurés, alors que les autres groupes ne présentent pas d'amélioration par rapport aux mesures initiales.	Cette étude très préliminaire permet de montrer qu'une amélioration substantielle peut être observée chez certains patients après AVC chronique sous l'influence d'une durée limitée de contrainte du membre supérieur sain et d'une rééducation de durée modeste.	2
Page et al., 2004 (397)	mCIMT.	17 AVC chroniques ont été randomisés en trois groupes : - I1 (n = 7) : travail pendant 10 semaines comportant 1 h de rééducation 3 j/7 et 5 h d'immobilisation quotidienne du membre supérieur sain par une écharpe pendant des périodes d'utilisation habituelle de ce membre ; - I2 (n = 4) : rééducation seule ;	Après les 10 semaines, le groupe I1 présente une augmentation du FMMS de 18,4, et de l'ARA de 11,4, I2 6,0 et 7,1 et C - 2,9 et - 4,5 respectivement. L'analyse de la covariance (ANCOVA) montre une différence significative après traitement entre les trois groupes et l'analyse secondaire montre que la différence entre I1 et les deux autres est significative, alors qu'elle ne l'est pas entre I2 et C.	Cette étude semble indiquer sur un nombre encore restreint de sujets ayant un AVC chronique que la mCIMT modifie, dans le groupe étudié, le niveau de récupération motrice avec un effet massif et la fonction du membre (ARA). En revanche, la perception de l'utilisation n'est pas améliorée (MAL).	2

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		- C (n = 7) : pas de traitement. Les paramètres suivants ont été mesurés deux fois avant et juste après : FMMS, MAL, ARA.			
Ploughman et Corbett, 2004 (400)	CIMT.	23 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes : - I (n = 10) : CIMT, aucune définition préalable du groupe n'est donnée quant à la durée de la contrainte et de la rééducation ; - C (n = 13) : rééducation standard. Les paramètres suivants ont été mesurés juste avant et à la fin de la période de traitement : <i>Chedoke-McMaster Impairment Inventory (CMII)</i> pour le bras et la main, mesure d'indépendance fonctionnelle (MIF), contrôle postural (CMII), ARA, douleur d'épaule, force de saisie.	5 sujets n'ont toléré la contrainte que moins de 2 h/j et 2 plus de 5 h. Seuls les paramètres du CMII évaluant le contrôle postural montrent une augmentation significativement plus importante dans le groupe I (un peu plus de 1 point) que pour le groupe C (autour de 0,2 point). L'amélioration était en moyenne plus importante dans le groupe I pour l'ARA et les critères du bras (pas de la main) de la CMII, mais sans différence significative.	Cette étude montre que la CIMT est difficile à mettre en œuvre à la phase subaiguë car elle est assez mal tolérée. Les résultats encourageants en faveur de la CIMT ne permettent pas de conclure sur le bénéfice potentiel de la CIMT à cette phase du traitement après AVC.	2
Suputtitada et al., 2004 (360)	CIMT.	69 AVC chroniques ont été randomisés dans un programme de deux semaines comportant pour le groupe I (n = 33), une CIMT standard (usage non contrôlé à domicile) et pour le groupe C, l'entraînement de la CIMT mais pas la contrainte du membre sain. L'entraînement dans ce groupe est réalisé en geste bimanuel. Les paramètres suivants ont été	L'ARA passe de 41,0 à 55,0 pour le groupe I et de 43,5 à 47,5 pour le groupe C. L'effet de groupe est important et la différence de progression est significative. La force de serrage ne se modifie significativement que dans le groupe I.	Ce travail montre que la contrainte du membre sain apporte une augmentation substantielle et significative à l'amélioration de la fonction du membre supérieur après AVC chronique.	2

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		mesurés avant et après traitement : ARA, force de serrage de la main et des doigts.			
Brogårdh et Sjölund, 2006 (415)	Poursuite de la contrainte après CIMT.	16 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes après une période de CIMT standard de 12 jours : - I (n = 9) : port d'une contrainte du membre sain pendant deux périodes de 10 jours dans les trois mois suivant la CIMT ; - C (n = 7) : pas de contrainte secondaire. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après la CIMT et à la fin des trois mois : échelle <i>Modified Motor Assessment</i> , test de fonction de la main de <i>Sollerman Hand</i> , discrimination de 2 points, MAL.	Si après la CIMT, les patients ont montré une amélioration fonctionnelle significative, aucune amélioration après le port secondaire d'une contrainte du membre sain n'est observée.	Cette étude ne montre aucun bénéfice du port d'une contrainte du membre sain au-delà de la période de CIMT 20 j dans les trois mois suivants.	2
Wolf et al., 2006 (389)	CIMT.	222 AVC chroniques sur sept sites ont été randomisés en deux groupes : - I : CIMT standard 5 j/7 pendant deux semaines ; - C : traitement standard. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après intervention : WMFT, MAL, <i>Stroke Impact Scale</i> .	Le temps de réalisation du WMFT décroît de 52 % (19,3 à 9,3 s) pour I et de 26 % (24 à 17 s) pour C. Le MAL, pour sa partie importance d'utilisation du membre supérieur (échelle 1 à 5), augmente de 1,21 à 2,13 pour I et de 1,15 à 1,65 pour C. Le MAL, pour sa partie qualité de mouvement, augmente de 1,26 à 2,23 pour I et de 1,18 à 1,66 pour C. La partie sur la main du <i>Stroke Impact Scale</i> montre une diminution de 19,5 % de la perception de la difficulté d'utilisation de la main pour 10,1 % du groupe C La différence intergroupe	Cette étude montre une importante et très significative amélioration de la fonction objective et perçue du membre supérieur après AVC dans une large population dans un essai contrôlé randomisé en simple aveugle avec calcul préalable du nombre de sujets nécessaires selon le critère principal.	1

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			est très significative pour tous les résultats.		
Taub et al., 2006 (403)	CIMT.	41 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes : - I : CIMT standard 5 j/7 pendant deux semaines ; - C : 6 h/j 5 j/7 pendant deux semaines de <i>fitness</i> , de jeux cognitifs, de relaxation. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, juste après, à quatre semaines et à deux ans après intervention : WMFT, MAL, <i>Actual Amount of Use Test</i> (AAUT) pour le membre supérieur.	Le groupe I présente une augmentation très significative du MAL (1,8 point en moyenne) pour aucune modification pour le groupe C. Pour l'AAUT, l'augmentation est de 87,5 % pour I et la décroissance est de 20 % pour C. Pour le WMFT, la diminution du temps de réalisation est de - 2,3 s pour I et une augmentation de 0,5 s pour C. À quatre semaines, le groupe C n'a toujours aucune amélioration, mais le groupe I maintient l'amélioration du MAL à 1,8 point. À deux ans, l'amélioration du MAL est de 1,0 point pour le groupe I.	Cette étude confirme que la CIMT permet une amélioration de la fonction du membre supérieur après AVC chronique et que l'amélioration persiste à long terme.	2
Richards et al., 2006 (416)	CIMT/mCIMT.	39 AVC chroniques capables d'étendre le poignet de 10° ou d'avoir une abduction active du pouce de 10° ont été randomisés en deux groupes : - I : CIMT standard ; - C : CIMT réduite à 1 h de pratique de rééducation par jour et 5 h de pratique de la contrainte à domicile. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, juste après et à six mois de l'intervention : WMFT et MAL.	Aucune différence n'est observée entre les groupes en termes de gain et le résultat n'est pas maintenu à six mois, tant pour I que pour C.	Cette étude est une reprise des résultats de patients inclus dans deux autres études. Ses conclusions ne peuvent avoir qu'une valeur indicative.	2
Underwood et al., 2006 (406)	CIMT.	32 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes ayant le même traitement : CIMT standard 5 j/7 pendant deux semaines.	Aucune différence entre les groupes n'est notée sur la fatigue ou la fonction. Les patients ayant le meilleur niveau fonctionnel (WMFT) ont significativement plus d'heures d'entraînement,	Cette étude montre sur un sous-groupe d'une étude plus large (EXCITE, Wolf, 2006) que la douleur et la fatigue ne sont	2

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		<p>- I (N=18) : patients réalisant la CIMT juste après l'inclusion ;</p> <p>- C (N=14) : patients réalisant la CIMT à plus d'un an de l'AVC.</p> <p>Tous les patients avaient eu un AVC entre 3 et 9 mois avant mais le groupe C attendait d'avoir plus de 12 mois post-AVC pour réaliser le traitement.</p> <p>Les paramètres suivants ont été mesurés avant et juste après l'intervention : WMFT et échelle de la douleur du score de Fugl Meyer. Une question sur la douleur et une autre sur la fatigue avec un score sur une échelle numérique de 10 niveaux ont été posées 2x/j pendant la période de traitement.</p>	<p>mais sans différence significative entre les groupes. Aucune différence entre les groupes n'est notée sur la douleur pendant la phase de traitement et aucune aggravation de la douleur n'est notée pendant ou après la thérapie.</p>	<p>pas différentes selon le moment d'application de la méthode CIMT. La façon de randomiser dans les deux groupes n'est toutefois pas clairement exposée. La CIMT ne semble pas occasionner de douleurs.</p>	
Boake et al., 2007 (394)	CIMT.	<p>23 AVC à la phase aiguë (moins de deux semaines) ont été randomisés pour un programme de deux semaines avec 6 j/7 de travail :</p> <p>- I : CIMT avec 3 h/j d'entraînement et une contrainte du membre sain pendant 90 % du temps éveillé ;</p> <p>-C : pas de contrainte.</p> <p>Les paramètres suivants ont été mesurés avant, après et trois à quatre mois après l'AVC : MAL, FMMS, <i>Grooved Pegboard Test</i> ainsi qu'une étude des potentiels</p>	<p>Les deux groupes ont progressé sans que l'on observe une différence significative entre les groupes pour aucune des variables explorées.</p>	<p>Cette étude montre que l'application à la phase aiguë d'un AVC, d'une contrainte du membre supérieur sain n'apporte pas de bénéfice supplémentaire à l'entraînement intensif du membre supérieur lésé quand il est possible.</p>	2

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		évoqués moteurs en stimulation magnétique transcorticale.			
Lin et al., 2007 (408)	mCIMT.	32 AVC chroniques ont été soumis à une session de rééducation 5 j/7 pendant trois semaines et randomisés en deux groupes : - I (n = 17) : mCIMT 6 h/j de contrainte du membre supérieur avec 2 h/j d'entraînement intensif ; - C (n = 15) : rééducation traditionnelle 2 h/j. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après l'intervention : MAL, MIF et analyse cinématique 3D du membre supérieur, dont les paramètres extraits étaient essentiellement spatio-temporels : temps de réaction, temps de mouvement, taux du temps de mouvement au pic de vitesse de la main, ouverture maximale de la main, taux du temps de mouvement à l'ouverture maximale.	L'amélioration du MAL est de 1,40 pour I et 0,24 pour C pour l'augmentation d'activité et de 1,55 et 0,21 respectivement pour la qualité de mouvement. La différence entre les groupes est très significative. La MIF passe de 104,00 à 113,06 pour I et de 102,00 à 105,57 pour C avec une différence intergroupe significative. Parmi les variables cinématiques retenues, le temps de réaction passe de 0,71 à 0,52 pour I et de 0,58 à 0,56 pour C avec une différence intergroupe significative. La différence pour le pourcentage de temps auquel apparaît l'ouverture de la main est plus faible, mais significative. Les autres variables ne se modifient pas significativement.	Cette étude montre que chez des patients ayant un AVC avec un haut niveau fonctionnel (MIF > 100, score maximum 127), la mCIMT permet une amélioration fonctionnelle substantielle. La caractérisation biomécanique de l'amélioration du mouvement reste difficile à identifier.	2
Wu et al., 2007 (409)	mCIMT.	47 AVC mixtes de 3 à 37 mois, ont été soumis à une phase de traitement de 5 j/7 pendant trois semaines et randomisés en deux groupes : - I (n = 24) : mCIMT 6 h/j de contrainte du membre supérieur	Le MAL s'améliore de 1,85 point pour ses deux composantes dans le groupe I et de 0,89 point dans le groupe C, avec une amélioration du FMMS non compréhensible et non explicitée (si l'on se réfère aux données, elle serait de 46,75 et 44,78 points pour I et C respectivement, ce qui est impossible pour un score de 0 à 66). Les variables	Ce travail est difficile à interpréter car il mélange probablement des patients chroniques de l'étude de Lin et al. 2007 (mêmes auteurs et similarités importantes de l'étude) avec 19 sujets, soit 40 % de la population ayant un AVC	2

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		avec 2 h/j d'entraînement intensif ; - C (n = 23) : rééducation traditionnelle 2 h/j. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après l'intervention : MAL, FMMS et analyse cinématique 3D du membre supérieur dans une tâche d'atteinte d'objet (presser un bouton de sonnette), dont les paramètres extraits étaient essentiellement spatio-temporels : temps de réaction, temps de mouvement, distance de déplacement normalisée, pic de vitesse, nombre normalisé d'unités de mouvement (nombre d'oscillations).	cinématiques sont toutes significativement plus améliorées dans le groupe I avec un mouvement déclenché plus vite, plus rapide, plus régulier et plus direct dans le groupe I par rapport au groupe C.	récent (de 0,6 à 6 mois). Les données chiffrées sont peu précises et leur interprétation est donc très difficile. Il semble toutefois que l'amélioration fonctionnelle constatée dans le groupe mCIMT est fortement liée à une amélioration biomécanique du mouvement plus nette que lors de la rééducation traditionnelle.	
Lin et al., 2008 (166)	mCIMT.	22 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes réalisant 3 h/j 5 j/7 pendant trois semaines de contrainte du membre sain par une moufle et 2 h/j 5 j/7 pendant trois semaines : - I : activités fonctionnelles ; - C : rééducation neuro-développementale. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après l'intervention : FM, MIF, MAL, <i>Nottingham Extended ADL Scale</i> .	Le groupe I montre une progression significativement supérieure pour le FM et les sous-tests locomotion et transfert de la MIF.	Cette étude montre après AVC une amélioration selon la technique de rééducation employée qui serait meilleure si elle est fonctionnelle par rapport à une technique neuromotrice. L'effet observé sur le FM peut aussi être un effet plafond, le groupe C ayant un FM à l'inclusion très supérieur au groupe I et élevé (54,6 pour 45,67 pour C).	2
Dahl et al.,	CIMT.	30 AVC mixtes de 3 à 37 mois ont	En données logarithmiques, le temps de réalisation	Cette étude ne permet pas de	2

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
2008 (404)		été soumis à une phase de traitement de 5 j/7 pendant trois semaines et randomisés en deux groupes avec un ratio 3/2 : - I (n = 12) : CIMT standard ; - C (n = 23) : rééducation traditionnelle de durée non précisée et non normalisée. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, juste après et à six mois de l'intervention : MAL, WMFT, MIF et SIS.	du WMFT s'améliore de 2,17 à 1,56 pour I et de 2,27 à 2,03 pour C avec une différence intergroupe significative. Pour le critère importance d'utilisation du MAL, l'amélioration est aussi significativement plus importante pour I, mais pas pour le critère qualité de mouvement. Aucune amélioration significative de la MIF ou du SIS n'est observée dans aucun groupe. À six mois, il ne persiste plus de différence intergroupe, le groupe C progressant.	conclusion particulière. D'une part, la population n'est pas décrite précisément (aucune répartition par groupe des AVC subaigus et chroniques). D'autre part, la durée de la rééducation dans le groupe contrôle n'est probablement pas homogène s'il comporte des AVC récents et chroniques.	
Myint <i>et al.</i> , 2008 (417)	CIMT.	43 AVC subaigus ont été soumis à une phase de traitement de 5 j/7 pendant 10 jours et randomisés en deux groupes : - I (n = 23) : CIMT standard avec entraînement 4 h/j ; - C (n = 20) : rééducation seule 4 h/j. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, juste après et à 12 semaines de l'intervention : MAL, ARA, index de Barthel, test des 9 chevilles (<i>9 Hole Peg Test</i>).	Le score ARA progresse de 27,0 à 47,1, puis à 49,6 à six mois pour I et de 24,0 à 33,6 et à 39,9 pour C. Le MAL (importance d'utilisation du membre) progresse de 1,01 à 2,54, puis à 3,91 pour I et de 0,60 à 1,14, puis à 2,20 pour C et le MAL qualité de mouvement progresse de 2,08 à 3,41, puis à 3,91 pour I et de 1,74 à 2,63, puis à 3,25 pour C. Pour tous ces résultats, la différence de progression entre les groupes est significative et se maintient à 12 semaines. Le résultat sur l'index de Barthel ne montre pas de différence de progression entre les groupes.	Cette étude trouve un résultat positif de la CIMT appliquée de façon stricte à la phase subaiguë de la prise en charge post-AVC. La compliance des patients semble avoir été bonne avec un taux de port de l'écharpe de 83 %.	2
Wolf <i>et al.</i> , 2008 (390)	CIMT.	Suite de l'étude EXCITE, Wolf, 2007. Dans le groupe I (CIMT standard), l'effet sur le MAL et le WMFT est contrôlé tous les quatre mois pendant un an, puis à deux ans.	Aucune diminution de l'effet n'est observée. Le temps moyen du WMFT passe de 22,72 s à 12,59 s après CIMT, puis à 13,57 s à un an et à 13,88 s à deux ans. La force de serrage passe de 8,86 kg à 10,71 kg, puis à 14,37 kg à un an, puis à 18,75 kg à deux ans avec une augmentation significative. Le MAL (1 ^{er} sous-score) passe de	Ce travail montre que l'effet de la CIMT ne diminue pas dans la population de sujets présentant un AVC chronique qui a été observée à un et deux ans (64 % de la population initiale).	1

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			1,37 à 2,53, puis à 2,40 à un an, puis à 2,57 à deux ans et de 1,46 à 2,50, puis à 2,48 à un an et à 2,62 à deux ans pour le second item (qualité d'utilisation du membre).		
Page et al., 2008 (127)	mCIMT.	35 AVC chroniques ont participé à un programme de 10 semaines et ont été randomisés en trois groupes : - I1 : mCIMT 30 min de rééducation 3 j/7 avec 5 h/j 5 j/7 de contrainte du membre sain par une écharpe ; - I2 : 30 min de rééducation 3 j/7 ; - C : pas de traitement. Les paramètres suivants ont été mesurés deux fois avant et juste après intervention : ARA, FMMS, MAL.	Le MAL item quantité d'utilisation du membre augmente de + 2,1 pour I1, + 0,4 pour I2 et - 0,5 pour C, item qualité de mouvement de + 1,1, + 0,3 et - 0,3 respectivement. Le MAL quoté par les soignants donne des résultats similaires et l'effet de groupe est significatif. Le test ARA augmente de + 10,8 pour I1, + 3,0 pour I2 et + 0,9 pour C avec un effet de groupe significatif. Le FMMS augmente de + 7,3 pour I1, + 4,6 pour I2 et + 2,6 pour C et l'effet de groupe n'est pas significatif.	Cette étude montre qu'une contrainte de faible durée a un effet positif sur les scores moteurs et fonctionnels du membre supérieur sur une population d'AVC chroniques. La durée de cet effet n'est pas mesurée.	2
Azab et al., 2009 (410)	mCIMT.	44 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes participant à un programme de quatre semaines comprenant trois séances de rééducation par semaine de 40 min chacune : - I : mCIMT avec 6 h/j de contrainte du membre sain par une moufle ; - C : rééducation seule. L'index de Barthel a été mesuré avant, juste après et six mois après l'intervention.	Les résultats chiffrés ne sont pas donnés dans le texte. Les auteurs assurent que la progression après CIMT est significativement supérieure au groupe C. L'évaluation à six mois montre un maintien des résultats avec un index moyen à 96,4/100.	La conclusion de ce travail est que la contrainte limitée du membre supérieur après AVC chronique a un effet d'amélioration de la fonction du sujet dans son environnement supérieure à une rééducation traditionnelle, puis se poursuit plusieurs mois après.	2
Hammer et Lindmark,	CIMT.	30 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes égaux	Aucune différence de progression entre les groupes n'a été trouvée sur aucune variable.	Cette étude semble montrer que la contrainte du membre	2

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
2009 (399)		avec un programme standard de rééducation 5 j/sem pendant deux semaines : - I : porte en plus 6 h/j une contrainte par une écharpe du membre supérieur sain ; - C : pas de contrainte. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, après, à un et à trois mois de la fin de la rééducation : ARA, FMMS, <i>Motor Assessment Scale</i> , test des 16 chevilles, force de serrage, échelle modifiée d'Ashworth.		supérieur sain isolée, appliquée sur une population d'AVC subaiguë pendant deux semaines ne permet pas une augmentation de l'amélioration motrice et fonctionnelle du membre supérieur atteint.	
Lin et al., 2009 (418)	mCIMT.	32 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes réalisant 5 h/j 5 j/7 trois semaines de contrainte du membre sain par une moufle et 2 h/j 5 j/7 pendant trois semaines : - I : activités fonctionnelles ; - C : rééducation neuro-développementale. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après l'intervention : FM, MIF, MAL, <i>Nottingham Extended ADL Scale</i> , <i>Stroke Impact Scale</i> .	Le groupe I montre une progression significativement supérieure pour le FM et les sous- tests locomotion et transfert de la MIF. Un effet significatif est aussi observé sur le NEADLS.	Cet article confirme les résultats de 2008 en faveur d'une méthode de rééducation fonctionnelle.	2
Brogårdh et al., 2009 (398)	CIMT.	24 AVC subaigus ont été soumis à une phase de traitement de 5 j/7 pendant 12 jours et randomisés en	Les deux groupes ont montré une progression significative, mais aucune différence entre les groupes n'a été observée.	Cette étude ne retrouve aucun effet positif de la CIMT à la phase subaiguë d'un AVC	2

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		deux groupes : - I : CIMT standard avec entraînement 3 h/j ; - C : rééducation seule 2 h/j. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et juste après l'intervention : <i>Motor Assessment Scale</i> , test de fonction de la main de Sollerman, test de discrimination de deux points, MAL.		comparativement à une prise en charge conventionnelle de durée modérée (2 h/j).	
Dromerick et al., 2009 (392)	CIMT.	52 AVC à la phase aiguë (moyenne d'inclusion de 9 j) ont réalisé une session de traitement 5 j/7 pendant deux semaines et ont été randomisés en trois groupes : - I1 (n = 16) : CIMT intense standard, à part l'entraînement qui n'est que de 3 h/j de rééducation ; - I2 (n = 19) : mCIMT avec 6 h/j de contrainte du membre sain par une moufle et 2 h/j de rééducation ; - C (n = 17) : 1 h/j d'entraînement aux activités de la vie quotidienne et 1 h/j d'exercices bilatéraux. Le critère principal était l'ARA à 90 jours. Les autres critères mesurés étaient : IRM chez 9 sujets (3, 4 et 2 dans les groupes I1, I2 et C respectivement), MIF, SIS, évaluation de la douleur par l'échelle des visages à 0, 14 et	Les trois groupes ont progressé sur le critère principal. I1 passe de 25,43 à 38,00, I2 de 22,68 à 46,86 et C de 19,45 à 45,34. Le groupe I1 progresse significativement moins bien que les deux autres groupes, dont la progression n'est pas différente. Aucune différence significative pour la MIF n'est observée. Le SIS est significativement plus faible dans le groupe I1 avec un score à 55 pour 78,65 et 72,16 pour I2 et C respectivement.	Ce travail montre que la CIMT intense peut ralentir la progression d'un groupe de patients après un AVC lorsqu'elle est appliquée à la phase aiguë. Son application moins intense n'apporte pas de bénéfice par rapport à une prise en charge classique 2 h/j.	2

Tableau 21. Rééducation du membre supérieur par usage forcé et membre contraint					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		90 j et pendant le traitement, échelle de dépression gériatrique.			
Wolf et al., 2010 (402)	CIMT.	Dans la suite de l'étude EXCITE Wolf 2006, sont comparés les patients inclus immédiatement après randomisation (n = 106) dans la CIMT et ceux inclus après un an post-AVC (15 à 26 mois, n = 116). 86 patients du groupe après un an ont reçu le traitement prévu. Les paramètres suivants ont été mesurés tous les quatre mois : MAL, WMFT et SIS. Les résultats sont présentés à 12 mois de l'intervention.	Les deux groupes progressent significativement sur les trois tests avec des niveaux identiques pour le groupe retardé pour le MAL et un peu moins pour le WMFT. La différence de progression entre les groupes est significative pour le WMFT.	Cette étude semble montrer que l'application retardée de la CIMT apporte un bénéfice un peu moindre aux patients ayant un AVC chronique, mais toujours très substantiel.	2
Wu et al., 2011 (419)	CIMT/mouvements bilatéraux/unilatéraux.	66 AVC chroniques ont été randomisés en trois groupes pour un programme de trois semaines, 2 h/j 3 j/7 : - I1 : contrainte induite ; - I2 : mouvements bilatéraux ; - C : thérapies standards. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après intervention : mesure tridimensionnelle du mouvement, WMFT, <i>Motor Activity Log</i> .	Les groupes I1 et I2 ont présenté une amélioration plus nette de la régularité du mouvement. I1 a présenté une amélioration significativement plus importante que I2 et C sur le WMFT et le MAL.	Cette étude montre que la contrainte induite semble un traitement supérieur à l'entraînement unilatéral ou bilatéral du membre supérieur après AVC chronique.	2
Hayner et al., 2010 (420)	CIMT/mouvements bilatéraux.	12 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes pour un programme de 10 j, 6 h/j 5 j/7 : - I1 : contrainte induite avec moufle	Aucune différence n'a été observée dans la progression des deux groupes, tant immédiatement qu'après six mois. Les deux groupes ont continué à progresser	Cette étude pose la question de la part de l'intensité du traitement du membre supérieur parétique et de la contrainte du membre	2

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		retirée uniquement pour les repas ; - C : mouvements bilatéraux de même durée. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, après et six mois après intervention : mesure tridimensionnelle du mouvement, WMFT, <i>Canadian Occupational Performance Measure</i> , <i>Motor Activity Log</i> .	significativement entre la fin de l'intervention et l'évaluation à six mois.	supérieur sain dans l'efficacité de la CIMT. La contrainte ne semble pas apporter de bénéfice très substantiel sur cette petite population d'AVC chroniques. Cette étude souligne aussi que la rééducation très intensive peut apporter un bénéfice qui continue à croître après le traitement initial.	

AAUT: *Actual Amount of Use Test*.

ARA: *Action Research Arm*.

CIMT: *Constraint-Induced Movement Therapy*.

CMII: *Chedoke-McMaster Impairment Inventory*.

EBM : *Evidence-Based Medicine*.

ECC : essai clinique comparatif.

ECR : essai contrôlé randomisé.

FM : Fugl-Meyer.

FMMS : score de Fugl-Meyer du membre supérieur.

MAL: *Motor Activity Log*.

mCIMT: *Modified Constraint-Induced Movement Therapy*.

MIF : mesure d'indépendance fonctionnelle.

MS : membre supérieur.

NEADLS: *Nottingham Extended Activities of Daily Living Scale*.

SIS: *Stroke Impact Scale*.

SMD: *Standardized Mean Difference*.

WMFT: *Wolf Motor Function Test*.

2.15 Rééducation assistée par robotique

2.15.1 Définition

La rééducation assistée par robotique consiste à réaliser des mouvements contraints par un système électromécanique, couplé ou non à un environnement virtuel. Ce couplage est systématique pour le membre supérieur car il s'agit de travailler la répétition de mouvements orientés vers la cible, alors que le travail de la marche (mouvement cyclique) n'a pas les mêmes contraintes et peut donc être travaillé en dehors d'un environnement virtuel.

En fonction de la sophistication du robot, le mouvement peut être libre, totalement guidé ou assisté. L'assistance au mouvement est variable : depuis l'absence totale d'aide (ARMEO Spring[®]) à une assistance complexe par une motorisation des degrés de liberté (InMotion 2[®]). Les moteurs d'un système robotisé ont pour rôle d'assurer le contrôle d'un nombre limité de degrés de liberté du membre supérieur pouvant aller d'un seul, s'il s'agit d'une simple translation, à six dans les robots les plus récents généralement constitués d'une orthèse du membre supérieur. Un robot peut avoir un nombre de degrés de liberté contrôlé par moteur inférieur au nombre total de ses degrés de liberté si certains d'entre eux sont laissés libres.

2.15.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

La base physiopathologique du fonctionnement du robot est originellement liée à la capacité d'un robot à répéter avec précision une condition expérimentale de déplacement dans l'espace. Il permet d'abord une répétition infinie de tâches prédéterminées. Il s'agit d'une forme d'entraînement par répétition de tâches.

Le second présupposé lié au premier est que l'apprentissage peut se faire par répétition d'un mouvement « bien réalisé ». La plupart des robots ont pour effet d'optimiser le guidage du geste vers la cible de la main ou la trajectoire du pied et du membre inférieur.

La réduction de la contrainte liée au poids des segments corporels est aussi l'un des principes appliqués en robotique parce qu'elle est un grand principe de rééducation. Les mouvements étant mieux réalisés en l'absence de gravité, un consensus s'est porté sur la lutte contre la force de pesanteur afin de faciliter l'apprentissage du contrôle moteur (sans savoir si l'inverse ou si les variations de pesanteur pourraient être plus efficaces).

Les robots (en particulier pour le membre supérieur) sont le plus souvent reliés à un environnement virtuel. Il s'agit probablement de l'un de leurs principaux intérêts car si le contrôle de la trajectoire est un avantage, la manipulation sensorielle est très difficile à réaliser manuellement de façon sélective. Les environnements virtuels permettent ces manipulations. Les robots assurant une interface directe entre l'environnement et le sujet sont alors des outils exceptionnels par le contrôle total qu'ils permettent, tant sur les afférences sensorielles que sur l'efficacité du geste.

2.15.3 Historique

Barbeau et Rossignol ont montré, en 1987 (421), qu'un chat spinalisé dont le train arrière est mis en suspension sur un tapis roulant récupère la locomotion, sous l'effet d'une activation pharmacologique (centre médullaire de la marche automatique). Une activité alternée des muscles fléchisseurs et extenseurs des membres inférieurs réapparaît et sa fréquence est proportionnelle à la vitesse de déroulement du tapis roulant. Quelques années plus tard, ces mêmes auteurs ont montré que des chats spinalisés sans activation pharmacologique mais simplement avec un entraînement sur tapis roulant pouvaient récupérer une marche organisée.

Ces expériences ont inspiré, chez plusieurs auteurs, la technique d'assistance à la locomotion, dont l'un des principes est le soulagement partiel du poids du corps (suspension). Ce même principe a été repris pour le membre supérieur mais dans un contexte différent.

La reproduction chez l'homme spinal des résultats observés chez le chat (mais pas toujours chez d'autres espèces) fut longue. Le seul essai contrôlé randomisé multicentrique impliquant des blessés médullaires entraînés sur tapis roulant fut publié en 2006 (422).

Werner *et al.* publièrent en 2002 (336) leurs résultats sur des cohortes de taille modérée après AVC (cf. tableau 17).

Les robots du membre supérieur sont issus des systèmes de potence soulageant le poids du membre supérieur. Les premiers essais publiés pour la marche aidée par robot ont été faits au Japon à la fin des années 1980 (423) et le premier système robotisé commercialisé en Europe pour la marche a été conçu à la fin des années 1990 par Hesse *et al.* (424). Par ailleurs, la robotique d'assistance a été lancée dans les années 1970 avec certains programmes comme Spartacus (1975, programme de robotique d'assistance à la personne). Dès les années 1980, des systèmes de prothèses robotisées du membre supérieur sont développés, mais ce n'est qu'à la fin des années 1990 que l'on voit apparaître les premières publications de robots employés en rééducation (425). On peut donc estimer que la robotique a vraiment commencé à être employée dans les structures de rééducation à partir du début du XXI^e siècle.

2.15.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

La marche assistée mécaniquement (Lokomat[®], *gait trainer*) avec support partiel du poids du corps est plus particulièrement indiquée chez les patients non ambulants.

Pour l'AVC, les robots sont indiqués chez les patients peu ou pas fonctionnels de leurs membres atteints. Ils concernent donc les patients ayant des déficits sévères et en présence d'une faible ou d'une absence de récupération. Les robots ont pour objectifs d'aider et de prolonger l'action du thérapeute. La facilitation est principalement due à la suspension du poids. La prolongation d'activité est liée au caractère répétitif et à l'autonomie de rééducation qu'ils peuvent procurer. Ces outils privilégient une prise en charge des déficits sévères et en présence d'une récupération absente ou modérée.

2.15.5 Description technique et variantes

Les premiers systèmes d'assistance à la marche associent un tapis roulant et un support partiel du poids qu'assurent un harnais et un système de poulie pour suspendre le sujet en position debout. Ces systèmes nécessitent pour les sujets non déambulants une aide manuelle de deux thérapeutes.

Les robots diffèrent pour faire progresser l'effecteur.

Les *manipulanda*, qui guident la main par une poignée (InMotion), ont le même principe mécanique que les patins (*gait trainer GT*) ou les pédales (Lokohelp) employés pour guider les pieds.

Les exosquelettes sont des orthèses sophistiquées dont les articulations sont plus ou moins contrôlées par des moteurs (Lokomat pour la marche, Armeo pour le membre supérieur).

2.15.6 Facteurs limitants

Les robots de rééducation ont un coût encore relativement important (hautes technologies vendues en petit nombre). Leur volume est encore assez considérable, au moins pour les appareils de marche.

2.15.7 Validité scientifique pour la marche

Si l'on considère uniquement l'acquisition de l'indépendance à la marche pour des sujets ne marchant pas durant le premier mois post-AVC, il semble que quatre semaines d'entraînement électromécanique à la marche apportent plus d'indépendance aux patients que les traitements classiques de la marche (335) (cf. tableau 17). Le même résultat est observé par Mehrholz *et al.* en 2008 (426) dans leur revue systématique *Cochrane*, mais la vitesse de marche n'est pas améliorée par l'entraînement électromécanique (427). Les recommandations canadiennes (35) aboutissent à la même conclusion et estiment qu'il

existe de forts arguments pour affirmer que l'entraînement électromécanique à la marche n'est pas supérieur au traitement usuel par kinésithérapie.

L'entraînement électromécanique à la marche semble apporter un bénéfice ressenti par le patient moindre que l'entraînement identique à la marche au sol et nécessiter moins d'interventions thérapeutiques et moins d'efforts des thérapeutes que l'entraînement classique (cf. tableau 17).

À la phase subaiguë, des arguments forts existent pour affirmer que l'entraînement électromécanique est supérieur à un traitement ne comportant pas d'entraînement spécifique à la marche (236, 336, 340). L'étude de Husemann *et al.* en 2007 (165) ne décrit pas le temps d'entraînement par tapis roulant dans le groupe contrôle et son résultat négatif peut donc être biaisé par ce facteur d'entraînement. Les études récentes de Freivogel *et al.*, Hidler *et al.*, Schwartz *et al.* et Fisher *et al.* (342-345) montrent que l'entraînement électromécanique seul n'est pas souhaitable car moins efficace que l'entraînement traditionnel (343). En revanche, toutes les études montrent qu'il n'a pas d'effet supérieur à l'entraînement classique à la marche sur le sol. L'effet sur l'indépendance de marche (344) doit être confirmé.

À la phase chronique, très peu d'essais contrôlés bien décrits ont été réalisés. Les résultats de la littérature ne permettent pas de se prononcer sur l'effet bénéfique de l'entraînement électromécanique. Une seule étude évoque un effet négatif de l'entraînement électromécanique (339) pratiqué de façon isolée. Comparé à l'entraînement sur tapis roulant, l'entraînement électromécanique à la marche apporte un bénéfice identique. Il n'existe pas d'argument fort dans la littérature pour montrer son efficacité sur un sous-groupe d'AVC, dont la gravité serait plus importante (par exemple ne pouvant pas marcher sans support partiel de poids). Il n'a pas d'effet délétère et ce type d'entraînement apporte un soulagement au thérapeute qui peut être appréciable mais reste à préciser.

2.15.8 Validité scientifique pour le membre supérieur

Les méta-analyses de Kwakkel *et al.* (428) et la revue de la littérature *Cochrane* de Mehrholz *et al.* (426) (cf. tableau 22) soulignent la difficulté d'attribuer un rôle direct à l'entraînement du membre supérieur par un robot après un AVC. Mehrholz *et al.* ont un avis plus nuancé que Kwakkel *et al.* puisqu'ils concluent que si « les patients n'ont pas plus de chance d'améliorer leurs activités de la vie quotidienne, la force et la fonction du membre supérieur peuvent être améliorées », sous réserve d'une interprétation précautionneuse, les études n'étant pas homogènes entre elles. Les recommandations canadiennes (35) concluent qu'il existe un haut niveau de preuve montrant que l'entraînement sensori-moteur procuré par des robots améliore la fonction du membre supérieur et la motricité du coude et de l'épaule, mais qu'il existe aussi un haut niveau de preuve pour affirmer que les dispositifs robotisés n'améliorent pas la motricité du poignet et de la main.

La plupart des études récentes évoquent que l'entraînement par robot est aussi efficace qu'une prise en charge thérapeutique d'intensité identique faite par des thérapeutes (429, 430).

Pour le poignet, les résultats sont controversés : les mêmes auteurs (Hesse *et al.*) montrent sur 44 et 54 patients subaigus travaillant sur le robot Bi-Manu-Track (système électromécanique de mobilisation du poignet et de l'avant-bras) *versus* une électrostimulation des muscles extenseurs du poignet, des résultats inverses (255, 431). L'étude de Cooze *et al.*, réalisée en 2008 sur 20 sujets subaigus et chroniques, avec un dispositif robotisé haptique *versus* une activité en suspension, montre une amélioration du score de Fugl-Meyer (432).

Les autres travaux concernent une rééducation plus proximale du membre supérieur par différents robots.

À la phase subaiguë, trois ECR ont été réalisés avec le robot InMotion (433-435), un avec le robot Mime (436) et trois avec le NeReBot (430, 437, 438). Deux études (430, 435) ne montrent pas d'effet positif. Les autres montrent un effet positif sur le contrôle moteur et pour Volpe *et al.* sur la fonction (mesure d'indépendance fonctionnelle) (434). Le résultat se maintient à trois (437) et à huit mois (438), mais ne se maintient pas à six mois pour Lum *et*

al. (436). L'amélioration motrice constatée est essentiellement proximale pour toutes les études.

À la phase chronique, l'entraînement par robot apporte un bénéfice moteur supérieur à une absence de traitement et un résultat identique à la prise en charge intensive par un thérapeute (429). Or, à la phase chronique, la quantité de traitement sur le membre supérieur apporte un bénéfice modeste, principalement à la fin de l'intervention thérapeutique, sans que l'effet à long terme soit démontré (132). L'effet fonctionnel de l'entraînement électromécanique à la phase chronique n'est pas inférieur (75) et semble supérieur (429) à une prise en charge standard.

2.15.9 Recommandations

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de l'entraînement électromécanique à la marche quand d'autres techniques d'entraînement à la marche sont possibles, lors des phases subaiguë et chronique. Dans le cas où les conditions motrices du patient ne permettraient pas de le faire marcher avec l'aide d'un thérapeute, l'entraînement électromécanique de la marche est recommandé (grade B).

L'entraînement électromécanique à la marche associé à la kinésithérapie est recommandé à la phase subaiguë (grade B).

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de l'entraînement électromécanique à la marche à la phase chronique.

L'entraînement du membre supérieur par robot associé à un traitement conventionnel est recommandé aux phases subaiguë et chronique, afin d'améliorer la motricité (grade B), mais pas la fonction.

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Kwakkel <i>et al.</i>, 2008 (428)	Rééducation assistée par la robotique.	Méta-analyse. 10 ECR. n = 218.	L'étude confirme le potentiel des appareils de rééducation assistée par la robotique. Les robots actuels améliorent presque uniquement la fonction de la partie proximale du MS. Aucune amélioration des activités de la vie journalière, ou d'effet global de la thérapie robotique supérieur aux techniques de référence, n'a été objectivée.		1
Mehrholz <i>et al.</i>, 2008 (426)	Rééducation du MS assistée par la robotique.	Revue systématique de la littérature. 11 ECR. n = 328. I = 174. C = 147.	La rééducation du membre supérieur assistée par la robotique est au moins aussi efficace que les autres techniques pour améliorer les activités de la vie journalière. La fonction motrice du MS et la force musculaire peuvent être améliorées sans inconvénient évident.	La rééducation du membre supérieur assistée par la robotique comparée aux rééducations conventionnelles peut augmenter les répétitions par une amélioration de la motivation au cours de l'entraînement. Cet entraînement peut être réalisé hors de la présence du rééducateur, ce qui peut potentiellement augmenter le nombre de répétitions.	1
Masiero <i>et al.</i>, 2007 (438)	NeReBot.	35 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes : - I (n = 17) : utilisation du robot 4 h/semaine pendant quatre semaines par le membre atteint ; - C (n = 18) : utilisation du robot deux fois 30 min par le membre non atteint. Les paramètres suivants ont été mesurés avant/après et trois et huit mois après intervention : indice de	Les deux groupes ont un score moteur de la MIF différent avant traitement : I a une médiane à 24,9 et C à 18,1 (p < 0,05), alors que le score cognitif est identique et le score total de la MIF est identique. Le score FMMS est non différent entre les groupes. Le gain du FMMS pour l'épaule est à 1,5 mois et à trois et à huit mois après traitement de 12,8 ; 18,8 et 20,0 pour I et de 7,5 ; 8,9 et 10,5 pour C. Le gain de la MIF aux mêmes dates est de 32,6 ; 44,2 et 46,2 pour I et de 25,5 ; 29,7 et 31,8 pour C.	La méthodologie statistique de cet article est discutable. La différence initiale entre les groupes autorise à s'interroger sur l'influence de celle-ci sur les moindres progrès du groupe témoin. Sous ces réserves, cette étude semble toutefois montrer un effet durable de la thérapie par robot à la phase subaiguë d'un AVC, tant	2

Tableau 22. Rééducation du membre supérieur assistée par la robotique					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		Fugl-Meyer du membre supérieur (FMMS) ; mesure d'indépendance fonctionnelle (MIF), échelle de force musculaire, <i>Medical Research Council</i> (MRC), échelle modifiée d'Ashworth (MAS).	Les différences entre les moyennes sont significatives selon un test de <i>Mann Whitney</i> pour ces paramètres ainsi que pour l'échelle MRC sur le deltoïde et le biceps.	sur les scores moteurs que sur le score fonctionnel.	
Coote et al., 2008 (432)	GENTLE.	20 AVC mixtes (de 3 à 75 mois) ont été randomisés selon une méthode de <i>cross-over</i> en deux groupes pratiquant 30 min 3 j/7 pendant deux fois trois semaines : - I : exercices avec le robot ; - C : exercices en suspension du membre par un système de contrepoids. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après intervention : amplitude de flexion active de l'épaule, <i>Motor Assessment Scale</i> , FMMS.	Les groupes ne sont pas tout à fait comparables avec un délai moyen par rapport à l'AVC de 28,1 mois pour G2 et de 15,9 mois pour G1. Le score moteur est identique. Les résultats sont exprimés en « valeurs de pente », mais ne sont pas réellement significatifs. Les auteurs insistent sur le nombre de sujets plus important qui augmentent leurs performances pendant le traitement avec le robot.	Cette étude ne permet pas d'avoir une évaluation réelle de l'effet du robot GENTLE.	2
Hesse et al., 2008 (255)	<i>Reha-Slide</i> / Stimulation électrique.	54 AVC subaigus ont été randomisés en deux groupes pratiquant en plus de leur traitement standard 20 à 30 min 5 j/7 pendant six semaines : - I : du robot <i>Arm trainer</i> (entraînement à la mobilité du poignet) ; - C : d'électrostimulation des muscles extenseurs du carpe. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après intervention : FMMS, MAS, échelle MRC, <i>Box and Block</i> .	Aucune différence significative n'a été retrouvée entre les groupes.	Cette étude ne montre pas d'efficacité supérieure du robot <i>Arm trainer</i> par rapport à l'électrostimulation dans une population d'AVC récents. Il s'agit de surcroît principalement d'un système mécanique non robotisé sans environnement virtuel associé.	2

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Volpe et al., 2008 (75)	InMotion 2.	21 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes pratiquant pendant 1 h 3 j/7 pendant six semaines : - I (n = 11) : du robot ; - C : de la kinésithérapie intensive. Les paramètres suivants ont été mesurés trois fois avant, en milieu de traitement, après et trois mois après intervention : FMMS pour l'épaule et le poignet, échelle de force de l'épaule, ARA, <i>Stroke Impact Scale</i> (SIS), MAS.	Les deux groupes ont présenté une amélioration significative du score FMMS pour l'épaule (12,79 à 15,73 après et 15,82 à trois mois pour I et de 11,43 à 15,10 et 14,80 pour C) et de l'échelle de force de l'épaule se maintenant à trois mois. Aucune différence entre les groupes n'a été observée. Les autres paramètres n'ont pas montré de changement significatif.	Cette étude montre que l'entraînement par robot apporte un gain durable et similaire à un traitement spécifique intensif de kinésithérapie.	2
Rabadi et al., 2008 (435)		30 AVC subaigus ont été randomisés en trois groupes de 10 sujets. Chaque sujet bénéficie de 3 h/j de rééducation. En plus de ce programme, 12 séances de 40 min 5 j/7 sont organisées pour le traitement soumis au protocole : - I1 : robot (MIT-Manus) ; - I2 : ergomètre à bras avec deux périodes de pédalage de 20 min séparées par 5 min de pause ; - C : ergothérapie classique. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après intervention : FMMS, <i>Motor Status Scale</i> , la MIF, le test <i>Action Research Arm</i> (ARA), MRC, MAS.	Aucune différence entre les groupes n'est retrouvée sur aucun des paramètres mesurés.	Ce travail ne retrouve pas de bénéfice de la robotique par rapport à une prise en charge standard après survenue récente d'un AVC. Le programme de base de rééducation est toutefois 4,5 fois plus long que la session de traitement organisée.	2
Kutner et al., 2010 (439)	Hand Mentor.	17 AVC subaigus ayant une récupération motrice partielle de la motricité de la main ont été randomisés en deux groupes sur un programme de	Le sous-score concernant la main est le seul sous-score du SIS qui présente une différence significative entre avant et après intervention, se maintenant à deux mois dans les deux groupes.	Ce travail préliminaire indique que ce type de robot de main et de poignet chez des patients présentant un AVC à la phase	2

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		trois semaines : - I (n = 10) : comportant 30 h de répétitions de tâches et 30 h de robot ; - C (n = 7) : 60 h de répétition de tâches. Le SIS a été mesuré avant et après et deux mois après intervention.	L'amélioration semble plus importante pour I (+ 26,47 IC 95 % 14,69 à 38,26) que pour C (+ 14,85 IC 95 % 0,64 à 29,06).	subaiguë permet une amélioration de la perception du fonctionnement de la main.	
Lo et al., 2010 (429)	InMotion 2.	127 AVC chroniques ont été randomisés en trois groupes pour un programme de 12 semaines : - I1 (n = 48) : 1 h/j 3 j/7 de robot ; - I2 : même nombre de gestes que le robot fait par un thérapeute ; - C (n = 29) : traitement standard non contrôlé et comportant parfois de la kinésithérapie. Le critère principal est le FMMS à 12 semaines. Les critères secondaires sont le WFMT et le SIS. Tous les paramètres ont été mesurés avant, à 12 et à 36 semaines.	Pour le groupe I1, l'amélioration du FMMS est significativement meilleure que pour C (+ 2,17), mais légèrement et significativement inférieure à I2 (- 0,14). Le SIS progresse de façon identique entre I1 et I2, mais significativement plus que C. À six mois de la fin du traitement, le FMMS reste significativement plus amélioré pour I1 et I2 que pour C et le sous-score temps du WMFT aussi.	Cette étude multicentrique montre que l'intensité du traitement pratiqué soit par un thérapeute, soit par un robot, permet une amélioration significative de la récupération motrice et de sa perception par le patient ayant subi un AVC plus de six mois avant le traitement par rapport à un traitement conventionnel. Ce travail souligne aussi la pénibilité du travail des thérapeutes dans le groupe traité par répétition intensive de tâches et la facilitation que peut apporter un robot.	1
Masiero et al., 2011 (430)	NeReBot.	21 AVC subaigus (moins de 20 jours) ont été randomisés en deux groupes et participent à un programme de cinq semaines avec 2 h/j 5 j/7 de travail, dont 80 min de travail fonctionnel global (équilibre marche sans entraînement du membre supérieur) et 40 min de traitement	Les deux groupes ont présenté la même amélioration sur tous les items.	Cette étude montre que la substitution à la phase subaiguë d'un AVC d'un entraînement du membre supérieur par un robot apporte un bénéfice identique à un traitement par un thérapeute.	2

Tableau 22. Rééducation du membre supérieur assistée par la robotique					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		spécifique du membre supérieur : - I (n = 11) : par le robot ; - C (n = 10) : par le thérapeute. Les paramètres suivants ont été mesurés avant/après et trois mois après intervention : FMMS, MIF, MRC, MAS, <i>Frenchay Arm Test</i> , <i>Box and Block</i> , nombre de complications, acceptation du robot.			

ARA: *Action Research Arm*.

ECR : essai contrôlé randomisé.

FMMS : score de Fugl-Meyer du membre supérieur.

MAS: *Modified Ashworth Scale*.

MIF : mesure d'indépendance fonctionnelle.

MRC: *Medical Research Council*.

MS : membre supérieur.

SIS: *Stroke Impact Scale*.

WMFT: *Wolf Motor Function Test*.

2.16 Rééducation des membres supérieurs par mouvements bilatéraux simultanés

2.16.1 Définition

Cette technique a pour but de solliciter la motricité du membre hémiplégique avec le membre controlatéral sain par le biais de mouvements, symétriques ou non, réalisés bilatéralement.

2.16.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Les activités du membre supérieur hémiplégique sont moins régulières que celles du membre sain, qui est lui-même moins sollicité que le membre supérieur d'un patient témoin sain. Les activités rythmiques sont donc moins performantes chez le patient hémiplégique, et d'autant plus sur le membre parétique (440).

Le présupposé est que l'activité corticale ou sous-corticale est modifiée après l'AVC, tant du côté homolatéral à la lésion que controlatéral. De plus, des mécanismes d'inhibition transcallosale interhémisphériques ont été décrits et ce mécanisme régulateur est amplifié par la lésion d'un hémisphère. Ainsi, la sollicitation bilatérale de la motricité induirait une plasticité cérébrale plus favorable.

2.16.3 Historique

L'utilisation bilatérale de la motricité est une technique de facilitation motrice employée naturellement dans les techniques neuromotrices. Cette technique a été reprise en 2000 par Whitall *et al.* (441).

2.16.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

L'objectif est de solliciter la motricité du membre supérieur. Cette technique n'a pas de prérequis quant à un niveau de récupération pouvant solliciter tant la motricité proximale que distale.

2.16.5 Description technique et variantes

La thérapie bimanuelle est un concept récent applicable durant tout le cours de la rééducation post-AVC. Elle consiste à activer les deux membres supérieurs simultanément, en réalisant une tâche symétrique ou non.

Les membres sont sollicités de manière simultanée, mais indépendante (442). L'activité bimanuelle peut être réalisée symétriquement ou non, et peut concerner tant la partie distale que l'ensemble du membre supérieur.

Le *Bilateral Arm Training with Rhythmic Auditory* (BATRAC) (441) consiste à pousser-tirer activement les poignées d'un support. Les membres supérieurs se déplacent de façon symétrique et asymétrique en alternance.

Cette technique peut être utilisée seule ou avec un *biofeedback* visuel ou auditif.

L'activation des membres peut être assurée au moyen d'une assistance robotique permettant de réaliser des mouvements passifs et actifs du poignet et de l'avant-bras ou de l'ensemble des membres supérieurs (443). Le robot assure l'entraînement du membre et lui permet le geste de « pousser-tirer » (248). Si nécessaire, le rééducateur assiste le malade pour l'activation du membre supérieur.

2.16.6 Facteurs limitants

Cette technique est très facile à mettre en œuvre.

2.16.7 Validité scientifique

La rééducation des membres supérieurs par mouvements bilatéraux est l'objet de controverses.

Stewart *et al.* (444) concluent en 2006, dans leur revue systématique de la littérature, que les mouvements bilatéraux seuls ou combinés avec des *biofeedbacks* sensoriels sont efficaces pour la récupération après AVC, tant en phases subaiguë que chronique. Luft *et al.* (445) avaient montré en 2004, dans un essai contrôlé randomisé sur 21 sujets, que ce même programme améliore la récupération du membre supérieur parétique et modifie l'activité corticale. En 2011, une étude plus large (179) ne retrouve cependant plus aucune amélioration par rapport à un entraînement unilatéral.

Coupar *et al.* (446), malgré un effet observé contre placebo, absence d'intervention ou rééducation standard, ne recommandent pas particulièrement cette forme de rééducation des membres supérieurs. Ils la considèrent comme n'étant ni meilleure, ni moins efficace que les rééducations standards pour améliorer les performances des activités de la vie quotidienne ou les incapacités du membre supérieur. Si la méta-analyse de Coupar *et al.* (446) est particulièrement précise, elle souligne surtout plusieurs éléments communs à l'évaluation des bénéfices des thérapeutiques de rééducation (447) :

- la complexité pour mesurer de la motricité impose l'utilisation d'outils complexes ;
- ces outils déjà complexes sont souvent multipliés dans une même étude (peu d'études ont un critère principal bien défini) ;
- les outils explorent des domaines différents, et souvent complémentaires, de la motricité ;
- la sensibilité variable au changement de ces outils est une difficulté supplémentaire qui n'améliore pas leur compatibilité ni leur combinaison dans des travaux comme des méta-analyses.

Les études récentes n'apportent pas d'éléments supplémentaires. L'étude de Whitall *et al.* (448), sur une large population, situe la pratique de la rééducation avec des mouvements bilatéraux au même niveau que celle utilisant en priorité des mouvements du membre parétique. Cela est confirmé par d'autres travaux, dont ceux de Hayner *et al.* (420) et de Wu *et al.* (419) qui montrent qu'en pratique intense, l'usage des mouvements bilatéraux a un résultat identique à celui des mouvements unilatéraux. Il semble donc que si la pratique de rééducation du membre supérieur par mouvements unilatéraux n'apporte pas de bénéfice supplémentaire, elle n'est pas délétère.

Les recommandations canadiennes (35) concluent qu'il existe des résultats contradictoires dans la littérature quant à l'efficacité de la rééducation par mouvements bilatéraux.

Deux études réalisées à la phase subaiguë (Desrosiers *et al.*, 2005 et Morris *et al.*, 2008) incluent respectivement 41 et 106 patients dans deux groupes chacune comportant un programme de réentraînement bilatéral. Dans ces deux études, les deux groupes progressent sans différence significative (449, 450).

Plusieurs études (cf. tableau 23) réalisées à la phase chronique (419, 420, 445, 448, 450, 451) ne montrent pas d'amélioration des scores moteurs ou fonctionnels. D'autres montrent une amélioration du score fonctionnel (452, 453), dont une (453) qui montre que l'amélioration se maintient à un mois. D'autres encore (454-456) montrent une amélioration soit motrice, soit des scores analytiques (*Box and Block* pour Cauraugh) dans le groupe bilatéral.

2.16.8 Recommandations

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de la rééducation des membres supérieurs par mouvements bilatéraux lors des phases subaiguë et chronique post-AVC.

Tableau 23. Rééducation du membre supérieur par mouvements bilatéraux					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Stewart et al., 2006 (444)	Entraînement par mouvements bilatéraux.	Revue systématique de la littérature. 11 ECC (9 ECR). I = 111. C = 68.	Les mouvements bilatéraux seuls ou combinés avec des <i>biofeedbacks</i> sensoriels sont efficaces pour la récupération après AVC, aussi bien au cours des phases subaiguë que chronique.	Les auteurs encouragent l'utilisation de cette technique.	1
Coupar et al., 2010 (446)	Rééducation des MS par mouvements bilatéraux simultanés.	Revue systématique de la littérature. 18 ECC (15 ECR, 4 <i>cross-over</i>). n = 549. I = 271. C = 203. Études contre placebo ou pas d'intervention ; - rééducation standard ; - autres programmes spécifiques de rééducation du MS.	Insuffisance de preuves pour recommander cette technique malgré un relatif effet comparé au placebo, à l'absence d'intervention ou à la rééducation standard.	Rééducation des MS par mouvements bilatéraux simultanés pourrait être ni meilleure, ni moins efficace que les rééducations standards du MS pour les performances des AVJ ou les incapacités du MS.	1
Van der Lee et al., 1999 (158)	Rééducation par membre contraint, <i>versus</i> mouvements bilatéraux.	66 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes pendant 15 jours : - I : CIMT 5 j/sem 6 h/jour le membre sain immobilisé par une écharpe et pendant 12 jours à domicile par une orthèse, sauf pendant l'habillage, la toilette, les transports et le sommeil ; - C : rééducation intensive bimanuelle 5 j/sem 6 h/jour. Tous les traitements ont été faits en groupes de quatre patients. Les paramètres suivants ont été mesurés avant (15 j et 2 j), en fin de semaine 1 et de semaine 2 de la période de traitement, trois et six semaines après et 6 et 12 mois après : <i>Rehabilitation Activity Profile</i> , <i>Action Research Arm Test (ARA)</i> (variables primaires), score de	Le groupe I présente une amélioration significativement plus importante après correction des différences de départ, pour l'ARA et le MAL, passant pour l'ARA de 33,4 à 39,2 à trois semaines et à 38 à 6 et 12 mois pour 28,3 à 30,0 et à 30,8 pour C. Pour le MAL et le FMMS, les scores n'ont pas évolué significativement	Ce travail montre une amélioration possible, assez faible et plus importante du groupe d'AVC chroniques ayant bénéficié de CIMT comparativement à la rééducation bimanuelle réalisée à temps égal. Le type de patients inclus, le travail uniquement en groupe, l'immobilisation autocontrôlée peuvent être des facteurs ayant contribué à minimiser l'effet de la CIMT.	2

Tableau 23. Rééducation du membre supérieur par mouvements bilatéraux					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		Fugl-Meyer du membre supérieur (FMMS), <i>Motor Activity Log</i> (MAL) (variables secondaires).	dans aucun des groupes.		
Whitall et al., 2011 (448)	Mouvements bilatéraux/unilatéraux.	111 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes pour un programme de six semaines avec trois séances par semaine : - I : séances de mouvements bilatéraux ; - C : séances de durée égale de mouvements unilatéraux du bras parétique. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, après et quatre mois après l'intervention : indice de Fugl-Meyer du membre supérieur, <i>Wolf Motor Function Test</i> (WMFT).	Aucune différence entre les groupes n'est retrouvée sur les paramètres mesurés, tant en fin d'intervention que quatre mois après. Les deux groupes se sont améliorés de façon significative et une amélioration persiste à quatre mois.	Cette étude montre qu'après un AVC chronique, la technique de mouvements bilatéraux n'apporte pas plus qu'une technique classique privilégiant les mouvements unilatéraux.	2
Wu et al., 2011 (419)	CIMT/mouvements bilatéraux/unilatéraux.	66 AVC chroniques ont été randomisés en trois groupes pour un programme de trois semaines, 2 h/j 3 j/7 : - I1 : contrainte induite ; - I2 : mouvements bilatéraux ; - C : thérapies standards. Les paramètres suivants ont été mesurés avant et après intervention : mesure tridimensionnelle du mouvement, WMFT, <i>Motor Activity Log</i> .	Les groupes I1 et I2 ont présenté une amélioration plus nette de la régularité du mouvement. I1 a présenté une amélioration significativement plus importante que I2 et C sur le WMFT et le MAL.	Cette étude montre que la contrainte induite semble un traitement supérieur à l'entraînement unilatéral ou bilatéral du membre supérieur après AVC chronique.	2
Hayner et al., 2010 (420)	CIMT/mouvements bilatéraux.	12 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes pour un programme de 10 j, 6 h/j 5 j/7 : - I1 : contrainte induite avec moufle retirée uniquement pour les repas ; - C : mouvements bilatéraux de même durée. Les paramètres suivants ont été mesurés avant, après et six mois après intervention : mesure tridimensionnelle du mouvement, WMFT, <i>Canadian Occupational Performance Measure</i> , <i>Motor Activity Log</i> .	Aucune différence n'a été observée dans la progression des deux groupes, tant immédiatement qu'après six mois. Les deux groupes ont continué à progresser significativement entre la fin de l'intervention et	Cette étude pose la question de la part de l'intensité du traitement du membre supérieur parétique et de la contrainte du membre supérieur sain dans l'efficacité de la CIMT. La contrainte ne semble pas apporter de bénéfice très substantiel sur cette petite population d'AVC chroniques. Cette étude souligne aussi que la	2

Tableau 23. Rééducation du membre supérieur par mouvements bilatéraux					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
			l'évaluation à six mois.	rééducation très intensive peut apporter un bénéfice qui continue à croître après le traitement initial.	

ARA: *Action Research Arm*.

AVJ : activités de la vie journalière.

CIMT: *Constraint-Induced Movement Therapy*.

ECC : essai clinique comparatif.

ECR : essai contrôlé randomisé.

FMMS : score de Fugl-Meyer du membre supérieur.

MAL: *Motor Activity Log*.

MS : membre supérieur.

WMFT: *Wolf Motor Function Test*.

2.17 Imagerie mentale motrice (*mental practice with motor imagery*)

2.17.1 Définition

Cette méthode consiste soit à évoquer et à répéter mentalement une expérience motrice déjà vécue dans le passé, soit à évoquer l'image anticipatrice d'une action nouvelle, dans le but d'obtenir la réalisation ou la mémorisation d'un mouvement donné.

2.17.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

L'hypothèse est que l'entraînement par imagerie mentale, couplé à la rééducation classique, permettrait une amélioration des fonctions motrices. L'imagerie mentale est surtout pratiquée pour améliorer la préhension. Elle est aussi appelée imagerie motrice.

L'imagerie mentale faciliterait la préparation à l'action en induisant d'abord une meilleure représentation du but. Les aspects spatiaux et temporels seraient mieux analysés et les contraintes d'exécution mieux prises en compte par l'imagerie mentale. L'analyse par imagerie cérébrale fonctionnelle montre que l'imagerie mentale active les mêmes zones corticales que le mouvement (457).

La représentation mentale du mouvement reste possible après un AVC, même dans le cas d'AVC chronique ou de déficience motrice sévère, suggérant que la représentation mentale du mouvement n'est pas dépendante de l'activité motrice (458). Bien que l'on n'ait pu montrer qu'une preuve relative en faveur de la pratique mentale avec imagerie motrice, elle peut optimiser la synchronisation du mouvement en améliorant la planification du mouvement et l'activation de processus inconscients (459).

2.17.3 Historique

L'imagerie mentale est un concept essentiel de la philosophie de la connaissance et de l'apprentissage. Elle est tirée des conceptions de l'apprentissage et de l'élaboration du geste.

Dès 1931, Jacobson (460) évoque l'idée que l'imagerie motrice provoque une activité musculaire subliminale non détectable. Ce point reste encore l'objet d'une controverse et des travaux contradictoires évoquent la présence ou l'absence de caractéristiques communes entre l'activité musculaire volontaire et celle enregistrée en imagerie motrice.

2.17.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

Cette technique s'applique soit aux patients qui sont dans l'impossibilité de participer à un entraînement moteur réel pour des raisons diverses (fatigabilité, paralysie sévère, trouble sévère de l'équilibre, etc.), soit pour renforcer un entraînement existant.

2.17.5 Description technique et variantes

L'entraînement par l'imagerie mentale pour les personnes hémiplegiques consiste à pratiquer par une visualisation interne d'un mouvement (marche, équilibre, saisie d'objet, etc.), sans le réaliser physiquement, une répétition virtuelle de l'acte physique dans la perspective de l'améliorer (cf. tableau 24).

On distingue classiquement deux types d'imagerie mentale :

- l'imagerie externe où le sujet s'observe virtuellement pendant la réalisation de son mouvement (modalité visuelle) ;
- l'imagerie interne où le sujet essaye de percevoir les effets du mouvement virtuel (modalité kinesthésique).

2.17.6 Facteurs limitants

L'imagerie mentale implique le malade de manière active. La technique doit être préalablement apprise. Elle est plus adaptée aux patients en cours de rééducation (461).

La principale limite est donc la capacité de représentation mentale d'un sujet. Celle-ci est habituellement explorée par des questionnaires comme le « *Movement Imagery Questionnaire* » de Hall et Pongrac (1983) (462).

Le second facteur limitant est la capacité cognitive du patient à comprendre la consigne. Les auteurs excluent généralement les patients présentant des troubles de la compréhension sévères ou des troubles cognitifs. La pratique de cette technique exige des programmes thérapeutiques construits et menés par des thérapeutes formés.

2.17.7 Validité scientifique

Deux revues systématiques de la littérature montrent un effet limité de l'imagerie mentale sur la performance motrice (cf. tableau 24).

Sur la base d'un seul ECR de niveau méthodologique acceptable portant sur 12 AVC chroniques (463), les recommandations canadiennes (35) indiquent qu'il existe un niveau de preuve modéré quant à l'efficacité de la pratique de l'imagerie mentale pour l'amélioration du transfert assis-debout. Aucune étude n'a été réalisée pour l'amélioration de la marche. Pour le membre supérieur, la pratique de l'imagerie mentale paraît améliorée, tant pour le score moteur que pour les activités de la vie quotidienne des patients après AVC. Toutefois, seules deux études (464, 465), parmi les 11 colligées, présentent une qualité méthodologique élevée (score PEDro > 6). Il s'agit aussi des études qui ont inclus le plus de patients (50 et 47). Les résultats de ces études sont contradictoires : la plus récente ne trouve pas de différence significative entre les groupes, mais l'adhésion au traitement (72 %) semble avoir été modeste pour le groupe traité (6,5 heures d'imagerie mentale en six semaines en plus de la thérapie conventionnelle réalisée seule dans le groupe contrôle). Dans la seconde (1 h/j, 5 j/sem, pendant trois semaines, *versus* entraînement fonctionnel en temps égal), le critère principal est plus amélioré dans le groupe traité (échelle de Likert sur l'indépendance de réalisation de différentes tâches) et le résultat se maintient à un mois, mais le Fugl-Meyer et le *Color Trail Test* sont inchangés. Si l'on se réfère à ces deux études bien menées, l'imagerie mentale semble d'une efficacité limitée.

À la phase chronique, l'imagerie mentale augmente la performance motrice et fonctionnelle de différents protocoles de rééducation. L'examen de la littérature ne permet pas de privilégier une méthode (observation externe, pratique mentale ou imagerie kinesthésique) (cf. tableau 24).

À la phase subaiguë de l'AVC, le rôle de cette thérapie reste à préciser.

2.17.8 Recommandations

L'imagerie mentale motrice est recommandée à la phase chronique d'un AVC comme thérapie si elle est associée à d'autres traitements de rééducation motrice (grade B).

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de l'imagerie mentale de tâches motrices à la phase subaiguë de l'AVC.

Tableau 24. Imagerie mentale					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n total I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Braun et al., 2006 (461)	Imagerie mentale.	Revue systématique de la littérature. 10 ECC (4 ECR, 1 ECC, 2 séries de patients et 3 études de cas). n = 121. I = 53. C = 43.	Il n'est pas possible de tirer de conclusion.	L'imagerie mentale implique le malade de manière active. La technique doit être préalablement apprise. Elle est plus adaptée chez les patients en cours de rééducation (kinésithérapie, ergothérapie).	1
Calayan et Dizon, 2009 (459)	Pratique mentale avec imagerie mentale (sans aide externe : miroir, images générées par ordinateur)	Revue systématique de la littérature. Sur 7 ECC (5 ECR, 2 ECC), 3 répondaient aux critères de sélection. n = 56. I = 30. C = 26.	Preuve relativement modérée en faveur de la pratique mentale avec imagerie motrice.	L'imagerie mentale peut améliorer la synchronisation du mouvement, notamment sa planification et l'activation de processus inconscients.	1
Sionneau et al., 2011 (209)	Thérapie miroir.	Revue de la littérature. 8 études, dont 3 études de cas, 1 <i>cross-over</i> (n = 49) et 4 ECR regroupant 151 patients (I = 85, C = 71).	Un effet positif est observé dans la plupart des études à court terme, mais le maintien à long terme n'est pas retrouvé dans les études les plus récentes.	Effets sur les patients aux phases subaiguë et chronique pour des AVC modérés. Cette méthode ne peut prétendre à être utilisée seule.	1
Page et al., 2005 (466)		11 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes travaillant 30 min de pratique des activités de la vie quotidienne et 30 min spécifiques 2 j/7 pendant six semaines : - I (n = 6) : imagerie mentale guidée par cassettes enregistrées par des psychologues	Le groupe I présente une amélioration significativement plus importante du test ARA.	Cette étude montre, sur un très petit nombre de sujets, une possible amélioration de la fonction motrice du membre supérieur après des séances de pratique d'imagerie mentale interne centrée sur les activités de la	2

Tableau 24. Imagerie mentale					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n total I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		expérimentés ; - C : relaxation. Les critères suivants ont été évalués : critères principaux : <i>Motor Activity Log</i> et <i>Action Research Arm Test</i> (ARA) après intervention.		vie quotidienne.	
Ertelt et al., 2007 (467)		15 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes : - I (n = 8) : observation de séquences vidéos représentant des actes de la vie quotidienne (6 min), suivies de réalisation des actions observées (6 min) pendant 90 min 5 j/7 pendant 18 séances ; - C : observation d'objets géométriques et réalisation des mêmes actions. Les critères suivants ont été évalués : <i>Frenchay Arm Test</i> , <i>Wolf Motor Function Test</i> , <i>Stroke Impact Scale</i> deux fois avant, juste après et chez les patients du groupe I uniquement à huit semaines. Une IRMf a été pratiquée chez sept patients du groupe I et six du groupe C. La tâche était l'exploration de la forme d'objets placés dans la paume.	Toutes les variables s'améliorent significativement dans le groupe I, mais aucun changement significatif n'est observé dans le groupe C. La différence entre les groupes est significative pour toutes les variables. Des modifications sensibles de l'activité en IRMf sont observées dans le groupe I seulement.	Cette étude montre, sur un petit nombre de patients ayant des séquelles modérées d'un AVC, que l'imagerie mentale peut occasionner une amélioration fonctionnelle et de la perception de son handicap.	2
Page et al., 2007 (468)		32 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes pratiquant des sessions de rééducation pendant 30 min, 2 j/7 pendant six semaines centrées sur les activités de la vie quotidienne (AVQ), puis 30 min de : - I : pratique mentale des activités réalisées pendant la session sur les AVQ ; - C : relaxation. Les critères suivants ont été mesurés : score de	Les patients du groupe I s'améliorent de 7,81 points sur l'ARA et de 6,72 points sur le FM pour 0,44 et 1,0 respectivement pour le groupe C (p < 0,01).	Cette étude montre que la pratique mentale d'activités de la vie quotidienne améliore la performance motrice et la fonction du membre supérieur dans une population d'AVC ayant une déficience motrice modérée.	2

Tableau 24. Imagerie mentale

Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n total I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		Fugl-Meyer, <i>Action Research Arm Test</i> deux fois avant et une semaine après la fin du traitement.			
Malouin et al., 2009 (463)		12 AVC chroniques ont été randomisés en trois groupes pratiquant 1 h 3 j/7 pendant quatre semaines : - I1 : répétitions de transfert assis-debout, chacune étant suivie de plusieurs (environ 10) répétitions mentales ; - I2 : chaque répétition de la tâche est suivie d'une tâche cognitive quelconque en temps équivalent ; - C : pas d'entraînement. Les critères suivants ont été évalués à 6 et à 12 semaines : - le critère principal est la force de mise en charge du membre inférieur parétique pendant le transfert assis-debout ; - l'échelle d'évaluation <i>Chedoke-McMaster</i> , le <i>Timed Up and Go Test</i> , la vitesse de marche sur 5 m ont été évalués avant intervention.	Le groupe I1 a une augmentation significative de la force de mise en charge du membre inférieur pendant le lever (18 %) et le transfert assis (12 %), - 6,8 et + 5,4 pour le groupe I2 et - 6,2 et + 5,4 pour le groupe C. La différence est significative pour le groupe I1, mais pas pour I2 et C et l'amélioration est significativement supérieure pour I1.	Cette étude montre qu'un entraînement standardisé peut être amélioré par la pratique mentale de la même tâche, mais dans des conditions de pratique mentale très contraignantes (le sujet doit arriver à se représenter de façon correcte l'importance de la mise en charge qu'il effectue grâce à un système de <i>feedback</i> progressivement retiré).	2
Page et al., 2009 (469)		10 AVC chroniques ont été randomisés en deux groupes pratiquant tous pendant 10 semaines : une immobilisation 5 h/j 5 j/7 du membre supérieur sain et des exercices structurés de rééducation 3 j/7 plus 30 min, 3 j/7 pendant 10 semaines après les séances de rééducation : - I : de pratique mentale ; - C : pas de traitement. Les critères suivants ont été mesurés :	Les patients du groupe I augmentent leur score moyen du test ARA de 15,4 points et de 7,8 points sur le FM pour 8,4 et 4,1 respectivement pour le groupe C ($p < 0,01$).	Cette étude montre, sur un petit nombre de sujets ayant une déficience motrice modérée séquellaire d'un AVC, que la pratique mentale d'activités de la vie quotidienne peut améliorer la performance motrice et fonctionnelle du membre supérieur au-delà de ce que permet la contrainte induite.	2

Tableau 24. Imagerie mentale					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n total I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		Fugl-Meyer et <i>Action Research Arm</i> deux fois avant, une semaine après la fin du traitement et trois mois après.			
Riccio et al., 2010 (470)		36 AVC subaigus ont été randomisés en <i>cross-over</i> en deux groupes pratiquant pendant trois semaines 3 h/j 5 j/7 soit un programme conventionnel de rééducation neuromotrice associé à 60 min/j (deux fois 30 min) de pratique mentale des actes de l' <i>Arm Functional Test</i> , soit le programme conventionnel seul. Les critères suivants ont été mesurés : <i>Motricity Index</i> et <i>Arm Functional Test</i> avant, à trois et à six semaines de l'inclusion.	Une augmentation significative des scores est observée dans les deux groupes pendant la période de pratique mentale.	Cette étude semble montrer une progression plus significative des scores moteurs et fonctionnels lorsque les sujets présentant un AVC à la phase aiguë et une déficience motrice modérée pratiquent des sessions d'imagerie mentale associées au programme de rééducation.	2
Bovend'Eerd et al., 2010 (464)		28 AVC subaigus, 1 traumatisme crânien et 1 sclérose en plaque ont été randomisés en deux groupes pratiquant un programme quotidien de rééducation : - I : durée totale de 6,5 h de pratique mentale réparties en sessions de deux fois 15 min trois fois par semaine pendant trois semaines et deux fois par semaine pendant les deux semaines suivantes remplace le temps équivalent de rééducation conventionnelle ; - C : traitement conventionnel. Les critères suivants ont été mesurés : <i>Goal Attainment Scale</i> comme critère principal, index de Barthel, index de mobilité de Rivermead, <i>Timed Up and Go Test</i> , <i>Action Research Arm</i> , échelle étendue des activités de la vie quotidienne de Nottingham, questionnaire d'appréciation de la pratique de l'imagerie	Les deux groupes progressent significativement pendant la période de traitement, mais aucune différence significative de progression entre les groupes n'a été observée.	Les auteurs soulignent que la thérapie mentale n'a pas été autant réalisée que souhaitée. Cette étude fait en effet réaliser la thérapie mentale par le thérapeute du patient après un entraînement par un chercheur pendant deux sessions et une assistance pour chaque patient en début de prise en charge. L'utilisation de l'imagerie mentale dans cette configuration semble difficile et l'absence de différence entre les groupes peut difficilement être interprétée, les patients n'ayant pas eu le même thérapeute et donc pas le même entraînement en imagerie mentale.	2

Tableau 24. Imagerie mentale					
Étude	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n total I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
		mentale pour les patients et pour les thérapeutes.			
Kim et al., 2011 (471)		<p>15 AVC chroniques ont été randomisés selon une méthode de <i>cross-over</i> avec quatre programmes d'imagerie mentale sur la locomotion comportant un seul jour par programme avec une seule séance d'imagerie de 8 min comparant I1 : l'imagerie externe (s'observer marcher comme une autre personne), l'imagerie kinesthétique (se percevoir marcher) et les deux mêmes modalités avec renforcement sonore par un métronome.</p> <p>Les paramètres suivants ont été mesurés avant, immédiatement après et 1 h après chaque séance : <i>Timed Up and Go Test</i>, angles articulaires et activité EMG des muscles des membres inférieurs au cours d'une analyse tridimensionnelle de la marche.</p>	<p>Une amélioration significativement plus importante du <i>Timed Up and Go Test</i> est observée lorsque l'imagerie mentale est associée au rythme auditif externe, mais l'effet ne se maintient pas lors de l'évaluation faite à 1 h. Des améliorations des <i>patterns</i> EMG sont aussi observées. Une augmentation significative des amplitudes articulaires est observée uniquement avec la modalité d'imagerie kinesthésique. L'effet du rythme externe est aussi significatif.</p>	<p>Cette étude montre que l'association d'imagerie mentale à un renfort rythmique externe particulièrement en imagerie kinesthétique semble augmenter significativement les capacités de marche après AVC chronique. L'effet d'un entraînement régulier doit être évalué.</p>	2

ARA: *Action Research Arm*.

AVQ : activités de la vie quotidienne.

ECC : essai clinique comparatif.

ECR : essai contrôlé randomisé.

EMG : électromyographie.

FM : score de Fugl-Meyer.

IRMf : imagerie par résonance magnétique fonctionnelle.

SIS: *Stroke Impact Scale*.

2.18 Réalité virtuelle

2.18.1 Définition

La réalité virtuelle est la création informatique d'un environnement simulé avec lequel le sujet peut interagir par différents moyens : toucher, vision, mouvements.

La réalité virtuelle appliquée au domaine de la rééducation consiste à définir une interface de communication utilisant les informations sensorielles comme voie d'entrée (essentiellement visuelle, parfois renforcées par des informations somesthésiques) et permettant au sujet d'interagir généralement par des actions motrices dans un environnement préconfiguré et totalement artificiel. Les informations sensorielles et les interactions motrices peuvent être modifiées à volonté pour créer ce que l'on appelle « la réalité augmentée ». Il s'agit d'un procédé de réalité virtuelle qui renforce par une surreprésentation d'informations ou modifie les informations à disposition du sujet dans l'environnement virtuel.

2.18.2 Présupposés physiopathologiques et/ou fonctionnels

Le principal présupposé est que l'acquisition de compétences dans un environnement virtuel est transférable dans les activités de la vie courante. Tel est le principe de tous les simulateurs développés dans le domaine industriel et en particulier dans l'aéronautique. La substitution à l'environnement naturel est temporaire, n'empêche pas la pratique réelle, mais la prépare pour une meilleure performance.

Avec la réalité virtuelle, la rééducation de la posture, de l'équilibre et/ou de la marche est réalisée dans un système en trois dimensions. Ce procédé permet au patient de se corriger et d'observer les effets de sa correction. La réalité virtuelle tend à s'imposer comme un complément ou une alternative à la rééducation conventionnelle (cf. tableau 25).

2.18.3 Historique

Les premiers systèmes performants de simulateurs ont été testés dans l'industrie dans les années 1990.

Les applications cliniques sont plus récentes et les premières études cliniques randomisées dans le domaine de la rééducation apparaissent en 2002 (472, 473).

2.18.4 Objectifs, indications et critères d'évaluation

La réalité virtuelle est proposée comme moyen de rééducation motrice de l'équilibre, de la marche et du membre supérieur.

Concernant la rééducation de la sensibilité du membre supérieur, la réalité virtuelle utilisant des miroirs fait l'objet de réserves (209).

2.18.5 Description technique et variantes

La réalité virtuelle peut être pratiquée selon deux formes :

- la réalité virtuelle immersive (intrusion totale du patient dans l'espace 3D) ;
- la réalité virtuelle non immersive (contrôle de geste à travers une interface : crayon, souris, gant, etc.).

La réalité virtuelle et les jeux vidéo interactifs sont de plus en plus souvent utilisés dans la rééducation, aussi bien au niveau du membre supérieur que pour le membre inférieur ou encore dans des activités fonctionnelles. On peut ainsi considérer que les jeux vidéo sont de la réalité virtuelle puisqu'il s'agit bien de dispositifs créant une interaction entre le sujet et un environnement virtuel. Ainsi, la KinectTM ou la WiiTM sont d'authentiques dispositifs de réalité virtuelle.

2.18.6 Facteurs limitants

La pratique de rééducation en réalité virtuelle dépend avant tout de la récupération motrice du sujet. L'interaction avec l'environnement nécessite à la fois une récupération partielle effective et une capacité d'intégration d'informations sensorielles complexes. Cette technique ne s'adresse pas à des sujets ayant un déficit moteur sévère.

Allant du simple jeu vidéo à l'immersion complète, il est difficile d'exposer des limites communes. Toutefois, la capacité de représentation dans l'espace est un élément limitant l'usage des dispositifs non spécifiques. Les systèmes utilisant une immersion complète peuvent générer des difficultés d'adaptation visio-sensorielle des sujets.

2.18.7 Validité scientifique

L'étude systématique de la littérature menée par Henderson *et al.*, en 2007 (474), portant sur six études (deux ECR, trois études avant/après sans groupe contrôle, une étude de cas) (n = 96), montre que la réalité virtuelle immersive est significativement plus efficace que l'absence de rééducation. La réalité virtuelle non immersive n'a pas montré d'effet supérieur à la rééducation conventionnelle.

Les recommandations canadiennes (35) concluent qu'il existe un haut niveau de preuve que la réalité virtuelle peut améliorer la fonction motrice post-AVC à la phase chronique. Cette conclusion s'appuie sur divers ECR :

- deux ECR concernent des patients à la phase subaiguë (Saposnik *et al.*, 2010, sur 22 sujets répartis en deux groupes avec la Wii (475), Yavuzer *et al.*, 2008, sur 20 sujets avec Playstation EyeToy (476)). Le premier ne montre pas d'effet positif, sauf sur un sous-test du *Wolf Motor Function Test* ; le second, un effet positif sur les stades de Brunnstrom et certains items de la mesure d'indépendance fonctionnelle ;
- au stade chronique, trois études sur sept ne montrent pas d'effet positif : Housman *et al.*, 2009, sur 34 sujets répartis en deux groupes (477), Broeren *et al.*, 2008, sur 22 sujets répartis en deux groupes (478), Fischer *et al.*, 2007, sur 15 sujets répartis en deux groupes sur respectivement le score de Fugl Meyer, le *Box and Block Test*, l'*Abilihand* et enfin sur le *Wolf Motor Function Test* (479) ;
- l'étude de Piron *et al.*, en 2009, montre chez 36 sujets en deux groupes avec le système Tele-Rehab pour le groupe traité et rééducation traditionnelle pour le groupe contrôle, une amélioration du score de Fugl-Meyer qui ne persiste pas à trois mois (480) ;
- trois autres études, dont deux d'entre elles incluent 10 patients et la dernière (481) 58 sujets répartis en trois groupes, retrouvent un effet positif sur une échelle comportementale d'évaluation des habiletés propre aux auteurs ;
- Laver *et al.*, dans une revue systématique de la littérature incluant 19 études (n = 565) (482), concluent qu'il existe une insuffisance de preuves pour confirmer l'efficacité de la réalité virtuelle sur les différents aspects de la marche et de l'équilibre (en particulier la vitesse de marche) (cf. tableau 25). La plupart des études incluent de faibles effectifs de patients, excepté deux études : celle de Lam *et al.* en 2006 (n = 50) (481) et celle d'Akinwuntan *et al.* en 2005 (n = 85) (483). Comme dans la revue précédente, il n'est pas facile d'avoir une idée précise de l'effet des actions menées en environnement virtuel tant elles sont diverses par leur nature et les critères de jugement.

2.18.8 Recommandations

L'état actuel des connaissances ne permet pas de conclure sur l'intérêt de la rééducation par réalité virtuelle.

Des études doivent être réalisées pour établir et standardiser l'utilisation des dispositifs de réalité virtuelle et les critères d'évaluation.

Tableau 25. Réalité virtuelle

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
Laver et al., 2011 (482)	Interventions non homogènes comparées à une intervention contrôle ou pas d'intervention.	19 ECR, comprenant 565 participants, publiés entre 2004 et 2010. 16 comportaient une évaluation en aveugle.	Aucune notion quant à l'amélioration fonctionnelle globale n'a pu être conclue. Pour le membre supérieur : l'amélioration du score moteur global (Fugl-Meyer pour cinq études) est positive avec une augmentation de 4,4 points en moyenne (IC 1,98 à 6,88). La force de serrage de la main n'est pas significativement améliorée. Une seule étude évalue le bénéfice à trois mois et rapporte un effet positif dans le groupe réalité virtuelle (en fait, l'étude est une étude de robotique du membre supérieur avec le robot T-Wrex). Aucune conclusion autre que le manque de données ne peut être faite pour l'effet de la thérapie en réalité virtuelle sur le membre inférieur.	Les interventions sont différentes, variant de la Wii à la robotique. L'hétérogénéité des critères de mesure est aussi très importante, ne permettant que très peu d'analyses statistiques fiables.	Les auteurs de cette étude suggèrent que la réalité virtuelle est une nouvelle approche de rééducation prometteuse pour la récupération de l'AVC : des effets modérés sur la fonction du membre supérieur et des effets plus francs sur les activités fonctionnelles. Cependant, à l'heure actuelle, les études sont trop peu nombreuses et les échantillons étudiés trop petits pour tirer des conclusions.	1
Dunning et al., 2008 (484)	L'objectif de cette étude de cas est d'évaluer les changements fonctionnels et de la cinématique de la marche par l'utilisation d'un sEMG TIM VR system EMG de surface couplé à un système technologique	Système de réalité virtuelle de la cheville.	Étude de cas. n = 1.	Le sujet a montré une amélioration significative des capacités de marche. Son indépendance et sa vitesse de marche se sont améliorées et la marche est plus		4

Tableau 25. Réalité virtuelle

Étude	Thème de l'étude Symptomatologie	Méthode évaluée	Méthodologie de l'étude Nb d'études n (total) I (intervention) C (contrôle)	Résultats	Indications par les auteurs	Cotation
	d'induction du mouvement au niveau de la cheville à la période chronique (neuf mois après AVC).			normale et plus symétrique.		

ECR : essai contrôlé randomisé.

EMG : électromyographie.

3 Synthèse des méthodes et rééducation motrice

3.1 Synthèse des méthodes de rééducation motrice

Les méthodes identifiées sont présentées de façon synoptique dans le tableau 27, par phases d'évolution selon le découpage proposé par Rabadi (38) :

- phase aiguë : avant le 14^e jour ;
- phase subaiguë : entre le 14^e jour et six mois ;
- phase chronique : après six mois.

Méthode	Phase aiguë	Phase subaiguë	Phase chronique
Stimulation de la fonction sensitive	AE		
Rééducation manuelle individuelle	Grade C		
Activité physique et gymnique	NA	Grade B	
Renforcement musculaire	NA		Grade C
Rééducation intensive de la marche	NA		Grade B
Approches neurophysiologiques	AE		
Apprentissage moteur			
<i>Goniofeedback</i> du genou pour améliorer la marche	NA	Grade C	
<i>Myofeedback</i> pour améliorer la marche	NA	Grade C	
<i>Myofeedback</i> + stimulation électrique fonctionnelle du MS		Grade B	
Électromyostimulation			
Stimulation électrique fonctionnelle pour la marche	NA	Grade C	
Rééducation tâche orientée (répétition) pour la marche		Grade B	Grade B
Approches thérapeutiques combinées	AE		
Rééducation de la mise en charge et de l'équilibre	NA	Grade C	
Rééducation de la marche dès que possible	NA	Grade B	
Marche sur tapis roulant sans support partiel de poids	NA		Grade B
Marche sur tapis roulant avec support partiel de poids	NA		
Orthèse de marche en cas d'insuffisance de la commande	NA	AE	
Aide technique de marche, avec apprentissage personnalisé	NA	Grade C	
Contrainte induite du membre supérieur (MS)	⚠		Grade B
Entraînement électromécanique de la marche sans MK	NA	Grade B	
Entraînement électromécanique de la marche avec MK	NA	Grade B	
Entraînement du MS par robot + traitement conventionnel		Grade B	
Mouvements bilatéraux simultanés des MS			
Imagerie mentale motrice associée à d'autres traitements			Grade B
Réalité virtuelle			

AE : avis d'experts.

NA : non applicable.

⚠ : effet délétère possible.

MK : masso-kinésithérapie.

MS : membre supérieur.

L'analyse de la littérature réalisée trouve ses limites dans les caractéristiques mêmes des études identifiées qui n'explorent pas tous les aspects relatifs aux méthodes de rééducation, et négligent le plus souvent :

- les indications optimales :
 - critères d'inclusion et d'exclusion selon l'importance et l'évolution de l'AVC,
 - indication des méthodes selon les phases d'évolution et l'état de dépendance du patient,
 - critères de fin d'indication des méthodes ;
- les méthodes elles-mêmes :
 - description précise des techniques et de leurs variantes,
 - modalités pratiques d'application,
 - moyens de progression,
 - complémentarités et interactions des méthodes entre elles,
 - adaptations au contexte (service spécialisé, domicile, etc.),
 - éléments de continuité ;
- la posologie optimale :
 - rapport dose/effet,
 - durées minimale et optimale des méthodes,
 - fréquence des séances,
 - durée globale de la prise en charge rééducative ;
- les effets attendus :
 - paramètres ciblés,
 - bénéfiques cliniques et psychologiques,
 - impacts fonctionnels,
 - maintien des effets à court, moyen et long termes ;
- les facteurs limitants et effets indésirables :
 - impact de la fatigue induite, des troubles cognitifs, de la dépression, etc.,
 - contre-indications absolues et relatives,
 - effets délétères.

Des études doivent être faites afin d'identifier, pour chaque méthode, des indicateurs précis et des échelles de mesure validées permettant d'évaluer les besoins et leur évolution.

► **Recommandations**

Il est recommandé d'homogénéiser les terminologies et les protocoles des méthodes de rééducation de la fonction motrice après AVC.

Il est recommandé de réaliser des études afin de déterminer l'indication, la posologie et la durée optimales d'application pour chacune des méthodes de rééducation de la fonction motrice après AVC.

3.2 Rééducation de la fonction motrice

3.2.1 Début de la rééducation motrice

Les unités neuro-vasculaires (UNV) accueillent les malades dans les toutes premières heures après l'AVC et les suivent durant la phase aiguë. Indredavik décrit les caractéristiques auxquelles une unité neuro-vasculaire doit répondre : il s'agit d'une entité dédiée, avec une équipe soignante spécialisée, pratiquant des soins multidisciplinaires, notamment la mobilisation précoce, et fortement axée sur la rééducation (485).

Dès le début de l'hospitalisation en unité neuro-vasculaire et/ou en médecine à orientation neurologique, il est nécessaire d'initialiser le plus rapidement possible les soins associant kinésithérapie, ergothérapie, orthophonie selon les besoins (486).

L'objectif est d'entreprendre la rééducation dès les premiers jours qui suivent l'AVC, le plus souvent dans les 24 premières heures, et ce, malgré d'éventuels troubles de la vigilance.

Une réduction de la mortalité, de la durée de séjour et un meilleur retour vers l'autonomie ont en effet été observés pour les malades admis dans les unités neuro-vasculaires (UNV). Ces bénéfices ont été attribués à l'approche coordonnée des soins, associée à la mobilisation précoce et à la prise en charge des complications de l'AVC.

À ce stade de l'affection, le traitement de la pathologie vasculaire et des facteurs de comorbidité est au premier plan. Si le traitement des troubles sensori-moteurs s'efface devant cette priorité, il ne doit pas être négligé pour autant. L'absence de mouvements volontaires liée au déficit primaire (lésion de la voie motrice volontaire) n'exclut pas d'évoquer ou de provoquer des activités motrices (sans pour autant faire apparaître des désordres toniques ou des activités motrices parasites).

Smith *et al.*, en 2010 (487), apportent des éléments sur l'importance de mobiliser les patients le plus tôt possible après l'AVC et de multiplier les approches professionnelles pour répondre aux besoins du patient, notamment l'entraînement dans les activités de la vie quotidienne.

Il existe un niveau de preuve modéré pour affirmer que la mobilisation précoce aide à la réduction des complications médicales post-AVC. Seuls deux essais contrôlés randomisés (ECR) ont été colligés :

- celui de Bernhardt *et al.* en 2008, portant sur 71 sujets répartis en deux groupes, dont l'un avec soins standards et l'autre avec une mobilisation précoce mise en place à moins de 24 heures, ne retrouve pas de différence sur le critère principal (nombre de décès), ni sur les critères secondaires (bonne récupération) à trois et à six mois, mais trouve une probabilité (*odds ratio*) plus élevée d'avoir une récupération bonne à 12 mois dans le groupe traité (488). En 2009, Sorbello *et al.* ne montrent aucune différence dans le nombre de complications (489) ;
- celui de Langhorne *et al.* en 2010 portant sur 32 patients répartis en deux groupes : les patients dans le groupe traité ont une probabilité plus faible de développer une complication dans les cinq jours, mais pas dans les trois mois suivants (274).

Une méta-analyse *Cochrane* de 2007 (490) montre une plus grande amélioration de l'indépendance et de la qualité de vie à domicile, ainsi qu'une diminution de la mortalité, lorsque les patients sont pris en charge précocement par une équipe spécialisée, en comparaison avec une prise en charge traditionnelle.

Les recommandations écossaises (85) soulignent l'importance d'une mobilisation articulaire précoce, intégrée par la plupart des unités neuro-vasculaires comme l'un des soins multidisciplinaires mis en œuvre dès la phase aiguë. Le rythme de cette administration n'est pas défini.

► **Recommandation**

Il est recommandé de débiter la rééducation motrice dès que possible.

3.2.2 Posologie de la rééducation motrice

Si la précocité de la rééducation est préconisée, il apparaît néanmoins que les gains n'apparaissent qu'après des temps consacrés au réapprentissage suffisamment longs.

Cependant, il est en général constaté que les malades ne reçoivent pas une quantité suffisante de rééducation. Selon une étude américaine de 2004 (étude observationnelle de cinq UNV, portant sur 64 patients), durant les 14 premiers jours qui suivent l'AVC, les malades restent la majorité du temps seuls et inactifs. Le temps passé seul est en moyenne de plus de 60 %. Durant la journée thérapeutique, les malades sont au lit plus de 50 % du temps, 28 % du temps hors du lit et 13 % engagés dans des activités de prévention des complications et de restauration de la mobilité et de l'activité fonctionnelle (491).

Une étude portant sur quatre pays européens montre que le temps d'activité que le patient consacre par jour à des activités thérapeutiques varie de 30 % pour le niveau le plus bas à 60 % pour le niveau le plus élevé. L'organisation même du temps de rééducation ne fait pas l'objet d'un consensus. La répartition entre le temps consacré à la kinésithérapie et le temps consacré à l'ergothérapie varie également de manière très significative (492).

La recommandation de la Société française neuro-vasculaire (SFNV), selon laquelle « une demi-heure de rééducation kinésithérapique par jour pour presque tous les patients atteints d'AVC et ce, dès l'admission » est nécessaire, apparaît comme un objectif souhaité mais rarement atteint dans de nombreuses unités neuro-vasculaires (493).

Le *Royal College of Physicians* propose un minimum de 45 minutes de kinésithérapie quotidienne (494). Les patients ont un programme de rééducation active dès la phase aiguë. Si leur motricité est satisfaisante, ils quittent le lit et la reprise de la marche intérieure est envisagée.

Selon Pollock *et al.*, il convient de proposer des programmes d'exercices spécifiques à pratiquer régulièrement au cours de la journée. Pour ces auteurs, les prises en charge actuelles, incluant des stratégies de compensation avec de longues périodes d'entraînement fonctionnel, ont un effet optimal (31).

L'intérêt de poursuivre la prise en charge après la phase de récupération de l'autonomie (trois à six mois) n'est pas démontré. Les études réalisées à cette phase portent sur des sessions discontinues, focalisées sur des objectifs précis, s'étendant de 15 jours, pour les traitements par contrainte induite du membre supérieur, à 12 semaines au maximum.

L'éducation thérapeutique du patient permettrait de réserver la prise en charge continue à la phase chronique d'un AVC aux patients grabataires. Pour ces patients sévèrement atteints, aucune étude ne permet de connaître ni la quantité, ni la régularité des soins nécessaires pour entretenir la motricité et les grandes fonctions.

Pour les autres patients, aucun élément de la littérature ne permet de justifier le maintien de séances de rééducation au-delà de six mois, sauf à réévaluer sur une période limitée les gains fonctionnels qu'une reprise temporaire de la rééducation permettrait.

3.2.3 Globalité de la rééducation motrice

3.2.3.1 Adaptation aux spécificités de chaque patient

La personne victime d'AVC présente un contexte pathologique complexe qui influe sur la progression de la rééducation et que la rééducation ne peut négliger.

C'est donc dans un cadre spécifique à chaque patient, objectivé par des critères multifactoriels, que le rééducateur doit s'adapter. On cite de façon non exhaustive :

- les caractéristiques de la lésion initiale :
 - gravité de l'atteinte,
 - topographie des territoires concernés,
 - ancienneté,
 - stade de la prise en charge ;
- les déficits associés aux déficiences motrices : déficits sensitifs, visuels, troubles du comportement, troubles de la déglutition, troubles vésico-sphinctériens, troubles du transit intestinal, etc. (495) ;
- l'état cognitif et d'éventuels troubles neuropsychologiques, notamment :
 - troubles de la mémoire, aphasie,
 - héminégligence visuo-spatiale ou hémianopsie latérale homonyme gauche,
 - héminégligence motrice, troubles du schéma corporel avec asomatognosie ou méconnaissance de l'hémicorps paralysé,
 - apraxies ;
- les éventuelles complications : troubles thrombo-emboliques, désadaptation cardio-respiratoire, encombrement, escarre, limitations orthopédiques, douleurs, etc. ;

- les caractéristiques intrinsèques du patient :
 - état général (fatigabilité, déconditionnement à l'effort, dénutrition, etc.),
 - comorbidités (hypertension, problèmes cardiaques, etc.),
 - niveau moteur antérieur, capacités du patient, possibilités de participation,
 - état psychologique (syndrome dépressif, motivation, participation active, etc.),
 - entourage et sa disponibilité,
 - environnement architectural et urbain du domicile ;
- les possibilités de la prise en charge :
 - lieu de prise en charge (UNV, Centre de rééducation fonctionnelle (CRF), domicile, etc.),
 - équipements et matériels disponibles,
 - disponibilité et expérience des rééducateurs.

► **Spécificités du patient âgé**

Cinquante pour cent des AVC concernent des personnes âgées de plus de 75 ans (4). Il s'agit souvent de sujets polyopathologiques, présentant même parfois un ou plusieurs antécédents d'AVC.

Même si les objectifs de rééducation sont souvent moins ambitieux, ces patients nécessitent une prise en charge optimale leur garantissant la meilleure récupération fonctionnelle possible, malgré parfois de longs délais. Récupérer la possibilité de faire des transferts ou quelques pas est un réel gain, pouvant autoriser un retour à domicile plutôt qu'une institutionnalisation.

3.2.3.2 **Approches complémentaires**

► **Physiothérapie**

Pour réduire la spasticité, la cryothérapie locale ou par immersion (balnéothérapie) peut être proposée (496).

► **Techniques amenant à un état de relaxation**

Le tonus musculaire physiologique contribue, par l'intermédiaire des informations proprioceptives, à une excitation permanente. La relaxation musculaire a un effet sur les états de tensions émotionnelles. Dans le cadre d'un AVC, l'altération des fonctions perceptives et cognitives peut retentir sur la récupération de la fonction motrice et sensori-motrice.

La relaxation est un état physique et mental qui se manifeste par l'abaissement du tonus musculaire, l'adaptation respiratoire et un apaisement émotionnel (497).

Deux grands courants regroupent les principales méthodes d'apprentissage de la relaxation :

- les méthodes dites « centrifuges », issues de la tradition de l'hypnose comme le *training* autogène de JH Schultz. Le point de départ est psychologique. L'objectif premier est la « déconnexion » pour atteindre l'état de relaxation. Dans ce cadre, il est possible d'utiliser les techniques d'imagerie mentale ;
- les méthodes ayant un point périphérique. On cherche d'abord à contrôler, par des exercices, la tension musculaire. Le patient s'entraîne à percevoir ses tensions et à les limiter consciemment. Il s'agit de la relaxation progressive de Jacobson. La répétition régulière et fréquente du processus est nécessaire. Le *biofeedback* peut être un bon complément technique de ces méthodes.

Ces méthodes sont à la base de nombreuses techniques, certaines combinant les deux approches : méthode des mouvements passifs de Wintrebert, relaxation statico-dynamique (Klotz, Jarreau, Hissard), *biofeedback*, relaxations analytiques (de Ajuriaguerra, Sapir) (498, 499), relaxation éricksonienne, etc.

La sophrologie est une théorie plus vaste que la méthode de relaxation qu'elle inclut. La relaxation sophrologique s'inspire de Schultz et de Jacobson, ainsi que des courants des arts martiaux orientaux.

La pratique de la relaxation auprès des patients post-AVC peut être très variée. Les points communs restent la mise en place d'un cadre spatio-temporel fixe. On retient le choix d'un espace calme et protégé, le plus possible, des nuisances sonores et des intrusions, ainsi que la régularité des séances dans leur fréquence et leur durée.

Lorsque la méthode est une méthode de relaxation dite « active », la mise en jeu du corps se fait en intégrant la lenteur et souvent l'amplitude.

La respiration est toujours intégrée soit par l'écoute, soit par la mise en œuvre d'exercices respiratoires visant le relâchement.

L'indication de relaxation est pertinente lorsque :

- l'identification et la localisation des parties du corps sont perturbées (en particulier en cas de lésions pariétales), on parle alors de troubles du schéma corporel et de l'image du corps ;
- les troubles attentionnels perturbent l'attention à la posture, aux risques de chutes, au corps en général ;
- la dérégulation émotionnelle devient envahissante et entraîne des troubles comportementaux ;
- les tensions, en dehors des troubles spastiques, sont renforcées par la dépression, l'angoisse, la peur de chuter ou la douleur. La fonction tonique est le reflet de la dimension émotionnelle et psychologique du sujet. En cas d'AVC, la fonction tonique peut être un moyen d'expression préservé ;
- lorsque le patient manifeste un stress post-traumatique identifié.

Aucune étude ne montre une supériorité d'une méthode sur une autre dans le cadre post-AVC.

Seul l'article de Saison *et al.* (500) évoque l'impact de la pratique de la relaxation auprès de patients post-AVC. Cette étude porte essentiellement sur l'impact de la relaxation sur les troubles de l'image du corps et du schéma corporel chez des patients ayant des troubles moteurs associés aux troubles de l'hémisphère mineurs, comme l'anosognosie ou l'asomatognosie.

3.2.4 Multidisciplinarité

La diversité des déficits consécutifs à l'AVC nécessite l'intervention pour un même patient de différents professionnels de la rééducation. Si la prise en charge de l'AVC par des équipes soignantes multidisciplinaires est de règle, paradoxalement les études comparatives concernant les programmes de rééducation multimodale font défaut. Ils diffèrent souvent d'un pays à l'autre, et d'un établissement ou d'un service à l'autre.

Divers essais ont étudié l'intensité de la thérapie conjuguée à la kinésithérapie et à l'ergothérapie à raison de 40 minutes par jour en moyenne et par discipline. Bien que l'hétérogénéité des interventions puisse générer des biais de sélection, les résultats montrent un bénéfice plus important de la récupération motrice pour l'hémiplégique lorsqu'il existe une intervention coordonnée pluridisciplinaire (29, 501-505).

D'autres études, y compris sur les personnes âgées, montrent l'importance d'une approche multidisciplinaire dans les unités de soins spécialisées AVC (506).

Une méta-analyse (1 617 patients) conclut que le traitement combiné de kinésithérapie, d'ergothérapie et de thérapie multidisciplinaire pour les patients résidant à domicile améliore leurs possibilités d'autonomie et réduit le risque de détérioration de ces possibilités (507).

Dans une méta-analyse de 1 258 sujets, Legg *et al.* montrent que les patients qui suivent de l'ergothérapie accèdent à plus d'indépendance que ceux qui n'en bénéficient pas (508). Une autre méta-analyse (1 348 participants) montre que les patients qui ont reçu un traitement en ergothérapie en complément des autres traitements étaient plus indépendants au niveau de l'alimentation, de l'habillement, de la toilette et dans les déplacements, que ceux qui ont reçu un traitement classique de rééducation (508).

Les recommandations canadiennes pour les pratiques optimales de soins de l'AVC (509) préconisent « une équipe interdisciplinaire de base comprenant du personnel de niveaux appropriés de compétences dans les domaines suivants : médecine, soins infirmiers, ergothérapie, physiothérapie, orthophonie, travail social et nutrition clinique (niveau de preuve B) ». Le rapport Bardet sur la prise en charge précoce des AVC (510) va dans ce sens.

3.2.5 Continuité de la rééducation de la fonction motrice

La continuité de la chaîne de soins est nécessaire en phase aiguë pour transmettre le diagnostic et mettre en œuvre rapidement le traitement (511).

De la même façon, la rééducation motrice n'a de sens que si elle s'inscrit dans une continuité de soins et reste corroborée à la prévention secondaire vasculaire.

Peu d'éléments à ce jour permettent cependant d'arrêter sous quelle forme la continuité des soins à la phase aiguë ou subaiguë doit être mise en œuvre.

Si « tout patient ayant des troubles de motricité et/ou de sensibilité doit bénéficier d'une prise en charge kinésithérapique » (493), les éléments de la littérature permettant d'attester que la continuité des soins influe sur le pronostic fonctionnel sont peu nombreux.

L'étude de Duncan *et al.* (138) est l'un des rares ECR qui compare sur 100 AVC à la phase subaiguë un programme non structuré (19 séances sur 12 semaines) à 36 séances régulièrement réparties sur 12 semaines. Si l'étude mélange intensité de la rééducation et régularité des soins, elle suggère que la régularité associée à l'intensité apporte un bénéfice fonctionnel significatif aux patients à cette phase.

Dans tous les cas, à chaque transfert ou changement d'unité de prise en charge du patient, les professionnels de la rééducation veillent à transmettre les objectifs poursuivis, les résultats des diverses évaluations et actions réalisées, les éventuels problèmes rencontrés, etc. Ces transmissions favorisent la continuité de la rééducation de la fonction motrice qui sera assurée par les professionnels à la sortie d'hospitalisation en service spécialisé.

La continuité des soins est aussi favorisée par l'information du patient et de son entourage s'il le souhaite, sur son état clinique, son évolution et ses droits. L'information doit être délivrée par les professionnels de santé pendant ou à l'issue de la prise en charge initiale. Telle est aussi l'occasion de recueillir les informations relatives à l'environnement social, familial et professionnel du patient, d'analyser la situation sociale afin d'envisager les besoins, les démarches et les aides à programmer. L'information donnée doit être transmise comme les autres éléments du dossier médical au médecin traitant du patient.

► Continuité de la rééducation de la fonction motrice à domicile

Idéalement, la prise en charge du patient à domicile mobilise :

- un ou plusieurs aidants, physiquement et psychologiquement disponibles ;
- un médecin traitant, éventuellement associé à un ou plusieurs suivis spécialisés ;
- des professionnels de santé et sociaux ;
- un domicile accessible et sécurisé ;
- des ressources financières adaptées aux besoins du patient.

Le suivi médical s'assure de la stabilité de l'état clinique général, de l'évolution des acquisitions fonctionnelles et du dépistage d'éventuelles complications secondaires en fonction de l'étiologie de l'AVC.

Outre le traitement spécifique, la prévention secondaire surveille divers facteurs de risque, notamment :

- le contrôle du poids, avec prévention de l'obésité chez les patients inactifs du fait de la restriction des capacités fonctionnelles ;
- le maintien de l'activité physique.

L'ensemble des intervenants s'assure de la bonne observance des traitements et entretient la motivation du patient et de son entourage.

Pour aider ces professionnels du quotidien, les équipes mobiles d'accompagnement au domicile (service d'accompagnement à la vie sociale), les services spécialisés de MPR, les

centres locaux d'information et de coordination gérontologiques (CLIC) réservés aux personnes de plus de 60 ans, les associations de patients offrent diverses possibilités de services et aides.

► **Recommandation**

À chaque transfert, changement d'unité de prise en charge du patient ou lors du retour à domicile, les objectifs poursuivis, les résultats des diverses évaluations et actions réalisées, les éventuels problèmes rencontrés sont transmis aux professionnels qui poursuivront la rééducation.

3.2.6 Éducation thérapeutique du patient et de son entourage

Peu d'études explorent l'impact des programmes d'éducation thérapeutique sur la motricité du patient victime d'AVC.

L'éducation thérapeutique du patient et de son entourage est à privilégier dès le début de la rééducation, afin d'en optimiser et d'en pérenniser les résultats. S'adaptant au projet du patient, elle lui permet d'acquérir des compétences de prévention et de rééducation motrice (automobilisation, pratique de la marche, etc.).

Associer les aidants naturels semble un moyen intéressant d'accompagner le patient pour le stimuler et vérifier la bonne application de l'auto-prise en charge.

En 2011, l'Ordre des masseurs-kinésithérapeutes (CNOMK), France AVC et le Centre européen d'enseignement en rééducation et réadaptation fonctionnelle (CEERRF) ont édité un livret de 120 pages, afin d'aider le patient et ses proches à mieux comprendre les séquelles neurologiques invalidantes et à suivre un programme d'exercices quotidiens (512).

La Société française de médecine physique et de réadaptation (SOFMER) et la Société française neuro-vasculaire (SFNV) ont aussi édité en 2011 des recommandations pour l'élaboration de programmes d'éducation thérapeutique spécifiques au patient après AVC (87).

► **Recommandation**

L'éducation thérapeutique du patient et de son entourage est à privilégier dès le début de la rééducation afin d'en optimiser et d'en pérenniser les résultats. S'adaptant au projet du patient, elle lui permet d'acquérir des compétences de prévention et de rééducation motrice.

Conclusion

Devant le peu de situations où une méthode de rééducation motrice peut être recommandée à la phase subaiguë de l'AVC, la capacité de la rééducation à accroître la récupération, voire à en accélérer le processus sans en altérer les potentiels fonctionnels, doit être davantage étudiée.

L'accompagnement, par un travail de qualité, associant des techniques neuromotrices et un effet de répétition de tâches pour la marche, est proposé de principe. Très peu d'éléments permettent cependant de savoir ce qui serait plus efficace à cette phase précoce que cette prise en charge de bon sens, visant à limiter les complications et à améliorer le résultat fonctionnel.

Si aucune méthode n'a su se montrer supérieure à une autre, la rééducation a sa place dans l'arsenal thérapeutique des conséquences neuromotrices de l'AVC. Il importe qu'elle soit commencée tôt, avec des temps de soins conséquents. À cette phase, la plus grande difficulté est d'influer au mieux sur le phénomène de plasticité cérébrale. Une meilleure compréhension de ce phénomène optimisera les réponses thérapeutiques, mais il faudra probablement encore beaucoup de temps pour le prouver de façon fiable.

À la phase chronique, les patients ayant un potentiel moteur significatif peuvent bénéficier de procédures rééducatives favorisant la récupération motrice. Pour le membre supérieur, on peut citer l'imagerie motrice, l'entraînement sur robot, la contrainte induite du membre parétique. Pour la marche, les méthodes recommandées sont : le renforcement musculaire, le reconditionnement à l'effort, l'entraînement sur tapis roulant, l'entraînement à la marche au sol ou en système électromécanique, dans le cas où l'entraînement sur tapis roulant est impossible, en favorisant les stimulations rythmiques visuelles et auditives.

Diversifier les approches, combiner plusieurs méthodes, dans une perspective évolutive et pluridisciplinaire, semble être une façon de mieux accéder à la pluralité des motricités et de leurs altérations.

Dans tous les cas, l'application d'une méthode de rééducation de la fonction motrice s'inscrit toujours dans un cadre plus large de prise en charge globale, qui respecte les spécificités du patient et s'adapte à ses contextes et ses variations.

Par les carences qu'il manifeste, ce travail est un appel aux études nécessaires pour identifier précisément les indications et les modalités des nombreuses méthodes de rééducation de la fonction motrice qui sont pratiquées au quotidien. Il s'agit d'entreprises d'importance, qui requièrent en préalable l'harmonisation de critères d'évaluation.

Annexe 1. Méthode de travail

1. Méthode « Recommandations pour la pratique clinique »

Les recommandations de bonne pratique sont définies dans le champ de la santé comme « des propositions développées méthodiquement pour aider le praticien et le patient à rechercher les soins les plus appropriés dans des circonstances cliniques données ».

La méthode « Recommandations pour la pratique clinique » (RPC) est la méthode préférentielle à la Haute Autorité de Santé (HAS) pour élaborer des recommandations professionnelles. Il s'agit d'une méthode rigoureuse qui repose sur :

- la participation des professionnels et représentants des patients et usagers concernés par le thème de la RBP ;
- la transparence vis-à-vis de l'analyse critique de la littérature, de l'essentiel des débats et des décisions prises par les membres du groupe de travail, des avis formalisés des membres du groupe de lecture, de l'ensemble des participants aux différents groupes ;
- l'indépendance d'élaboration des recommandations, de par : le statut de la HAS, autorité publique indépendante à caractère scientifique, l'indépendance des groupes impliqués (groupe de travail, groupe de lecture) et l'indépendance financière ;
- la gestion des intérêts déclarés par les experts du groupe de travail.

1.1. Choix du thème de travail

La HAS prend l'initiative de l'élaboration de la RBP (autosaisine) ou répond à la demande d'un autre organisme, tel que :

- un conseil national professionnel de spécialité, le Collège de la médecine générale, un collège de bonne pratique, une société savante ou toute autre organisation de professionnels de santé ;
- une institution, une agence sanitaire ou un organisme de santé publique ;
- un organisme d'assurance maladie ;
- une association représentant des usagers du système de santé.

Après inscription du thème de la recommandation au programme de la HAS, une phase de cadrage préalable à l'élaboration de toutes RBP est mise en œuvre (cf. guide Note de cadrage). Elle a pour but, en concertation avec le demandeur, les professionnels et les usagers concernés, de choisir la méthode d'élaboration de la RBP (RPC) et d'en délimiter le thème. Cette phase de cadrage permet en particulier de préciser l'objectif des recommandations et les bénéfices attendus en termes de qualité et de sécurité des soins, les questions à traiter, les professionnels et les usagers concernés par la recommandation.

1.2. Coordination du projet

Le déroulement d'une RBP, du cadrage à la diffusion des recommandations, est sous la responsabilité d'un chef de projet de la HAS chargé :

- de veiller au respect de la méthode et à la qualité de la synthèse des données de la littérature ;
- d'assurer la coordination et d'organiser la logistique du projet.

Le chef de projet veille en particulier à ce que :

- la composition des groupes soit conforme à celle définie dans la note de cadrage ;
- l'ensemble des membres désignés permette d'assurer la diversité et un équilibre entre les principales professions mettant en œuvre les interventions considérées, les différents courants d'opinion, les modes d'exercice, les lieux d'exercice.

Le chef de projet participe à l'ensemble des réunions.

Pour chaque thème retenu, la méthode de travail comprend les étapes suivantes.

1.3. Groupe de travail

Un groupe de travail multidisciplinaire et multiprofessionnel est constitué par la HAS. Il comprend de façon optimale 15 à 20 membres :

- des professionnels de santé, ayant un mode d'exercice public ou privé, d'origine géographique ou d'écoles de pensée diverses ;
- des représentants d'associations de patients et d'usagers ;
- et, si besoin, d'autres professionnels concernés et des représentants d'agences publiques.

Un président est désigné par la HAS pour coordonner le travail du groupe en collaboration avec le chef de projet de la HAS. Un (ou plusieurs) chargé(s) de projet est (sont) également désigné(s) par la HAS pour identifier, sélectionner, analyser la littérature et en rédiger une synthèse critique sous la forme d'un argumentaire scientifique ; il(s) aide(nt) également à la rédaction des recommandations.

La rédaction de l'argumentaire scientifique repose sur l'analyse critique et la synthèse de la littérature et sur les avis complémentaires du groupe de travail.

La recherche documentaire est systématique, hiérarchisée et structurée. Le chef de projet, le président du groupe de travail et le(s) chargé(s) de projet participent à l'élaboration de la stratégie de recherche documentaire, réalisée par un documentaliste. Elle est effectuée sur une période adaptée au thème et mise à jour jusqu'à la publication des RBP.

Une sélection bibliographique des références, selon les critères de sélection définis, est effectuée par le chargé de projet, le chef de projet et le président du groupe de travail en amont de la première réunion du groupe de pilotage.

Chaque article retenu est analysé selon les principes de la lecture critique de la littérature, en s'attachant d'abord à évaluer la méthode d'étude employée, puis les résultats.

L'analyse de la littérature précise le niveau de preuve des études.

1.4. Rédaction de la version initiale des recommandations

Les membres du groupe de travail se réunissent deux fois, voire plus si nécessaire, pour élaborer, à partir de l'argumentaire scientifique et des propositions de recommandations rédigés par le(s) chargé(s) de projet, la version initiale des recommandations qui sera soumise au groupe de lecture.

1.5. Groupe de lecture

De même composition qualitative que le groupe de travail, il comprend 30 à 50 professionnels et représentants de patients et d'usagers du système de santé élargis aux représentants des spécialités médicales, professions ou de la société civile non présents dans le groupe de travail. Il est consulté par voie électronique (utilisation de l'outil informatique GRaAL¹, disponible sur le site de la HAS) et donne un avis formalisé (cotations et commentaires) sur le fond et la forme de la version initiale des recommandations, en particulier sur son applicabilité, son applicabilité et sa lisibilité. Les membres du groupe de lecture peuvent donner aussi leur avis sur tout ou partie de l'argumentaire scientifique.

¹ GRaAL : Gestion rationalisée des avis de lecture.

1.6. Version finale des recommandations

Les cotations et commentaires du groupe de lecture sont ensuite analysés et discutés par le groupe de travail, qui modifie si besoin l'argumentaire et rédige la version finale des recommandations et leur(s) fiche(s) de synthèse, au cours d'une réunion de travail.

1.7. Validation par le Collège de la HAS

La RBP est soumise à la Commission des recommandations de bonne pratique pour avis et au Collège de la HAS pour validation. Ce dernier autorise par sa validation leur diffusion. À la demande du Collège de la HAS, les documents peuvent être amendés. Les participants en sont alors informés.

1.8. Diffusion

Au terme du processus, la HAS met en ligne sur son site (www.has-sante.fr) la ou les fiches de synthèse, les recommandations et l'argumentaire scientifique.

2. Gradation des recommandations

Chaque article sélectionné est analysé selon les principes de lecture critique de la littérature à l'aide de grilles de lecture, ce qui permet d'affecter à chacun un niveau de preuve scientifique. Selon le niveau de preuve des études sur lesquelles elles sont fondées, les recommandations ont un grade variable, coté de A à C selon l'échelle proposée par la HAS (cf. tableau 28), cf. le guide méthodologique « Analyse de la littérature et gradation des recommandations » Anaes, 2000 (513). Ce guide est téléchargeable sur le site Internet de la HAS : www.has-sante.fr. En l'absence d'études, les recommandations sont fondées sur un accord professionnel au sein des groupes de travail et de lecture.

Tableau 28. Grade des recommandations	
Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature (études thérapeutiques)	Grade des recommandations
Niveau 1 Essais comparatifs randomisés de forte puissance Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés Analyse de décision basée sur des études bien menées	A Preuve scientifique établie
Niveau 2 Essais comparatifs randomisés de faible puissance Études comparatives non randomisées bien menées Études de cohorte	B Présomption scientifique
Niveau 3 Études cas-témoins	C Faible niveau de preuve
Niveau 4 Études comparatives comportant des biais importants Études rétrospectives Séries de cas	

Pour en savoir plus sur l'élaboration des recommandations de bonne pratique selon la méthode « Recommandations pour la pratique clinique », il est possible de se référer au guide publié par la HAS en décembre 2010 : Élaboration de recommandations de bonne pratique - Méthode « Recommandations pour la pratique clinique » (514). Ce guide est téléchargeable sur le site Internet de la HAS : www.has-sante.fr.

3. Gestion des conflits d'intérêts

Les participants aux différentes réunions ont communiqué leurs déclarations d'intérêts à la HAS. Elles ont été analysées selon la grille d'analyse du « Guide des déclarations d'intérêts et de gestions des conflits d'intérêts » (515) et prises en compte en vue d'éviter les conflits d'intérêts. Les déclarations des membres du groupe de travail ont été jugées compatibles avec leur participation à ce groupe par le Comité de gestion des conflits d'intérêts.

Le guide et les déclarations d'intérêts des participants au projet sont consultables sur le site de la HAS : www.has-sante.fr.

Actualisation

L'actualisation de cette recommandation de bonne pratique sera envisagée en fonction des données publiées dans la littérature scientifique ou des modifications de pratique significatives survenues depuis sa publication.

Annexe 2. Recherche documentaire

1. Méthode

Seules les publications de langue anglaise ou française ont été exploitées.

La recherche a porté sur la période de janvier 2000 à juillet 2011.

Les sources suivantes ont été interrogées :

- pour la littérature internationale : les bases de données *Medline*, *Embase*, *PsycINFO*, *MANTIS*, *AMED*, *CAM*, *CINAHL*, *PEdRo* ;
- pour la littérature francophone : les bases de données *Pascal*, Banque de données en santé publique (BDSP), *ScienceDirect*, *Réedoc*, *Kinedoc* ;
- la *Cochrane Library* ;
- les sites Internet publiant des recommandations, des rapports d'évaluation technologique ou économique ;
- les sites Internet des sociétés savantes compétentes dans le domaine étudié.

Cette recherche a été complétée par l'exploitation de la bibliographie des documents analysés.

2. Bases de données bibliographiques

La stratégie de recherche dans les bases de données bibliographiques est construite en utilisant, pour chaque sujet, soit des termes issus de thésaurus (descripteurs), soit des termes libres (du titre ou du résumé). Ils sont combinés avec les termes décrivant les types d'études.

Le tableau 29 présente uniquement la stratégie de recherche dans les bases de données *Medline* et *Embase* ci-dessus. Dans ce tableau, des références doublons peuvent être présentes entre les différents thèmes et/ou types de d'études.

Tableau 29 : Stratégie de recherche

Type d'étude / sujet	Période	Nombre de références
Termes utilisés		
Psychothérapie		
Recommandations	01/2000 – 07/2011	26
Étape 1	"Stroke/rehabilitation"[Majr] OR "hemiplegia/rehabilitation"[Majr] OR "Hypoxia-Ischemia, Brain/rehabilitation"[Majr] OR "Brain Ischemia/rehabilitation "[Majr] OR "Ischemic attack, transient/rehabilitation" [MAJR] OR "Brain Infarction/rehabilitation"[Majr] OR "Cerebral Infarction/rehabilitation" [Majr] OR "Intracranial Embolism/rehabilitation"[Majr] OR "Intracranial Hemorrhages/rehabilitation"[Majr] OR "Cerebral hemorrhage/rehabilitation"[Majr] OR (brain Hemorrhage OR Cerebrovascular Accident OR stroke OR brain hypoxia OR brain ischemia OR Transient ischemic attack Or hemiplegia Or hemiplegic)[title] AND ("Resistance Training"[Mesh] OR "Exercise Therapy"[Mesh] OR "Exercise"[Mesh] OR "Robotics/methods"[Mesh] OR "Acupuncture	

	<p><i>Therapy</i>[Mesh] OR <i>Acupuncture</i>[Mesh] OR <i>Complementary Therapies</i>[Mesh] OR <i>Medicine, Traditional</i>[Mesh] OR <i>Aromatherapy</i>[Mesh] OR <i>Relaxation Therapy</i>[Mesh] OR <i>Relaxation</i>[Mesh] OR <i>Yoga</i>[Mesh] OR <i>Musculoskeletal Manipulations</i>[Mesh] OR <i>Physical Therapy Modalities</i>[Mesh] OR <i>Massage</i>[Mesh] OR <i>Naturopathy</i>[Mesh] OR <i>Motion Therapy, Continuous Passive</i>[Mesh] OR <i>Muscle Stretching Exercises</i>[Mesh] OR <i>Physical Medicine</i>[Mesh] OR <i>Occupational Therapy</i>[Mesh] OR <i>Exercise Movement Techniques</i>[Mesh] OR <i>Kinesiology, Applied</i>[Mesh] OR <i>Rehabilitation</i>[Mesh] OR <i>Walking</i>[Mesh] OR <i>Electric Stimulation</i>[Mesh] OR <i>Electric Stimulation Therapy</i>[Mesh] OR <i>Transcutaneous Electric Nerve Stimulation</i>[Mesh] or <i>Gait</i>[Mesh] OR <i>physical fitness</i>[Mesh] OR (<i>task training</i> OR <i>task-related training</i> Or <i>circuit based</i> OR <i>Circuit class therapy</i> OR <i>Task-oriented</i> OR <i>gait train*</i> Or <i>treadmill</i> Or <i>constraint-induced movement therapy</i> OR <i>walking</i> OR <i>bopath</i> Or <i>Proprioceptive Neuromuscular Facilitation</i> or <i>kabat</i> OR <i>neurodevelopmental therapy</i> OR <i>electromyostimulation</i> OR <i>visual feedback</i>) [title]</p>		
ET			
Étape 2	<p>(<i>Guidelines As Topic</i> OR <i>Practice Guidelines As Topic</i> OR <i>Health Planning Guidelines</i> OR <i>Consensus Development Conferences As Topic</i> OR <i>Consensus Development Conferences, NIH As Topic</i>)/De OR (<i>Guideline</i> OR <i>Practice Guideline</i> OR <i>Consensus Development Conference</i> OR <i>Consensus Development Conference, NIH</i>)/Type De Publication OR (<i>Guideline*</i> OR <i>Recommendation*</i>)/ti</p>		
		Méta-analyses, revues systématiques de littérature	01/2000 – 07/2011 109
Étape 1			
ET			
Étape 3	<p><i>"Meta-Analysis as Topic"</i>[Mesh] OR <i>"Meta-Analysis"</i>[Publication Type] OR <i>"Review Literature as Topic"</i>[Mesh] OR <i>Meta-Analysis</i> OR <i>Review Literature</i> Or <i>Quantitative Review Field: Title</i></p>		
		Essais contrôlés randomisés	01/2000 - 01/2010 799
Étape 1			
ET			
Étape 4	<p>(<i>"Randomized Controlled Trial"</i> [Publication Type] OR <i>"Random Allocation"</i>[Mesh] OR <i>"Randomized Controlled Trials as Topic"</i>[Mesh] OR <i>"Randomized Controlled Trial"</i> [Publication Type] Or <i>random*</i> [Title]</p>		

3. Sites consultés

- Bibliothèque médicale Lemanissier ;
- Catalogue et index des sites médicaux francophones – CISMeF ;

- Évaluation des technologies de santé pour l'aide à la décision (Fédération hospitalière de France) – ETSAD ;
- Expertise collective INSERM ;
- Société française de médecine générale – SFMG.

- *Adelaide Health Technology Assessment* – AHTA;
- Agence d'évaluation des technologies et des modes d'Intervention en santé – AETMIS ;
- *Agency for Healthcare Research and Quality* – AHRQ;
- *Alberta Heritage Foundation for Medical Research* – AHFMR;
- *Alberta Medical Association*;
- *American College of Physicians* – ACP;
- *Blue Cross Blue Shield Association* - BCBS - Technology Evaluation Center;
- *BMJ Clinical Evidence*;
- *California Technology Assessment Forum* – CTAF;
- *Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health* – CADTH;
- Centre fédéral d'expertise des soins de santé – KCE ;
- *Centre for Clinical Effectiveness* – CCE;
- *Centre for Reviews and Dissemination databases*;
- *Clinical Knowledge Summaries*;
- *CMA Infobase*;
- *Cochrane Library*;
- *College of Physicians and Surgeons of Alberta* – CPSA;
- *Development and Evaluation Committee* - DEC (ex NCCHTA : rapports de 1995 à 2000);
- *Euroscan*;
- *Guideline Advisory Committee* – GAC;
- *Guidelines and Protocols Advisory Committee* – GPAC;
- *Guidelines International Network* – GIN;
- *Guidelines Finder (National Library for Health)*;
- *Health Services Technology Assessment Text* – HSTAT;
- *Horizon Scanning*;
- *Institute for Clinical Evaluative Sciences* – ICES;
- *Institute for Clinical Systems Improvement* – ICSI;
- *Medical Services Advisory Committee* – MSAC;
- *Minnesota Department of Health - Health Technology Advisory Committee* (jusqu'à 2002) – HTAC;
- *National Coordinating Centre for Health Technology Assessment* – NCCHTA;
- *National Guideline Clearinghouse* – NGC;
- *National Health and Medical Research Council* – NHMRC;
- *National Horizon Scanning Centre* – NHSC;
- *National Institute for Health and Clinical Excellence* – NICE;
- *New Zealand Guidelines Group* – NZGG;
- *New Zealand Health Technology Assessment* – NZHTA;
- *Ontario Health Technology Advisory Committee* – OHTAC;
- *Scottish Intercollegiate Guidelines Network* – SIGN;
- *Singapore Ministry of Health*;
- *Tripdatabase*;
- *Alternative Medicine Foundation*;
- Société française de médecine physique et de réadaptation ;
- *Chartered Society of Physiotherapy*.

4. Veille

Les sommaires des revues suivantes ont été exploités tout au long du projet : *Annals of Internal Medicine*, *Archives of Internal Medicine*, *British Medical Journal*, *Canadian Medical Association Journal*, *JAMA*, *Lancet* et *The New England Journal of Medicine*.

Une présentation synthétique sous forme de tableau (cf. tableau 1) reprend les étapes successives et souligne les résultats en termes de :

- nombre total de références obtenues ;
- nombre d'articles analysés ;
- nombre d'articles cités dans la bibliographie finale.

5. Critères de sélection des articles

À partir des références identifiées ci-dessus, le chef de projet du Service des recommandations professionnelles et les chargés de projet ont confronté leur sélection respective des articles à analyser et à retenir.

Dans un premier temps, l'argumentaire scientifique a été établi à partir des recommandations nationales et internationales et des revues systématiques de la littérature éventuellement complétées d'une méta-analyse.

Annexe 3. Principales échelles identifiées

Les principales échelles retrouvées dans les études cliniques consacrées à la rééducation de la fonction motrice des AVC (classées par principales fonctions évaluées et par ordre alphabétique) sont simplement listées ci-dessous à titre informatif.

► Sévérité de l'AVC

- *Brunnström stages*
- *Chedoke-McMaster Impairment Inventory*
- *Chedoke-McMaster Stoke Assessment*
- *Chinese Stroke Scale*
- *Fugl-Meyer Assessment*
- *National Institute of Health Stroke Score (NIHSS)*
- *Orpington pronostic*
- *Sodring Motor Evaluation Scale*
- *Stichting Afasie Netherlands*
- *Stroke Adapted 30-item*
- *Stroke Assessment Impairment Set*
- *Stroke Impact Scale*

► Motricité

- Classification d'Enjalbert
- Dynamomètre isocinétique
- EMG
- Force au dynamomètre
- *Fugl-Meyer Assessment*
- *Held Scale*
- Index moteur de Demeurisse
- *Isometric Grip Strength*
- *Kinematic performance*
- *Motor Assessment Scale*
- *Motor Scale*
- *Rehabilitation Activities Profile*
- Résistance pneumatique
- *Rivermead Motor Assesment*

► Spasticité

- *Modified Ashworth Scale (MAS)*
- *Pendulum Test*

► Posture - Équilibre

- *Antero-Posterior Stability Index*
- *Berg Balance Scale*
- *Functional Reach Test*
- Maximum de charge de travail sur cyclo-ergomètre (performance en watts)
- *Medio-Lateral Stability Index*
- Oscillations yeux ouverts et yeux fermés
- *Overall Stability Index*
- *Postural sway in bilateral standing*
- *Rivermead Motor Ability Scale*

- *Sitting Equilibrium Index*
- Stabilité statique et dynamique
- *Standing Equilibrium Index*
- *Tinetti Standing Balance Test*
- *VO₂peak*
- *Weight distribution*

► **Marche et déplacement**

- *10-Meter Walk Test*
- *2-Minute Walk Test*
- *5-Meter Walk Test*
- *5-Minute Walk Test* (vitesse de marche maximale)
- *6-Minute Walk test*
- Cadence de marche
- Endurance à la marche jusqu'à la fatigue
- *Functional Ambulation Categories*
- Indépendance à marcher 15 mètres de manière continue
- Longueur de l'enjambée
- Longueur du pas
- Montée des escaliers
- *Sit-to-Stand Time*
- *Step Test*
- *Timed Up and Go Test*
- Vitesse de marche
- Vitesse de marche en ville
- Vitesse de marche préférée (10 mètres)
- Vitesse de marche préférée (22 mètres)

► **Sensibilité**

- *2-point discrimination*
- *Nottingham Sensory Assessment*
- *Quality Extinction Test*
- Sens de position
- *Sensation by monofilament*
- *Sensory Motor Integration Test Battery*
- Thermo-esthésie
- *Visual Analogue for Pain*

► **Préhension**

- *Advanced hand movement scores*
- *Bickerstaff protocol*
- *Bisiach Test*
- *Box and Block Test*
- Classification d'Enjalbert
- *Distance handpalm-finger*
- *Frenchay Arm Test*
- *Functional Test of the Hemiparetic Upper Extremity*
- *Global Assesment Scale*
- *Grasp and hold weight*
- *Grooved Pegboard Test*
- *Jebsen Hand Function Test*

- *Jebsen Taylor finger tracking*
- *Motor Activity Log*
- *Nine Hole Peg Test*
- *Positron Emission Tomography*
- *Purdue Peg Test*
- *Rivermead Mobility Assessment*
- *Southern Motor Group Assessment*
- *Temps de réaction digital*
- *Token Test*
- *University of Maryland Arm Questionnaire for Stroke*
- *Upper Extremity Function Test*
- *Wolf Motor Function Test*

▶ **Dextérité**

- *Nine Hole Peg Test*
- *Purdue Peg Test*
- *Token Test*
- *Box and Block Test*

▶ **Activités de la vie journalière (*Activities of Daily Living: ADL*)**

- *3 ADL task*
- *Barthel Index*
- *Color Trail Test*
- *Frenchay Activity Index*
- *Functional Independance Measure*
- *Global Dependency Scale*
- *Human Activity Profile Score*
- *Katz Index of ADL*
- *Late Life Function and Disability Instrument*
- *Modified Rankin Scale*
- *Nottingham EADL*
- *Nottingham Health Profile*
- *Stroke Rehabilitation Assessment of Movement (STREAM)*

▶ **Qualité de vie (Quality of Life: QoL)**

- *Adjusted Activity Score*
- *Geriatric Depression Scale*
- *Hospital Anxiety and Depression Scale*
- *Sickness Impact Profile*
- *Stichting Afasie Netherlands*
- *Stroke Impact Scale 3.0*
- *Token Test*

Références bibliographiques

1. Ministère de la santé et des sports, Ministère du travail de la solidarité et de la fonction publique, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. Plan d'actions national « accidents vasculaires cérébraux 2010-2014 ». Paris: Ministère de la santé et des sports; 2010.
http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/plan_actions_AVC_-_17avr2010.pdf
2. Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, Ministère de la santé et des sports, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, Ministère du travail, des relations sociales, de la famille, de la solidarité et de la ville. Plan national santé-environnement PNSE2 2009-2013. Paris: Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer; 2009.
<http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/PNSE2.pdf>
3. Haut conseil de la santé publique. Objectifs de santé publique. Évaluation des objectifs de la loi du 9 août 2004. Propositions. Paris: HCSP; 2010.
http://www.sante-sports.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_Haut_conseil_de_la_sante_publique_-_Objectifs_de_sante_publique.pdf
4. Fery-Lemonnier E. La prévention et la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux en France. Rapport à Madame la ministre de la santé et des sports. Paris: Ministère de la santé et des sports; 2009.
http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/AVC_-_rapport_final_-_vf.pdf
5. Burn J, Dennis M, Bamford J, Sandercock P, Wade D, Warlow C. Long-term risk of recurrent stroke after a first-ever stroke. The Oxfordshire Community Stroke Project. *Stroke* 1994;25(2):333-7.
6. Organisation mondiale de la santé. Rapport sur la Santé dans le Monde 2002. Réduire les risques et promouvoir une vie saine. Genève: OMS; 2002.
<http://www.who.int/whr/2002/fr/index.html>
7. Donnan GA, Fisher M, Macleod M, Davis SM. Stroke. *Lancet* 2008;371(9624):1612-23.
8. Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray CJL. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. *Lancet* 2006;367(9524):1747-57.
9. Stein J. Motor recovery strategies after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2004;11(2):12-22.
10. Hendricks HT, van Limbeek J, Geurts AC, Zwarts MJ. Motor recovery after stroke: a systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(11):1629-37.
11. Kollen B, Kwakkel G, Lindeman E. Functional recovery after stroke: a review of current developments in stroke rehabilitation research. *Rev Recent Clin Trials* 2006;1(1):75-80.
12. De Recondo J. Sémiologie du système nerveux. Du symptôme au diagnostic. Paris: Flammarion Médecine-Sciences; 1995.
13. Massion J. Interrelations entre posture et mouvements. In: Requin J, ed. *Anticipation et comportement*. Paris: Editions du CNRS; 1980. p. 355-366.
14. Jeannerod M. Remarques finales. Motricité automatique et motricité volontaire. In: Hécaen H, Jeannerod M, ed. *Du contrôle moteur à l'organisation du geste*. Paris: Masson; 1978. p. 425-431.
15. Picat J. *Psycho-physiologie du système nerveux central*. Paris: Edition Marketing; 1980.
16. Fahn S. Concept and classification of dystonia. In: Fahn S, Marsden CD, Calne DB, ed. *Dystonia 2*. New York: Raven Press; 1988. p. 1-8.
17. Vidailhet M, Jedynak CP. Dystonies. *Rev Prat* 1997;47(10):1088-93.
18. Haute Autorité de Santé. Référentiel d'auto-évaluation des pratiques professionnelles en massokinésithérapie. Évaluation fonctionnelle de l'AVC. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2006.
http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Evaluation_fonctionnelle_AVK_kine_rap.pdf
19. Brott T, Adams HP, Olinger CP, Marler JR, Barsan WG, Biller J, *et al.* Measurements of acute cerebral infarction: a clinical examination scale. *Stroke* 1989;20(7):864-70.
20. Mahoney FI, Barthel DW. Functional

evaluation: the Barthel Index. *Md State Med J* 1965;14:61-5.

21. Held JP, Pierrot-Deseilligny E. Rééducation motrice des affections neurologiques. Paris: J.B. Baillière; 1969.

22. Lacôte M, Chevalier AM, Miranda A, Bleton JP. Evaluation clinique de la fonction musculaire. 6^e édition. Paris: Maloine; 2008.

23. Collin C, Wade D. Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1990;53(7):576-9.

24. Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. I. A method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med* 1975;7(1):13-31.

25. Enjalbert M, Pelissier J, Blin D, Lopez FM, Simon L. La préhension chez l'hémiplégique. II. Facteurs du pronostic. Etude corrélative à partir de 160 observations. *Ann Réadapt Méd Phys* 1988;31:155-63.

26. Wade DT, Langton-Hewer R, Wood VA, Skilbeck CE, Ismail HM. The hemiplegic arm after stroke: measurement and recovery. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1983;46(6):521-4.

27. Jepsen RH, Taylor N, Trieschmann RB, Trotter P, Howard LA. An objective and standardized test of hand function. *Arch Phys Med Rehabil* 1969;50(6):311-9.

28. Organisation mondiale de la santé. Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé. Genève: OMS; 2001.
<http://www.who.int/classifications/icf/en/>

29. Kwakkel G, Wagenaar RC, Koelman TW, Lankhorst GJ, Koetsier JC. Effects of intensity of rehabilitation after stroke. A research synthesis. *Stroke* 1997;28(8):1550-6.

30. Nudo RJ, Wise BM, SiFuentes F, Milliken GW. Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct. *Science* 1996;272(5269):1791-4.

31. Pollock A, Baer G, Pomeroy VM, Langhorne P. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke.

Cochrane Database of Systematic Reviews 2007; Issue 1:CD001920.

32. Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol* 2009;8(8):741-54.

33. Bobath B. Adult hemiplegia: evaluation and treatment. London: Heinemann Medical; 1970.

34. Bobath K. A neurophysiological basis for the treatment of cerebral palsy. 2nd ed. London: Lippincott; 1980.

35. Teasell R, Foley N, Salter K, Bhogal S, Jutai J, Speechley M. Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation. 13th ed. Ottawa: Canadian Stroke Network; 2010.
http://www.ebrsr.com/reviews_list.php

36. Kwakkel G, Kollen B, Twisk J. Impact of time on improvement of outcome after stroke. *Stroke* 2006;37(9):2348-53.

37. Van Peppen RPS, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, Hendriks HJM, van der Wees PJ, Dekker J. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence? *Clin Rehabil* 2004;18(8):833-62.

38. Rabadi MH. Review of the randomized clinical stroke rehabilitation trials in 2009. *Med Sci Monit* 2011;17(2):RA25-43.

39. Dufour M, Gedda M. Dictionnaire de kinésithérapie et réadaptation. Paris: Maloine; 2007.

40. Partridge CJ. Physiotherapy approaches to the treatment of neurological conditions: an historical perspective. In: Edwards S, ed. *Neurological physiotherapy. A problem-solving approach*. New York: Churchill-Livingstone; 1996. p. 3-14.

41. Knott M, Voss DE. Proprioceptive neuromuscular facilitation: patterns and techniques 2nd ed. New York: Harper & Row; 1968.

42. Turnbull GI. Some learning theory implications in neurological physiotherapy. *Physiotherapy* 1982;68(2):38-41.

43. Carr J, Shepherd R. Neurological rehabilitation. Optimizing motor performance. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1998.

44. Hafsteinsdóttir T, van Meeteren NLU, Grypdonck MHF. Is Bobath-based therapy

used by physiotherapists in the care of stroke patients? *Adv Physiother* 2005;7:176-82.

45. Westwater-Wood S, Adams N, Kerry R. The use of proprioceptive neuromuscular facilitation in physiotherapy practice. *Phys Ther Rev* 2010;15(1):23-8.

46. Wolny T, Saulicz E, Gnat R, Kokosz M. Butler's neuromobilizations combined with proprioceptive neuromuscular facilitation are effective in reducing of upper limb sensory in late-stage stroke subjects: a three-group randomized trial. *Clin Rehabil* 2010;24(9):810-21.

47. McEwen SE, Huijbregts MPJ, Ryan JD, Polatajko HJ. Cognitive strategy use to enhance motor skill acquisition post-stroke: a critical review. *Brain Inj* 2009;23(4):263-77.

48. Perfetti C. L'exercice thérapeutique cognitif pour la rééducation du patient hémiparétique. Paris: Masson; 2001.

49. van der Lee JH, Beckerman H, Lankhorst GJ, Bouter LM. The responsiveness of the action research arm test and the Fugl-Meyer assessment scale in chronic stroke patients. *J Rehabil Med* 2001;33(3):110-3.

50. Rood MS. Neurophysiological reactions as a basis for physical therapy. *Phys Ther Rev* 1954;34(9):444-9.

51. Goff B. Appropriate afferent stimulation. *Physiotherapy* 1969;55(1):9-17.

52. Salvini GF, Perfetti CC. Una nuova metodica per la rieducazione della mano nell'emiplegico. (Risultati preliminari). *Riv Neurobiol* 1971;17(1):11-20.

53. Hillier S, Dunsford A. A pilot study of sensory retraining for the hemiparetic foot post-stroke. *Int J Rehabil Res* 2006;29(3):237-42.

54. Carey L. Loss of somatic sensation. In: Selzer M, Clarke S, Cohen L, Duncan P, Gage F, ed. *Textbook of neural repair and rehabilitation*. Cambridge: Cambridge University Press; 2006. p. 231-247.

55. Yekutieli M, Guttman E. A controlled trial of the retraining of the sensory function of the hand in stroke patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1993;56(3):241-4.

56. Carey LM, Matyas TA, Oke LE. Sensory

loss in stroke patients: effective training of tactile and proprioceptive discrimination. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74(6):602-11.

57. Byl N, Roderick J, Mohamed O, Hanny M, Kotler J, Smith A, *et al.* Effectiveness of sensory and motor rehabilitation of the upper limb following the principles of neuroplasticity: patients stable poststroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2003;17(3):176-91.

58. Carey J, Matyas T. Somatosensory discrimination after stroke: stimulus specific versus generalisation training. In: Bennett K, Gregory S, ed. *Perception for action. Proceedings from the 3rd annual perception for action conference*. Melbourne: Cleveland Digital Printing; 2000. p. 61-72.

59. Affolter F, Stricker E. *Perceptual processes as prerequisites for complex human behavior: a theoretical model and its application to therapy*. Bern: Huber; 1980.

60. Groupe suisse de travail pour les maladies cérébro-vasculaires, Fondation suisse de cardiologie. *Rééducation après AVC*. *Bull Médecins Suisses* 2001;82(7):348-52.

61. Chantraine A, Bürge E, Gobelet C. Reprogrammation sensori-motrice. In: Chantraine A, ed. *Rééducation neurologique. Guide pratique de rééducation des affections neurologiques*. 2^e édition. Vélizy-Villacoublay: Arnette; Initiatives santé; 1999. p. 139-146.

62. Nielsen K. The recollection of my whole body in my brain: physiotherapy based on aspects of the Affolter concept. In: Harrison MA, ed. *Physiotherapy in stroke management*. Edinburgh: Churchill-Livingstone; 1995. p. 71-76.

63. Ashburn A. A review of current physiotherapy in the management of stroke. In: Harrison MA, ed. *Physiotherapy in stroke management*. Edinburgh: Churchill-Livingstone; 1995. p. 3-22.

64. Carey LM, Matyas TA. Training of somatosensory discrimination after stroke. Facilitation of stimulus generalization. *Am J Phys Med Rehabil* 2005;84(6):428-42.

65. Morioka S, Yagi F. Effects of perceptual learning exercises on standing balance using a hardness discrimination task in hemiplegic patients following stroke: a randomized controlled pilot trial. *Clin Rehabil* 2003;17(6):600-7.

66. Bayouk JF, Boucher JP, Leroux A. Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. *Int J Rehabil Res* 2006;29(1):51-9.
67. Peurala SH, Pitkänen K, Sivenius J, Tarkka IM. Cutaneous electrical stimulation may enhance sensorimotor recovery in chronic stroke. *Clin Rehabil* 2002;16(7):709-16.
68. Doyle S, Bennett S, Fasoli SE, McKenna KT. Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2010;Issue 6:CD006331.
69. Klaiput A, Kitisomprayoonkul W. Increased pinch strength in acute and subacute stroke patients after simultaneous median and ulnar sensory stimulation. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23(4):351-6.
70. Mann GE, Burridge JH, Malone LJ, Strike PW. A pilot study to investigate the effects of electrical stimulation on recovery of hand function and sensation in subacute stroke patients. *Neuromodulation* 2005;8(3):193-202.
71. Feys HM, de Weerd WJ, Selz BE, Cox Steck GA, Spichiger R, Vereeck LE, *et al.* Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke: a single-blind, randomized, controlled multicenter trial. *Stroke* 1998;29(4):785-92.
72. Chen JC, Liang CC, Shaw FZ. Facilitation of sensory and motor recovery by thermal intervention for the hemiplegic upper limb in acute stroke patients: a single-blind randomized clinical trial. *Stroke* 2005;36(12):2665-9.
73. Cambier DC, de Corte E, Danneels LA, Witvrouw EE. Treating sensory impairments in the post-stroke upper limb with intermittent pneumatic compression. Results of a preliminary trial. *Clin Rehabil* 2003;17(1):14-20.
74. Barker RN, Brauer SG, Carson RG. Training of reaching in stroke survivors with severe and chronic upper limb paresis using a novel nonrobotic device: a randomized clinical trial. *Stroke* 2008;39(6):1800-7.
75. Volpe BT, Lynch D, Rykman-Berland A, Ferraro M, Galgano M, Hogan N, *et al.* Intensive sensorimotor arm training mediated by therapist or robot improves hemiparesis in patients with chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2008;22(3):305-10.
76. Byl NN, Pitsch EA, Abrams GM. Functional outcomes can vary by dose: learning-based sensorimotor training for patients stable poststroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2008;22(5):494-504.
77. Bowen A, Knapp P, Gillespie D, Nicolson DJ, Vail A. Non-pharmacological interventions for perceptual disorders following stroke and other adult-acquired, non-progressive brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011;Issue 4:CD007039.
78. Mason CR. One method for assessing the effectiveness of fast brushing. *Phys Ther* 1985;65(8):1197-202.
79. Twist DJ. Effects of a wrapping technique on passive range of motion in a spastic upper extremity. *Phys Ther* 1985;65(3):299-304.
80. Bobath B. Abnormal postural reflex activity caused by brain lesions. 2nd ed. London: Heinemann Medical; 1971.
81. Brunnstrom S. Movement therapy in hemiplegia: a neurophysiological approach. New York: Harper & Row; 1970.
82. Davies PM. Steps to follow. A guide to the treatment of adult hemiplegia. Based on the concept of K. and B. Bobath. Berlin: Springer Verlag; 1985.
83. Johnstone M. Home care for the stroke patient: living in a pattern. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1980.
84. Carr JH, Shepherd RB. A motor relearning programme for stroke. London: Heinemann Physiotherapy; 1987.
85. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Management of patients with stroke: rehabilitation, prevention and management of complications, and discharge planning. A national clinical guideline. Edinburgh: SIGN; 2010.
<http://www.sign.ac.uk/pdf/sign118.pdf>
86. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. Physical activity and health. A report of the surgeon general. Atlanta: USDHHS; 1996.
<http://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/pdf/sgrfull.pdf>

87. Société française de médecine physique et de réadaptation, Société française de neuro-vasculaire, France AVC. Eléments pour l'élaboration d'un programme d'éducation thérapeutique spécifique au patient après AVC. L'activité physique. Paris: SOFMER; 2011.
http://www.sofmer.com/download/sofmer/ETP_AVC_activite.pdf
88. Olney SJ, Nymark J, Brouwer B, Culham E, Day A, Heard J, *et al.* A randomized controlled trial of supervised versus unsupervised exercise programs for ambulatory stroke survivors. *Stroke* 2006;37(2):476-81.
89. Green RM. A translation of Galen's hygiene (*De sanitate tuenda*). Springfield: Charles C. Thomas; 1951.
90. Georgii A. Kinésithérapie ou traitement des maladies par le mouvement selon la méthode de Ling. Suivi d'un abrégé des applications de la théorie de Ling à l'éducation physique. Paris: Germer Baillère; 1847.
91. American Heart Association, Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Nursing, Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism, Stroke Council. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors. An American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular Nursing; the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the Stroke Council. *Circulation* 2004;109(16):2031-41.
92. Haute Autorité de Santé. Prévention vasculaire après un infarctus cérébral ou un accident ischémique transitoire. Recommandation de bonne pratique. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2008.
http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/prevention_vasculaire_apres_infarctus_cerebral_ou_ait_-_argumentaire.pdf
93. Chu KS, Eng JJ, Dawson AS, Harris JE, Ozkaplan A, Gylfadóttir S. Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(6):870-4.
94. Lynton H, Kligler B, Shiflett S. Yoga in stroke rehabilitation: a systematic review and results of a pilot study. *Top Stroke Rehabil* 2007;14(4):1-8.
95. Studenski S, Duncan PW, Perera S, Reker D, Lai SM, Richards L. Daily functioning and quality of life in a randomized controlled trial of therapeutic exercise for subacute stroke survivors. *Stroke* 2005;36(8):1764-70.
96. European Stroke Organisation, Quinn TJ, Paolucci S, Sunnerhagen KS, Sivenius J, Walker MF, *et al.* Evidence-based stroke rehabilitation: an expanded guidance document from the European Stroke Organisation (ESO) guidelines for management of ischaemic stroke and transient ischaemic attack 2008. *J Rehabil Med* 2009;41(2):99-111.
97. Toledano-Zarhi A, Tanne D, Carmeli E, Katz-Leurer M. Feasibility, safety and efficacy of an early aerobic rehabilitation program for patients after minor ischemic stroke: a pilot randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation* 2011;28(2):85-90.
98. Saunders DH, Greig CA, Mead GE, Young A. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009; Issue 4:CD003316.
99. Meek C, Pollock A, Potter J, Langhorne P. A systematic review of exercise trials post stroke. *Clin Rehabil* 2003;17(1):6-13.
100. Ramas J, Courbon A, Roche F, Bethoux F, Calmels P. Effect of training programs and exercise in adult stroke patients: literature review. *Ann Readapt Med Phys* 2007;50(6):438-44.
101. Mayo N, MacKay-Lyons M, Wood-Dauphinee S. Fitness intervention trial post-stroke: a randomized controlled trial of home rehabilitation programs to enhance walking endurance [abstract]. 10th international WCPT congress, 20-23 June 2011, Amsterdam Holland. *Physiotherapy* 2011;97(Suppl 1).
102. Marsal C. Renforcement musculaire en neurologie centrale. *Kinésither sci* 2007;(483):37-43.
103. Rouleaud S, Gaujard E, Petit H, Picard D, Dehail P, Joseph PA, *et al.* Isocinétisme et rééducation de la marche de l'hémiplégique. *Ann Réadapt Méd Phys* 2000;43(8):428-36.
104. Partridge C, Edwards S. The bases of practice: neurological physiotherapy. *Physiother Res Int* 1996;1(3):205-8.

105. Glinsky J, Harvey L, van Es P. Efficacy of electrical stimulation to increase muscle strength in people with neurological conditions: a systematic review. *Physiother Res Int* 2007;12(3):175-94.
106. Morris SL, Dodd KJ, Morris ME. Outcomes of progressive resistance strength training following stroke: a systematic review. *Clin Rehabil* 2004;18(1):27-39.
107. Glanz M, Klawansky S, Stason W, Berkey C, Chalmers TC. Functional electrostimulation in poststroke rehabilitation: a meta-analysis of the randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77(6):549-53.
108. Cauraugh J, Light K, Kim S, Thigpen M, Behrman A. Chronic motor dysfunction after stroke: recovering wrist and finger extension by electromyography-triggered neuromuscular stimulation. *Stroke* 2000;31(6):1360-4.
109. Basmajian JV, Kukulka CG, Narayan MG, Takebe K. Biofeedback treatment of foot-drop after stroke compared with standard rehabilitation technique: effects on voluntary control and strength. *Arch Phys Med Rehabil* 1975;56(6):231-6.
110. Inglis J, Donald MW, Monga TN, Sproule M, Young MJ. Electromyographic biofeedback and physical therapy of the hemiplegic upper limb. *Arch Phys Med Rehabil* 1984;65(12):755-9.
111. Kim CM, Eng JJ, MacIntyre DL, Dawson AS. Effects of isokinetic strength training on walking in persons with stroke: a double-blind controlled pilot study. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2001;10(6):265-73.
112. Carr M, Jones J. Physiological effects of exercise on stroke survivors. *Top Stroke Rehabil* 2003;9(4):57-64.
113. Flansbjerg UB, Miller M, Downham D, Lexell J. Progressive resistance training after stroke: effects on muscle strength, muscle tone, gait performance and perceived participation. *J Rehabil Med* 2008;40(1):42-8.
114. Lee MJ, Kilbreath SL, Fiatarone Singh M, Zeman B, Davis GM. Effect of progressive resistance training on muscle performance after chronic stroke. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(1):23-34.
115. Cooke EV, Tallis RC, Clark A, Pomeroy VM. Efficacy of functional strength training on restoration of lower-limb motor function early after stroke: phase I randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2010;24(1):88-96.
116. Aparecida Silva Borges C, Cristina Castão K, Augusto Souto P, Borges Zan T, Pompeu JE, Fukuda TY. Effect of resisted exercise on muscular strength, spasticity and functionality in chronic hemiparetic subjects: a systematic review. *J Applied Res* 2009;9(4):147-58.
117. Ada L, Dorsch S, Canning CG. Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: a systematic review. *Aust J Physiother* 2006;52(4):241-8.
118. Harris JE, Eng JJ. Strength training improves upper-limb function in individuals with stroke: a meta-analysis. *Stroke* 2010;41(1):136-40.
119. Pak S, Patten C. Strengthening to promote functional recovery poststroke: an evidence-based review. *Top Stroke Rehabil* 2008;15(3):177-99.
120. Bohannon RW. Muscle strength and muscle training after stroke. *J Rehabil Med* 2007;39(1):14-20.
121. Dean CM, Channon EF, Hall JM. Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother* 2007;53(2):97-102.
122. Moreland JD, Goldsmith CH, Huijbregts MP, Anderson RE, Prentice DM, Brunton KB, *et al.* Progressive resistance strengthening exercises after stroke: a single-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(10):1433-40.
123. Ouellette MM, LeBrasseur NK, Bean JF, Phillips E, Stein J, Frontera WR, *et al.* High-intensity resistance training improves muscle strength, self-reported function, and disability in long-term stroke survivors. *Stroke* 2004;35(6):1404-9.
124. Yang YR, Wang RY, Lin KH, Chu MY, Chan RC. Task-oriented progressive resistance strength training improves muscle strength and functional performance in individuals with stroke. *Clin Rehabil* 2006;20(10):860-70.

125. Mead GE, Greig CA, Cunningham I, Lewis SJ, Dinan S, Saunders DH, *et al.* Stroke: a randomized trial of exercise or relaxation. *J Am Geriatr Soc* 2007;55(6):892-9.
126. Bale M, Strand LI. Does functional strength training of the leg in subacute stroke improve physical performance? A pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2008;22(10-11):911-21.
127. Page SJ, Levine P, Leonard A, Szaflarski JP, Kissela BM. Modified constraint-induced therapy in chronic stroke: results of a single-blinded randomized controlled trial. *Phys Ther* 2008;88(3):333-40.
128. Outermans JC, van Peppen RPS, Wittink H, Takken T, Kwakkel G. Effects of a high-intensity task-oriented training on gait performance early after stroke: a pilot study. *Clin Rehabil* 2010;24(11):979-87.
129. Donaldson C, Tallis R, Miller S, Sunderland A, Lemon R, Pomeroy V. Effects of conventional physical therapy and functional strength training on upper limb motor recovery after stroke: a randomized phase II study. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23(4):389-97.
130. Harris JE, Eng JJ, Miller WC, Dawson AS. A self-administered Graded Repetitive Arm Supplementary Program (GRASP) improves arm function during inpatient stroke rehabilitation: a multi-site randomized controlled trial. *Stroke* 2009;40(6):2123-8.
131. Rodgers H, Mackintosh J, Price C, Wood R, McNamee P, Fearon T, *et al.* Does an early increased-intensity interdisciplinary upper limb therapy programme following acute stroke improve outcome? *Clin Rehabil* 2003;17(6):579-89.
132. Pang MY, Harris JE, Eng JJ. A community-based upper-extremity group exercise program improves motor function and performance of functional activities in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(1):1-9.
133. Peiris CL, Taylor NF, Shields N. Extra physical therapy reduces patient length of stay and improves functional outcomes and quality of life in people with acute or subacute conditions: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2011;92(9):1490-500.
134. Partridge C, Mackenzie M, Edwards S, Reid A, Jayawardena S, Guck N, *et al.* Is dosage of physiotherapy a critical factor in deciding patterns of recovery from stroke: a pragmatic randomized controlled trial. *Physiother Res Int* 2000;5(4):230-40.
135. Kwakkel G, Kollen BJ, Wagenaar RC. Long term effects of intensity of upper and lower limb training after stroke: a randomised trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002;72(4):473-9.
136. Glasgow Augmented Physiotherapy Study group. Can augmented physiotherapy input enhance recovery of mobility after stroke? A randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2004;18(5):529-37.
137. Ross LF, Harvey LA, Lannin NA. Do people with acquired brain impairment benefit from additional therapy specifically directed at the hand? A randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2009;23(6):492-503.
138. Duncan P, Studenski S, Richards L, Gollub S, Lai SM, Reker D, *et al.* Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke* 2003;34(9):2173-80.
139. Green J, Forster A, Bogle S, Young J. Physiotherapy for patients with mobility problems more than 1 year after stroke: a randomised controlled trial. *Lancet* 2002;359(9302):199-203.
140. Kwakkel G, van Peppen R, Wagenaar RC, Wood Dauphinee S, Richards C, Ashburn A, *et al.* Effects of augmented exercise therapy time after stroke: a meta-analysis. *Stroke* 2004;35(11):2529-36.
141. Galvin R, Murphy B, Cusack T, Stokes E. The impact of increased duration of exercise therapy on functional recovery following stroke: what is the evidence? *Top Stroke Rehabil* 2008;15(4):365-77.
142. Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, Rückriem S. Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients: a randomized controlled trial. *Stroke* 2002;33(2):553-8.
143. Sullivan KJ, Knowlton BJ, Dobkin BH. Step training with body weight support: effect of treadmill speed and practice paradigms on poststroke locomotor recovery. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(5):683-91.
144. Langhammer B, Lindmark B, Stanghelle

- JK. Stroke patients and long-term training: is it worthwhile? A randomized comparison of two different training strategies after rehabilitation. *Clin Rehabil* 2007;21(6):495-510.
145. Mudge S, Barber PA, Stott NS. Circuit-based rehabilitation improves gait endurance but not usual walking activity in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90(12):1989-96.
146. Hesse S, Welz A, Werner C, Quentin B, Wissel J. Comparison of an intermittent high-intensity vs continuous low-intensity physiotherapy service over 12 months in community-dwelling people with stroke: a randomized trial. *Clin Rehabil* 2011;25(2):146-56.
147. Kuys SS, Brauer SG, Ada L. Higher-intensity treadmill walking during rehabilitation after stroke in feasible and not detrimental to walking pattern or quality: a pilot randomized trial. *Clin Rehabil* 2011;25(4):316-26.
148. Bobath B. *Adult hemiplegia: evaluation and treatment*. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1990.
149. Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. *Proprioceptive neuromuscular facilitation: patterns and techniques* 3rd ed. Philadelphia: Harper & Row; 1985.
150. Yelnik A. Evolution des concepts en rééducation du patient hémiplegique. *Ann Réadapt Méd Phys* 2005;48(5):270-7.
151. Bobath K, Bobath B. A treatment of cerebral palsy based on the analysis of the patient's motor behaviour. *Br J Phys Med* 1952;15(5):107-17.
152. Lennon S, Baxter D, Ashburn A. Physiotherapy based on the Bobath concept in stroke rehabilitation: a survey within the UK. *Disabil Rehabil* 2001;23(6):254-62.
153. Prendergast L. L'hémiplégie, prise en charge selon le concept de Bobath. *Kinéréa* 2003;38:118-21.
154. Lennon S, Ashburn A, Baxter D. Gait outcome following outpatient physiotherapy based on the Bobath concept in people post stroke. *Disabil Rehabil* 2006;28(13-14):873-81.
155. Wang RY, Chen HI, Chen CY, Yang YR. Efficacy of Bobath versus orthopaedic approach on impairment and function at different motor recovery stages after stroke: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2005;19(2):155-64.
156. Langhammer B, Stanghelle JK. Can physiotherapy after stroke based on the Bobath concept result in improved quality of movement compared to the motor relearning programme. *Physiother Res Int* 2011;16(2):69-80.
157. Langhammer B, Stanghelle JK. Bobath or motor relearning programme? A comparison of two different approaches of physiotherapy in stroke rehabilitation: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2000;14(4):361-9.
158. Van der Lee JH, Beckerman H, Lankhorst GJ, Bouter LM. Constraint-induced movement therapy [letter]. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(12):1606.
159. Langhammer B, Stanghelle JK. Bobath or motor relearning programme? A follow-up one and four years post stroke. *Clin Rehabil* 2003;17(7):731-4.
160. Paci M. Physiotherapy based on the Bobath concept for adults with post-stroke hemiplegia: a review of effectiveness studies. *J Rehabil Med* 2003;35(1):2-7.
161. Hiraoka K. Rehabilitation effort to improve upper extremity function in post-stroke patients: a meta-analysis. *J Phys Ther Sci* 2001;13(1):5-9.
162. Mudie MH, Winzeler-Mercay U, Radwan S, Lee L. Training symmetry of weight distribution after stroke: a randomized controlled pilot study comparing task-related reach, Bobath and feedback training approaches. *Clin Rehabil* 2002;16(6):582-92.
163. Van Vliet PM, Lincoln NB, Foxall A. Comparison of Bobath based and movement science based treatment for stroke: a randomised controlled trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005;76(4):503-8.
164. Dias D, Laíns J, Pereira A, Nunes R, Caldas J, Amaral C, *et al.* Can we improve gait skills in chronic hemiplegics? A randomised control trial with gait trainer. *Eura Medicophys* 2007;43(4):499-504.
165. Husemann B, Müller F, Krewer C, Heller S, Koenig E. Effects of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke: a randomized

controlled pilot study. *Stroke* 2007;38(2):349-54.

166. Lin KC, Wu CY, Liu JS. A randomized controlled trial of constraint-induced movement therapy after stroke. *Acta Neurochir Suppl* 2008;101:61-4.

167. Kollen BJ, Lennon S, Lyons B, Wheatley-Smith L, Scheper M, Buurke JH, *et al.* The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: what is the evidence? *Stroke* 2009;40(4):e89-e97.

168. Sultana R. La méthode de Brunnstrom : bilans et techniques dans la rééducation des hémiplésiques et des traumatisés crâniens. Paris: Masson; 1994.

169. Eisenberg MG. Dictionary of rehabilitation. New York: Springer Publishing Company; 1995.

170. Wagenaar RC, Meijer OG, van Wieringen PCW, Kuik DJ, Hazenberg GJ, Lindeboom J, *et al.* The functional recovery of stroke: a comparison between neuro-developmental treatment and the Brunnstrom method. *Scand J Rehabil Med* 1990;22(1):1-8.

171. Kabat H, McLeod M, Holt C. The practical application of proprioceptive neuromuscular facilitation. *Physiotherapy* 1959;45(4):87-92.

172. Voss DE, Knott M. Patterns of motion for proprioceptive neuromuscular facilitation. *Br J Phys Med* 1954;17(9):191-8.

173. Viel E. La Méthode de Kabat. Facilitation neuromusculaire par la proprioception. 4^e ed rev. Paris: Masson; 1986.

174. Barraclough R. Methods of proprioceptive neuromuscular facilitation as applied to the re-education of the hemiplegic patient. *Physiotherapy* 1958;44(9):252-7.

175. Trueblood PR, Walker JM, Perry J, Gronley JK. Pelvic exercise and gait in hemiplegia. *Phys Ther* 1989;69(1):18-26.

176. Kraft GH, Fitts SS, Hammond MC. Techniques to improve function of the arm and hand in chronic hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73(3):220-7.

177. Rood MS. Neurophysiological mechanisms utilized in the treatment of neuromuscular dysfunction. *Am J Occup Ther* 1956;10(4):220-5.

178. Wood L, Nicol DJ, Thulin CES. The effects of skin brushing on H reflex amplitude in normal human subjects. *Exp Physiol* 1998;83(2):175-83.

179. Carr JH, Shepherd RB. Enhancing physical activity and brain reorganization after stroke. *Neurol Res Int* 2011;2011:515938.

180. Anderson M, Lough S. A psychological framework for neurorehabilitation. *Physiother Pract* 1986;2:74-82.

181. Chan DY, Chan CCH, Au DKS. Motor relearning programme for stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2006;20(3):191-200.

182. Salbach NM, Mayo NE, Wood-Dauphinee S, Hanley JA, Richards CL, Côté R. A task-orientated intervention enhances walking distance and speed in the first year post stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2004;18(5):509-19.

183. Birk L. Biofeedback: behavioral medicine. New York: Grune & Stratton; 1973.

184. André JM, Brugerolle de Fraissinette B, Chellig L. Le biofeedback en rééducation motrice. *Ann Réadapt Méd Phys* 1986;29:289-310.

185. Didier JP, Casillas JM. Le concept de la rétroaction. Son application à la rééducation de l'hémiplésique. *Lyon Méd* 1984;251(9):395-9.

186. Barat M. Médecine de rééducation et hémipésie vasculaire de l'adulte. Conférence de consensus. Congrès annuel de la Société française de médecine physique et de rééducation, Limoges 11 septembre 1996.

187. Brugerolle B, Chauvière C, André JM. Rétroaction biologique musculaire. Applications du biofeedback dans les troubles moteurs. *Encycl Méd Chir Kinésithérapie Rééducation fonctionnelle* 1994;26-147-A-10.

188. National Stroke Foundation. Clinical guidelines for stroke rehabilitation and recovery. Melbourne: NSF; 2005.
<http://www.nhmrc.gov.au/files/nhmrc/publications/attachments/cp105.pdf?q=publications/synopses/files/cp105.pdf>

189. Cho SH, Shin HK, Kwon YH, Lee MY, Lee YH, Lee CH, *et al.* Cortical activation changes induced by visual biofeedback

tracking training in chronic stroke patients. *NeuroRehabilitation* 2007;22(2):77-84.

190. Ceceli E, Dursun E, Çakçi A. Comparison of joint-position biofeedback and conventional therapy methods in Genu Recurvatum after stroke: 6 months' follow-up. *Eur J Phys Med Rehabil* 1996;6(5):141-4.

191. Agathon M. Biofeedback et conditionnement opérant cardiaque. *Psychol Med* 1977;9(7):1127-36.

192. Skinner BF. *The behavior of organisms: an experimental analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts Inc; 1938.

193. Wiener N. *The human use of human beings. Cybernetics and society*. Boston: Houghton Mifflin; 1950.

194. Brudny J, Korein J, Grynbaum BB, Friedmann LW, Weinstein S, Sachs-Frankel G, *et al.* EMG feedback therapy: review of treatment of 114 patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1976;57(2):55-61.

195. Brudny J, Korein J, Grynbaum BB, Belandres PV, Gianutsos JG. Helping hemiparetics to help themselves. Sensory feedback therapy. *JAMA* 1979;241(8):814-8.

196. Basmajian JV. Biofeedback in rehabilitation: a review of principles and practices. *Arch Phys Med Rehabil* 1981;62(10):469-75.

197. Lamontagne Y. La rétroaction biologique : instrument de mesure et outil thérapeutique en thérapie comportementale. *Psychol Med* 1976;8(1):81-90.

198. Cirstea CM, Ptito A, Levin MF. Feedback and cognition in arm motor skill reacquisition after stroke. *Stroke* 2006;37(5):1237-42.

199. Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR. Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *J Neurol Sci* 1997;151(2):207-12.

200. Thaut MH, Leins AK, Rice RR, Argstatter H, Kenyon GP, McIntosh GC, *et al.* Rhythmic auditory stimulation improves gait more than NDT/Bobath training in near-ambulatory patients early poststroke: a single-blind, randomized trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2007;21(5):455-9.

201. Dobkin BH, Plummer-d'Amato P, Elashoff

R, Lee J. International randomized clinical trial, stroke inpatient rehabilitation with reinforcement of walking speed (SIRROWS), improves outcomes. *Neurorehabil Neural Repair* 2010;24(3):235-42.

202. Schauer M, Mauritz KH. Musical motor feedback (MMF) in walking hemiparetic stroke patients: randomized trials of gait improvement. *Clin Rehabil* 2003;17(7):713-22.

203. Armagan O, Tascioglu F, Oner C. Electromyographic biofeedback in the treatment of the hemiplegic hand. A placebo-controlled study. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82(11):856-61.

204. Person M. La rééducation de la préhension après un accident vasculaire cérébral (AVC) : l'apport des nouvelles techniques. *Kinésither sci* 2009;(505):33-9.

205. Pélissier J, Bénéïm C, Armingaud P, Villy J. Techniques électrophysiologiques de rééducation de la préhension chez l'hémiplégique. In: Pélissier J, Bénéïm C, Enjalbert M, ed. *Préhension et hémiplégie vasculaire. XXXes Entretiens de médecine physique et de réadaptation*, Montpellier, 7 mars 2002. Paris: Masson; 2002. p. 90-91.

206. Schleenbaker RE, Mainous AG. Electromyographic biofeedback for neuromuscular reeducation in the hemiplegic stroke patient: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74(12):1301-4.

207. Moreland J, Thomson MA. Efficacy of electromyographic biofeedback compared with conventional physical therapy for upper-extremity function in patients following stroke: a research overview and meta-analysis. *Phys Ther* 1994;74(6):534-43.

208. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proc R Soc London Ser B* 1996;263(1369):377-86.

209. Sionneau V, Bernaudeau C, N'Guyen MT, Lacenaire A. Apport de la thérapie miroir en rééducation chez l'hémiplégique. *Kinésither Rev* 2011;11(118):15-9.

210. Giraux P, Sirigu A. Illusory movements of the paralyzed limb restore motor cortex activity. *Neuroimage* 2003;20(Suppl 1):S107-S111.

211. Giraux P, Auclair D, Calmels P,

- Gautheron V, Sirigu A. Rééducation du membre supérieur par rétroaction visuelle modifiée. In: Azouvi P, Bussel B, ed. Rééducation de l'hémiplégie vasculaire. Actes des 16^e entretiens de l'Institut Garches. Paris: Frison-Roche; 2003. p. 61-72.
212. Biltiau E, Mignolet J. La latéropulsion du malade hémiplégique. *Kinésither sci* 1994;(336):24-8.
213. Yavuzer G, Eser F, Karakus D, Karaoglan B, Stam HJ. The effects of balance training on gait late after stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2006;20(11):960-9.
214. Van Peppen RPS, Kortsmit M, Lindeman E, Kwakkel G. Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke: a systematic review. *J Rehabil Med* 2006;38(1):3-9.
215. Barclay-Goddard RE, Stevenson TJ, Poluha W, Moffatt M, Taback SP. Force platform feedback for standing balance training after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2004; Issue 4:CD004129.
216. Kerdoncuff V, Durufle A, Petrilli S, Nicolas B, Robineau S, Lassalle A, *et al.* Intérêt de la rééducation par biofeedback visuel sur plateforme de stabilométrie dans la prise en charge des troubles posturaux des hémiplégiques vasculaires. *Ann Réadapt Méd Phys* 2004;47(4):169-76.
217. Borde C, Sicre C, Mimram S, Teillard-Mignonat S. Place de la statokinésimétrie et de la rétro-information (biofeedback) posturographique dans la rééducation de l'hémiplégique adulte. *Actualités et perspectives en médecine de rééducation. Congrès de la SOFMER.* Paris: Palais de l'Unesco; 1991.
218. Martin C, Strubel D, Kuntzmann F. Posturologie clinique, perspectives en gériatrie (I). (Posturologie fondamentale, clinique et instrumentale. Statokinésimétrie). *Rev Réadapt Fonct Prof Soc* 1989;19:3-8.
219. Brugerolle B, Chellig L, Xenard J, André JM. Des définitions pour le barobiofeedback. *Actualités en rééducation fonctionnelle et réadaptation.* 10^e série. Paris: Masson; 1985.
220. Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1988;69(6):395-400.
221. Winstein CJ, Gardner ER, McNeal DR, Barto PS, Nicholson DE. Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1989;70(10):755-62.
222. Januário F, Campos I, Amaral C. Rehabilitation of postural stability in ataxic/hemiplegic patients after stroke 2010. <http://rihuc.huc.min-saude.pt/bitstream/10400.4/786/1/januario_campos_amaral.pdf> [consulté en 12/2010].
223. Cheng PT, Wu SH, Liaw MY, Wong AMK, Tang FT. Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82(12):1650-4.
224. Chen IC, Cheng PT, Chen CL, Chen SC, Chung CY, Yeh TH. Effects of balance training on hemiplegic stroke patients. *Chang Gung Med J* 2002;25(9):583-90.
225. Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, Hicks RR. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther* 2001;81(4):995-1005.
226. Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther* 2000;80(9):886-95.
227. Eser F, Yavuzer G, Karakus D, Karaoglan B. The effect of balance training on motor recovery and ambulation after stroke: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2008;44(1):19-25.
228. Jonsdottir J, Cattaneo D, Recalcati M, Regola A, Rabuffetti M, Ferrarin M, *et al.* Task-oriented biofeedback to improve gait in individuals with chronic stroke: motor learning approach. *Neurorehabil Neural Repair* 2010;24(5):478-85.
229. Woodford HJ, Price CIM. EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007; Issue 2:CD004585.
230. Heller F, Beuret-Blanquart F, Weber J. Barobiofeedback et rééducation de la marche de l'hémiplégique. *Ann Réadapt Méd Phys* 2005;48(4):187-95.

231. Cheng JS, Yang YR, Cheng SJ, Lin PY, Wang RY. Effects of combining electric stimulation with active ankle dorsiflexion while standing on a rocker board: a pilot study for subjects with spastic foot after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91(4):505-12.
232. Potisk KP, Gregorič M, Vodovnik L. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on spasticity in patients with hemiplegia. *Scand J Rehabil Med* 1995;27(3):169-74.
233. André JM, Paysan J, Beis JM, le Chapelain L, Ueberham K. Stimulation électrique thérapeutique et spasticité. In: Pérennou D, Bussel B, Pélissier J, ed. *La spasticité. Problèmes en médecine de rééducation*. Paris: Masson; 2001. p. 69-76.
234. Daly JJ, Roenigk K, Holcomb J, Rogers JM, Butler K, Gansen J, *et al.* A randomized controlled trial of functional neuromuscular stimulation in chronic stroke subjects. *Stroke* 2006;37(1):172-8.
235. Kottink AI, IJzerman MJ, Groothuis-Oudshoorn CG, Hermens HJ. Measuring quality of life in stroke subjects receiving an implanted neural prosthesis for drop foot. *Artif Organs* 2010;34(5):366-76.
236. Tong RK, Ng MF, Li LS. Effectiveness of gait training using an electromechanical gait trainer, with and without functional electric stimulation, in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(10):1298-304.
237. Yavuzer G, Öken Ö, Atay MB, Stam HJ. Effect of sensory-amplitude electric stimulation on motor recovery and gait kinematics after stroke: a randomized controlled study. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88(6):710-4.
238. Mangold S, Schuster C, Keller T, Zimmermann-Schlatter A, Ettl T. Motor training of upper extremity with functional electrical stimulation in early stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23(2):184-90.
239. Hsu SS, Hu MH, Wang YH, Yip PK, Chiu JW, Hsieh CL. Dose-response relation between neuromuscular electrical stimulation and upper-extremity function in patients with stroke. *Stroke* 2010;41(4):821-4.
240. Kowalczewski J, Gritsenko V, Ashworth N, Ellaway P, Prochazka A. Upper-extremity functional electric stimulation-assisted exercises on a workstation in the subacute phase of stroke recovery. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88(7):833-9.
241. Popovic MB, Popovic DB, Sinkjaer T, Stefanovic A, Schwirtlich L. Clinical evaluation of Functional Electrical Therapy in acute hemiplegic subjects. *J Rehabil Res Dev* 2003;40(5):443-53.
242. Popovic DB, Popovic MB, Sinkjaer T, Stefanovic A, Schwirtlich L. Therapy of paretic arm in hemiplegic subjects augmented with a neural prosthesis: a cross-over study. *Can J Physiol Pharmacol* 2004;82(8-9):749-56.
243. Thrasher TA, Zivanovic V, McIlroy W, Popovic MR. Rehabilitation of reaching and grasping function in severe hemiplegic patients using functional electrical stimulation therapy. *Neurorehabil Neural Repair* 2008;22(6):706-14.
244. Alon G, Levitt AF, McCarthy PA. Functional electrical stimulation enhancement of upper extremity functional recovery during stroke rehabilitation: a pilot study. *Neurorehabil Neural Repair* 2007;21(3):207-15.
245. Weber DJ, Skidmore ER, Niyonkuru C, Chang CL, Huber LM, Munin MC. Cyclic functional electrical stimulation does not enhance gains in hand grasp function when used as an adjunct to onabotulinumtoxinA and task practice therapy: a single-blind, randomized controlled pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91(5):679-86.
246. Chae J, Harley MY, Hisel TZ, Corrigan CM, Demchak JA, Wong YT, *et al.* Intramuscular electrical stimulation for upper limb recovery in chronic hemiparesis: an exploratory randomized clinical trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23(6):569-78.
247. De Kroon JR, IJzerman MJ. Electrical stimulation of the upper extremity in stroke: cyclic versus EMG-triggered stimulation. *Clin Rehabil* 2008;22(8):690-7.
248. Chan MKL, Tong RKY, Chung KYK. Bilateral upper limb training with functional electric stimulation in patients with chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23(4):357-65.
249. Kimberley TJ, Lewis SM, Auerbach EJ, Dorsey LL, Lojovich JM, Carey JR. Electrical

stimulation driving functional improvements and cortical changes in subjects with stroke. *Exp Brain Res* 2004;154(4):450-60.

250. Cauraugh JH, Kim SB. Stroke motor recovery: active neuromuscular stimulation and repetitive practice schedules. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003;74(11):1562-6.

251. Peurala SH, Tarkka IM, Pitkänen K, Sivenius J. The effectiveness of body weight-supported gait training and floor walking in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(8):1557-64.

252. Pomeroy VM, King LM, Pollock A, Baily-Hallam A, Langhorne P. Electrostimulation for promoting recovery of movement or functional ability after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006;Issue 2:CD003241.

253. McDonnell MN, Hillier SL, Miles TS, Thompson PD, Ridding MC. Influence of combined afferent stimulation and task-specific training following stroke: a pilot randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2007;21(5):435-43.

254. Janssen TW, Beltman JM, Elich P, Koppe PA, Konijnenbelt H, de Haan A, *et al.* Effects of electric stimulation-assisted cycling training in people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89(3):463-9.

255. Hesse S, Werner C, Pohl M, Mehrholz J, Puzich U, Krebs HI. Mechanical arm trainer for the treatment of the severely affected arm after a stroke. A single-blinded randomized trial in two centers. *Am J Phys Med Rehabil* 2008;87(10):779-88.

256. Ambrosini E, Ferrante S, Pedrocchi A, Ferrigno G, Molteni F. Cycling induced by electrical stimulation improves motor recovery in postacute hemiparetic patients. A randomized controlled trial. *Stroke* 2011;42(4):1068-73.

257. Ng SSM, Hui-Chan CWY. Does the use of TENS increase the effectiveness of exercise for improving walking after stroke? A randomized controlled clinical trial. *Clin Rehabil* 2009;23(12):1093-103.

258. Ng SSM, Hui-Chan CWY. Transcutaneous electrical nerve stimulation combined with task-related training improves lower limb functions in subjects with chronic stroke. *Stroke* 2007;38(11):2953-9.

259. Yan T, Hui-Chan CWY. Transcutaneous electrical stimulation on acupuncture points improves muscle function in subjects after acute stroke: a randomized controlled trial. *J Rehabil Med* 2009;41(5):312-6.

260. Liberson WT, Holmquest HJ, Scot D, Dow M. Functional electrotherapy: stimulation of the peroneal nerve synchronized with the swing phase of the gait of hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1961;42:101-5.

261. Dent THS. Functional electrical stimulation for limb motor dysfunction following stroke. *Steer* 2001;1(16).

262. Johnson CA, Burridge JH, Strike PW, Wood DE, Swain ID. The effect of combined use of botulinum toxin type A and functional electric stimulation in the treatment of spastic drop foot after stroke: a preliminary investigation. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(6):902-9.

263. De Kroon JR, IJzerman MJ, Chae J, Lankhorst GJ, Zilvold G. Relation between stimulation characteristics and clinical outcome in studies using electrical stimulation to improve motor control of the upper extremity in stroke. *J Rehabil Med* 2005;37(2):65-74.

264. Van Swigchem R, Weerdesteyn V, van Duijnhoven HJ, den Boer J, Beems T, Geurts AC. Near-normal gait pattern with peroneal electrical stimulation as a neuroprosthesis in the chronic phase of stroke: a case report. *Arch Phys Med Rehabil* 2011;92(2):320-4.

265. Tortolero X, Masani K, Maluly C, Popovic MR. Body movement induced by electrical stimulation of toe muscles during standing. *Artif Organs* 2008;32(1):5-12.

266. Sabut SK, Sikdar C, Kumar R, Mahadevappa M. Improvement of gait & muscle strength with functional electrical stimulation in sub-acute & chronic stroke patients. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2011;2011:2085-8.

267. Binder-Macleod SA, Lee SCK. Assessment of the efficacy of functional electrical stimulation in patients with hemiplegia. *Top Stroke Rehabil* 1997;3(4):88-98.

268. Alon G, Conroy VM, Donner TW. Intensive training of subjects with chronic hemiparesis on a motorized cycle combined with functional electrical stimulation (FES): a

- feasibility and safety study. *Physiother Res Int* 2011;16(2):81-91.
269. Faghri PD, Rodgers MM, Glaser RM, Bors JG, Ho C, Akuthota P. The effects of functional electrical stimulation on shoulder subluxation, arm function recovery, and shoulder pain in hemiplegic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75(1):73-9.
270. Thrasher TA, Popovic MR. Functional electrical stimulation of walking: function, exercise and rehabilitation. *Ann Réadapt Méd Phys* 2008;51(6):452-60.
271. Popovic MR, Thrasher TA, Zivanovic V, Takaki J, Hajek V. Neuroprosthesis for retraining reaching and grasping functions in severe hemiplegic patients. *Neuromodulation* 2005;8(1):58-72.
272. Barreca S, Wolf SL, Fasoli S, Bohannon R. Treatment interventions for the paretic upper limb of stroke survivors: a critical review. *Neurorehabil Neural Repair* 2003;17(4):220-6.
273. National Stroke Foundation. Clinical guidelines for stroke management 2010. Melbourne: NSF; 2010.
http://strokefoundation.com.au/site/media/clinical_guidelines_stroke_management_2010_interactive.pdf
274. Langhorne P, Stott D, Knight A, Bernhardt J, Barer D, Watkins C. Very early rehabilitation or intensive telemetry after stroke: a pilot randomised trial. *Cerebrovasc Dis* 2010;29(4):352-60.
275. Kesar TM, Perumal R, Reisman DS, Jancosko A, Rudolph KS, Higginson JS, *et al.* Functional electrical stimulation of ankle plantarflexor and dorsiflexor muscles: effects on poststroke gait. *Stroke* 2009;40(12):3821-7.
276. Sabut SK, Sikdar C, Mondal R, Kumar R, Mahadevappa M. Restoration of gait and motor recovery by functional electrical stimulation therapy in persons with stroke. *Disabil Rehabil* 2010;32(19):1594-603.
277. Embrey DG, Holtz SL, Alon G, Brandsma BA, McCoy SW. Functional electrical stimulation to dorsiflexors and plantar flexors during gait to improve walking in adults with chronic hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91(5):687-96.
278. Sabut SK, Lenka PK, Kumar R, Mahadevappa M. Effect of functional electrical stimulation on the effort and walking speed, surface electromyography activity, and metabolic responses in stroke subjects. *J Electromyogr Kinesiol* 2010;20(6):1170-7.
279. Hakansson NA, Kesar T, Reisman D, Binder-Macleod S, Higginson JS. Effects of fast functional electrical stimulation gait training on mechanical recovery in poststroke gait. *Artif Organs* 2011;35(3):217-20.
280. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: theory and practical applications. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
281. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *Lancet* 2011;377(9778):1693-702.
282. Gibson JJ. The ecological approach to visual perception. Boston: Houghton Mifflin; 1979.
283. Dean CM, Shepherd RB. Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke. A randomized controlled trial. *Stroke* 1997;28(4):722-8.
284. Richards CL, Malouin F, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Bouchard JP, Brunet D. Task-specific physical therapy for optimization of gait recovery in acute stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74(6):612-20.
285. Malouin F, Richards CL, Wood-Dauphinee S, Williams JI. A randomized controlled trial comparing early and intensive task-specific therapy to conventional therapy in acute stroke patients. *Can J Rehabil* 1993;7:27-8.
286. Stroke Foundation of New Zealand, New Zealand Guidelines Group. Life after stroke. New Zealand guideline for management of stroke. Best practice evidence-based guideline. Wellington: Stroke Foundation of New Zealand; 2003.
287. Wade DT. Measurement in neurological rehabilitation. Oxford: Oxford University Press; 1992.
288. French B, Thomas LH, Leathley MJ, Sutton CJ, McAdam J, Forster A, *et al.* Repetitive task training for improving functional ability after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007;Issue 4:CD006073.
289. French B, Leathley M, Sutton C, McAdam J, Thomas L, Forster A, *et al.* A systematic

review of repetitive functional task practice with modelling of resource use, costs and effectiveness. *Health Technol Assess* 2008;12(30).

290. States RA, Pappas E, Salem Y. Overground physical therapy gait training for chronic stroke patients with mobility deficits. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009;Issue 3:CD006075.

291. English C, Hillier SL. Circuit class therapy for improving mobility after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2010;Issue 7:CD007513.

292. Calautti C, Leroy F, Guincestre JY, Marié RM, Baron JC. Sequential activation brain mapping after subcortical stroke: changes in hemispheric balance and recovery. *Neuroreport* 2001;12(18):3883-6.

293. Blennerhassett J, Dite W. Additional task-related practice improves mobility and upper limb function early after stroke: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother* 2004;50(4):219-24.

294. Winstein CJ, Rose DK, Tan SM, Lewthwaite R, Chui HC, Azen SP. A randomized controlled comparison of upper-extremity rehabilitation strategies in acute stroke: a pilot study of immediate and long-term outcomes. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(4):620-8.

295. Boyd LA, Vidoni ED, Wessel BD. Motor learning after stroke: is skill acquisition a prerequisite for contralesional neuroplastic change? *Neurosci Lett* 2010;482(1):21-5.

296. Marigold DS, Eng JJ, Dawson AS, Inglis JT, Harris JE, Gylfadóttir S. Exercise leads to faster postural reflexes, improved balance and mobility, and fewer falls in older persons with chronic stroke. *J Am Geriatr Soc* 2005;53(3):416-23.

297. Higgins J, Salbach NM, Wood-Dauphinee S, Richards CL, Côté R, Mayo NE. The effect of a task-oriented intervention on arm function in people with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2006;20(4):296-310.

298. Tung FL, Yang YR, Lee CC, Wang RY. Balance outcomes after additional sit-to-stand training in subjects with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2010;24(6):533-42.

299. Thielman GT, Dean CM, Gentile AM. Rehabilitation of reaching after stroke: task-related training versus progressive resistive exercise. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(10):1613-8.

300. Barreca S, Sigouin CS, Lambert C, Ansley B. Effects of extra training on the ability of stroke survivors to perform an independent sit-to-stand: a randomized controlled trial. *J Geriatr Phys Ther* 2004;27(2):59-64.

301. Yang YR, Yen JG, Wang RY, Yen LL, Lieu FK. Gait outcomes after additional backward walking training in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2005;19(3):264-73.

302. Britton E, Harris N, Turton A. An exploratory randomized controlled trial of assisted practice for improving sit-to-stand in stroke patients in the hospital setting. *Clin Rehabil* 2008;22(5):458-68.

303. Natarajan P, Oelschlager A, Agah A, Pohl PS, Ahmad SO, Liu W. Current clinical practices in stroke rehabilitation: regional pilot survey. *J Rehabil Res Dev* 2008;45(6):841-9.

304. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Management of patients with stroke. Rehabilitation, prevention and management of complications, and discharge planning. A national clinical guideline. Edinburgh: SIGN; 2002.

305. Société française de médecine physique et de réadaptation, Société française de neuro vasculaire, Société française de gériatrie et gérontologie. Orientation des patients atteints d'AVC. Recommandations. Conférence d'experts avec audition publique. Mulhouse, 22 octobre 2008. Paris: SOFMER; 2008.
http://www.sofmer.com/download/sofmer/Reco_Orientation_AVC%20_texte_court.pdf

306. Shimada H, Obuchi S, Kamide N, Shiba Y, Okamoto M, Kakurai S. Relationship with dynamic balance function during standing and walking. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82(7):511-6.

307. Bonan IV, Yelnik AP, Colle FM, Michaud C, Normand E, Panigot B, *et al.* Reliance on visual information after stroke. Part II: Effectiveness of a balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(2):274-8.

308. De Haart M, Geurts AC, Huidekoper SC,

- Fasotti L, van Limbeek J. Recovery of standing balance in postacute stroke patients: a rehabilitation cohort study. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(6):886-95.
309. Gagey PM, Weber P. *Posturologie. Régulation et dérèglements de la station debout*. Paris: Masson; 2004.
310. Bell C. *The hand: its mechanism and vital endowments, as evincing design*. London: W. Pickering; 1837.
311. Liddell EGT, Sherrington C. Reflexes in response to stretch (myotatic reflexes). *Proc R Soc London Ser B* 1924;96(675):212-42.
312. Romberg MH. *A manual of the nervous diseases of man. Volume 2*. London: The Sydenham Society; 1853.
313. Baron JB. *Muscles moteurs oculaires, attitude et comportement moteurs chez les vertébrés [thèse]*. Paris: Faculté des sciences; 1955.
314. Goljar N, Burger H, Rudolf M, Stanonik I. Improving balance in subacute stroke patients: a randomized controlled study. *Int J Rehabil Res* 2010;33(3):205-10.
315. Carriere B. *Cerebral vascular accidents. In: The Swiss ball. Theory, basic exercises and clinical application*. Berlin: Springer Verlag; 1998. p. 293-294.
316. Hesse S, Kuhlmann H, Wilk J, Tomelleri C, Kirker SGB. A new electromechanical trainer for sensorimotor rehabilitation of paralysed fingers: a case series in chronic and acute stroke patients. *J Neuroeng Rehabil* 2008;5:21.
317. Van Nes IJW, Latour H, Schils F, Meijer R, van Kuijk A, Geurts ACH. Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke* 2006;37(9):2331-5.
318. Davies PM. *Right in the middle. Selective trunk activity in the treatment of adult hemiplegia*. Berlin: Springer Verlag; 1990.
319. Yelnik AP, le Breton F, Colle FM, Bonan IV, Hugeron C, Egal V, *et al*. Rehabilitation of balance after stroke with multisensorial training: a single-blind randomized controlled study. *Neurorehabil Neural Repair* 2008;22(5):468-76.
320. Jaffe DL, Brown DA, Pierson-Carey CD, Buckley EL, Lew HL. Stepping over obstacles to improve walking in individuals with poststroke hemiplegia. *J Rehabil Res Dev* 2004;41(3A):283-92.
321. Gok H, Geler-Kulcu D, Alptekin N, Dincer G. Efficacy of treatment with a kinaesthetic ability training device on balance and mobility after stroke: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2008;22(10-11):922-30.
322. De Sèze M, Wiart L, Bon-Saint-Côme A, Debelleix X, de Sèze M, Joseph PA, *et al*. Rehabilitation of postural disturbances of hemiplegic patients by using trunk control retraining during exploratory exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82(6):793-800.
323. Pessard E. *La rééducation motrice dans le service de la clinique Charcot (Hospice de la Salpêtrière) années 1904-1908 [thèse]*. Paris: A. Michalon; 1908.
324. Bienfait M. *Formulaire thérapeutique de rééducation fonctionnelle*. Paris: Maloine; 1962.
325. Albert A. *Rééducation neuromusculaire de l'adulte hémiplégique*. Paris: Masson; 1969.
326. Johannsen L, Wing AM, Pelton T, Kitaka K, Zietz D, Brittle N, *et al*. Seated bilateral leg exercise effects on hemiparetic lower extremity function in chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2010;24(3):243-53.
327. Pelton TA, Johannsen L, Chen H, Wing AM. Hemiparetic stepping to the beat: asymmetric response to metronome phase shift during treadmill gait. *Neurorehabil Neural Repair* 2010;24(5):428-34.
328. Mehrholz J, Kugler J, Pohl M. Water-based exercises for improving activities of daily living after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011; Issue 1:CD008186.
329. Noh DK, Lim JY, Shin HI, Paik NJ. The effect of aquatic therapy on postural balance and muscle strength in stroke survivors: a randomized controlled pilot trial. *Clin Rehabil* 2008;22(10-11):966-76.
330. Cumming TB, Thrift AG, Collier JM, Churilov L, Dewey HM, Donnan GA, *et al*. Very early mobilization after stroke fast-tracks return to walking: further results from the phase II AVERT randomized controlled trial. *Stroke*

2011;42(1):153-8.

331. Van de Port IGL, Wood-Dauphinee S, Lindeman E, Kwakkel G. Effects of exercise training programs on walking competency after stroke: a systematic review. *Am J Phys Med Rehabil* 2007;86(11):935-51.

332. Pang MYC, Eng JJ. Determinants of improvement in walking capacity among individuals with chronic stroke following a multi-dimensional exercise program. *J Rehabil Med* 2008;40(4):284-90.

333. Lee MJ, Kilbreath SL, Fiatarone Singh M, Zeman B, Lord SR, Raymond J, *et al.* Comparison of effect of aerobic cycle training and progressive resistance training on walking ability after stroke: a randomized sham exercise-controlled study. *J Am Geriatr Soc* 2008;56(6):976-85.

334. Hayden R, Clair AA, Johnson G, Otto D. The effect of rhythmic auditory stimulation (RAS) on physical therapy outcomes for patients in gait training following stroke: a feasibility study. *Int J Neurosci* 2009;119(12):2183-95.

335. Ada L, Dean CM, Vargas J, Ennis S. Mechanically assisted walking with body weight support results in more independent walking than assisted overground walking in non-ambulatory patients early after stroke: a systematic review. *J Physiother* 2010;56(3):153-61.

336. Werner C, von Frankenberg S, Treig T, Konrad M, Hesse S. Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients: a randomized crossover study. *Stroke* 2002;33(12):2895-901.

337. Rydwick E, Eliasson S, Akner G. The effect of exercise of the affected foot in stroke patients: a randomized controlled pilot trial. *Clin Rehabil* 2006;20(8):645-55.

338. Pohl M, Werner C, Holzgraefe M, Kroczeck G, Mehrholz J, Wingendorf I, *et al.* Repetitive locomotor training and physiotherapy improve walking and basic activities of daily living after stroke: a single-blind, randomized multicentre trial (DEutsche GAngrainerStudie, DEGAS). *Clin Rehabil* 2007;21(1):17-27.

339. Hornby TG, Campbell DD, Kahn JH, Demott T, Moore JL, Roth HR. Enhanced gait-

related improvements after therapist- versus robotic-assisted locomotor training in subjects with chronic stroke: a randomized controlled study. *Stroke* 2008;39(6):1786-92.

340. Peurala SH, Airaksinen O, Huuskonen P, Jäkälä P, Juhakoski M, Sandell K, *et al.* Effects of intensive therapy using gait trainer or floor walking exercises early after stroke. *J Rehabil Med* 2009;41(3):166-73.

341. Westlake KP, Patten C. Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke. *J Neuroeng Rehabil* 2009;6:18.

342. Freivogel S, Schmalohr D, Mehrholz J. Improved walking ability and reduced therapeutic stress with an electromechanical gait device. *J Rehabil Med* 2009;41(9):734-9.

343. Hidler J, Nichols D, Pelliccio M, Brady K, Campbell DD, Kahn JH, *et al.* Multicenter randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the Lokomat in subacute stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23(1):5-13.

344. Schwartz I, Sajin A, Fisher I, Neeb M, Shochina M, Katz-Leurer M, *et al.* The effectiveness of locomotor therapy using robotic-assisted gait training in subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *PM R* 2009;1(6):516-23.

345. Fisher S, Lucas L, Thrasher TA. Robot-assisted gait training for patients with hemiparesis due to stroke. *Top Stroke Rehabil* 2011;18(3):269-76.

346. Teasell RW, Bhogal SK, Foley NC, Speechley MR. Gait retraining post stroke. *Top Stroke Rehabil* 2003;10(2):34-65.

347. Manning CD, Pomeroy VM. Effectiveness of treadmill retraining on gait of hemiparetic stroke patients. Systematic review of current evidence. *Physiotherapy* 2003;89(6):337-49.

348. Moseley AM, Stark A, Cameron ID, Pollock A. Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2005;Issue 4:CD002840.

349. Langhammer B, Stanghelle JK. Exercise on a treadmill or walking outdoors? A randomized controlled trial comparing effectiveness of two walking exercise programmes late after stroke. *Clin Rehabil*

2010;24(1):46-54.

350. Liston R, Mickelborough J, Harris B, Hann AW, Tallis RC. Conventional physiotherapy and treadmill re-training for higher-level gait disorders in cerebrovascular disease. *Age Ageing* 2000;29(4):311-8.

351. Macko RF, Ivey FM, Forrester LW, Hanley D, Sorkin JD, Katzel LI, *et al.* Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke* 2005;36(10):2206-11.

352. Luft AR, Macko RF, Forrester LW, Villagra F, Ivey F, Sorkin JD, *et al.* Treadmill exercise activates subcortical neural networks and improves walking after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke* 2008;39(12):3341-50.

353. Moore JL, Roth EJ, Killian C, Hornby TG. Locomotor training improves daily stepping activity and gait efficiency in individuals poststroke who have reached a "plateau" in recovery. *Stroke* 2010;41(1):129-35.

354. Ada L, Dean CM, Hall JM, Bampton J, Crompton S. A treadmill and overground walking program improves walking in persons residing in the community after stroke: a placebo-controlled, randomized trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(10):1486-91.

355. Laufer Y, Dickstein R, Chefez Y, Marcovitz E. The effect of treadmill training on the ambulation of stroke survivors in the early stages of rehabilitation: a randomized study. *J Rehabil Res Dev* 2001;38(1):69-78.

356. Nilsson L, Carlsson J, Danielsson A, Fugl-Meyer A, Hellström K, Kristensen L, *et al.* Walking training of patients with hemiparesis at an early stage after stroke: a comparison of walking training on a treadmill with body weight support and walking training on the ground. *Clin Rehabil* 2001;15(5):515-27.

357. Teixeira da Cunha I, Lim PA, Qureshy H, Henson H, Monga T, Protas EJ. Gait outcomes after acute stroke rehabilitation with supported treadmill ambulation training: a randomized controlled pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(9):1258-65.

358. Franceschini M, Carda S, Agosti M, Antenucci R, Malgrati D, Cisari C. Walking after stroke: what does treadmill training with body weight support add to overground gait

training in patients early after stroke? A single-blind, randomized, controlled trial. *Stroke* 2009;40(9):3079-85.

359. Eich HJ, Mach H, Werner C, Hesse S. Aerobic treadmill plus Bobath walking training improves walking in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2004;18(6):640-51.

360. Suputtitada A, Suwanwela NC, Tumvitee S. Effectiveness of constraint-induced movement therapy in chronic stroke patients. *J Med Assoc Thai* 2004;87(12):1482-90.

361. Sullivan KJ, Brown DA, Klassen T, Mulroy S, Ge T, Azen SP, *et al.* Effects of task-specific locomotor and strength training in adults who were ambulatory after stroke: results of the STEPS randomized clinical trial. *Phys Ther* 2007;87(12):1580-602.

362. Richards CL, Malouin F, Bravo G, Dumas F, Wood-Dauphinee S. The role of technology in task-oriented training in persons with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2004;18(4):199-211.

363. Yagura H, Hatakenaka M, Miyai I. Does therapeutic facilitation add to locomotor outcome of body weight: supported treadmill training in nonambulatory patients with stroke? A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(4):529-35.

364. Dean CM, Ada L, Bampton J, Morris ME, Katrak PH, Potts S. Treadmill walking with body weight support in subacute non-ambulatory stroke improves walking capacity more than overground walking: a randomised trial. *J Physiother* 2010;56(2):97-103.

365. Yang YR, Chen IH, Liao KK, Huang CC, Wang RY. Cortical reorganization induced by body weight-supported treadmill training in patients with hemiparesis of different stroke durations. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91(4):513-8.

366. Robbins SM, Houghton PE, Woodbury MG, Brown JL. The therapeutic effect of functional and transcutaneous electric stimulation on improving gait speed in stroke patients: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(6):853-9.

367. Dickstein R. Rehabilitation of gait speed after stroke: a critical review of intervention approaches. *Neurorehabil Neural Repair*

2008;22(6):649-60.

368. Fatone S, Gard SA, Malas BS. Effect of ankle-foot orthosis alignment and foot-plate length on the gait of adults with poststroke hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90(5):810-8.

369. De Pisi F. Aids and orthoses in patients with stroke consequences. *Clin Exp Hypertens* 2006;28(3-4):383-5.

370. Maitre M, Collège français des enseignants universitaires de médecine physique et de réadaptation. *Appareillage du pied. DES médecine physique et de réadaptation*. Montpellier: Cofemer; 2007. <http://www.cofemer.fr/UserFiles/File/POD07App.pdf>

371. Imandt E, Rouy-Thenaisy C. Appareillage du pied et de la main spastiques chez les personnes cérébro-lésées. *Kinésither sci* 2010;(507):47-53.

372. De Wit L, Putman K, Schuback B, Komárek A, Angst F, Baert I, *et al.* Motor and functional recovery after stroke: a comparison of 4 European rehabilitation centers. *Stroke* 2007;38(7):2101-7.

373. Leung J, Moseley A. Impact of ankle-foot orthoses on gait and leg muscle activity in adults with hemiplegia. Systematic literature review. *Physiotherapy* 2003;89(1):39-55.

374. Chen CL, Yeung KT, Wang CH, Chu HT, Yeh CY. Anterior ankle-foot orthosis effects on postural stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(12):1587-92.

375. Robinson W, Smith R, Aung O, Ada L. No difference between wearing a night splint and standing on a tilt table in preventing ankle contracture early after stroke: a randomised trial. *Aust J Physiother* 2008;54(1):33-8.

376. Abe H, Michimata A, Sugawara K, Sugaya N, Izumi SI. Improving gait stability in stroke hemiplegic patients with a plastic ankle-foot orthosis. *Tohoku J Exp Med* 2009;218(3):193-9.

377. Beckerman H, Becher J, Lankhorst GJ, Verbeek ALM, Vogelaar TW. The efficacy of thermocoagulation of the tibial nerve and a polypropylene ankle-foot orthosis on spasticity of the leg in stroke patients: results of a randomized clinical trial. *Clin Rehabil* 1996;10:112-20.

378. Association des paralysés de France. *L'accompagnement des personnes handicapées motrices*. Paris: APF; 2000.

379. Beauchamp MK, Skrela M, Southmayd D, Trick J, van Kessel M, Brunton K, *et al.* Immediate effects of cane use on gait symmetry in individuals with subacute stroke. *Physiother Can* 2009;61(3):154-60.

380. Kuan TS, Tsou JY, Su FC. Hemiplegic gait of stroke patients: the effect of using a cane. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(7):777-84.

381. Guillebaste B, Rougier PR, Sibille B, Chrispin A, Detante O, Pérennou DA. When might a cane be necessary for walking following a stroke? *Neurorehabil Neural Repair* 2012;26(2):173-7.

382. Polese JC, Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Scianni A. The effects of walking sticks in community-ambulatory individuals with chronic stroke on gait parameters and patients' opinions. *Physiotherapy* 2011;97(Suppl 1):S116-S117.

383. Maguire C, Sieben JM, Frank M, Romkes J. Hip abductor control in walking following stroke: the immediate effect of canes, taping and TheraTogs on gait. *Clin Rehabil* 2010;24(1):37-45.

384. Mulroy SJ, Eberly VJ, Gronely JK, Weiss W, Newsam CJ. Effect of AFO design on walking after stroke: impact of ankle plantar flexion contracture. *Prosthet Orthot Int* 2010;34(3):277-92.

385. Erel S, Uygur F, Engin Şimşek I, Yakut Y. The effects of dynamic ankle-foot orthoses in chronic stroke patients at three-month follow-up: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2011;25(6):515-23.

386. Doğan A, Mengüllüoğlu M, Özgirgin N. Evaluation of the effect of ankle-foot orthosis use on balance and mobility in hemiparetic stroke patients. *Disabil Rehabil* 2011;33(15-16):1433-9.

387. Sungkarat S, Fisher BE, Kovindha A. Efficacy of an insole shoe wedge and augmented pressure sensor for gait training in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2011;25(4):360-9.

388. Taub E, Miller NE, Novack TA, Cook EW, Fleming WC, Nepomuceno CS, *et al.*

Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74(4):347-54.

389. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Taub E, Uswatte G, Morris D, *et al.* Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke. The EXCITE randomized clinical trial. *JAMA* 2006;296(17):2095-104.

390. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Thompson PA, Taub E, Uswatte G, *et al.* Retention of upper limb function in stroke survivors who have received constraint-induced movement therapy: the EXCITE randomised trial. *Lancet Neurol* 2008;7(1):33-40.

391. Wolf SL, Lecraw DE, Barton LA, Jann BB. Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Exp Neurol* 1989;104(2):125-32.

392. Dromerick AW, Lang CE, Birkenmeier RL, Wagner JM, Miller JP, Videen TO, *et al.* Very Early Constraint-Induced Movement during Stroke Rehabilitation (VECTORS). A single-center RCT. *Neurology* 2009;73(3):195-201.

393. Dromerick AW, Edwards DF, Hahn M. Does the application of constraint-induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke? *Stroke* 2000;31(12):2984-8.

394. Boake C, Noser EA, Ro T, Baraniuk S, Gaber M, Johnson R, *et al.* Constraint-induced movement therapy during early stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair* 2007;21(1):14-24.

395. Tuke A. Constraint-induced movement therapy: a narrative review. *Physiotherapy* 2008;94(2):105-14.

396. Corbetta D, Sirtori V, Moja L, Gatti R. Constraint-induced movement therapy in stroke patients: systematic review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med* 2010;46(4):537-44.

397. Page SJ, Sisto S, Levine P, McGrath RE. Efficacy of modified constraint-induced movement therapy in chronic stroke: a single-blinded randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(1):14-8.

398. Brogårdh C, Flansbjerg UB, Lexell J. What

is the long-term benefit of constraint-induced movement therapy? A four-year follow-up. *Clin Rehabil* 2009;23(5):418-23.

399. Hammer AM, Lindmark B. Effects of forced use on arm function in the subacute phase after stroke: a randomized, clinical pilot study. *Phys Ther* 2009;89(6):526-39.

400. Ploughman M, Corbett D. Can forced-use therapy be clinically applied after stroke? An exploratory randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(9):1417-23.

401. Wittenberg GF, Chen R, Ishii K, Bushara KO, Taub E, Gerber LH, *et al.* Constraint-induced therapy in stroke: magnetic-stimulation motor maps and cerebral activation. *Neurorehabil Neural Repair* 2003;17(1):48-57.

402. Wolf SL, Thompson PA, Winstein CJ, Miller JP, Blanton SR, Nichols-Larsen DS, *et al.* The EXCITE stroke trial: comparing early and delayed constraint-induced movement therapy. *Stroke* 2010;41(10):2309-15.

403. Taub E, Uswatte G, King DK, Morris D, Crago JE, Chatterjee A. A placebo-controlled trial of constraint-induced movement therapy for upper extremity after stroke. *Stroke* 2006;37(4):1045-9.

404. Dahl AE, Askim T, Stock R, Langørgen E, Lydersen S, Indredavik B. Short- and long-term outcome of constraint-induced movement therapy after stroke: a randomized controlled feasibility trial. *Clin Rehabil* 2008;22(5):436-47.

405. Sterr A, Elbert T, Berthold I, Kölbel S, Rockstroh B, Taub E. Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: an exploratory study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(10):1374-7.

406. Underwood J, Clark PC, Blanton S, Aycock DM, Wolf SL. Pain, fatigue, and intensity of practice in people with stroke who are receiving constraint-induced movement therapy. *Phys Ther* 2006;86(9):1241-50.

407. Atteya AAA. Effects of modified constraint induced therapy on upper limb function in subacute stroke patients. *Neurosciences* 2004;9(1):24-9.

408. Lin KC, Wu CY, Wei TH, Lee CY, Liu JS. Effects of modified constraint-induced movement therapy on reach-to-grasp movements and functional performance after

chronic stroke: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2007;21(12):1075-86.

409. Wu CY, Lin KC, Chen HC, Chen IH, Hong WH. Effects of modified constraint-induced movement therapy on movement kinematics and daily function in patients with stroke: a kinematic study of motor control mechanisms. *Neurorehabil Neural Repair* 2007;21(5):460-6.

410. Azab M, Al-Jarrah M, Nazzal M, Maayah M, Sammour MA, Jamous M. Effectiveness of constraint-induced movement therapy (CIMT) as home-based therapy on Barthel Index in patients with chronic stroke. *Top Stroke Rehabil* 2009;16(3):207-11.

411. Bonaiuti D, Rebasti L, Sioli P. The constraint induced movement therapy: a systematic review of randomised controlled trials on the adult stroke patients. *Eura Medicophys* 2007;43(2):139-46.

412. Sirtori V, Corbetta D, Moja L, Gatti R. Constraint-induced movement therapy for upper extremities in stroke patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009;Issue 4:CD004433.

413. Page SJ, Sisto S, Johnston MV, Levine P. Modified constraint-induced therapy after subacute stroke: a preliminary study. *Neurorehabil Neural Repair* 2002;16(3):290-5.

414. Alberts JL, Butler AJ, Wolf SL. The effects of constraint-induced therapy on precision grip: a preliminary study. *Neurorehabil Neural Repair* 2004;18(4):250-8.

415. Brogårdh C, Sjölund BH. Constraint-induced movement therapy in patients with stroke: a pilot study on effects of small group training and of extended mitt use. *Clin Rehabil* 2006;20(3):218-27.

416. Richards L, Gonzalez Rothi LJ, Davis S, Wu SS, Nadeau SE. Limited dose response to constraint-induced movement therapy in patients with chronic stroke. *Clin Rehabil* 2006;20(12):1066-74.

417. Myint JMWW, Yuen GFC, Yu TKK, Kng CPL, Wong AMY, Chow KKC, *et al.* A study of constraint-induced movement therapy in subacute stroke patients in Hong Kong. *Clin Rehabil* 2008;22(2):112-24.

418. Lin KC, Wu CY, Liu JS, Chen YT, Hsu CJ. Constraint-induced therapy versus dose-matched control intervention to improve motor

ability, basic/extended daily functions, and quality of life in stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23(2):160-5.

419. Wu CY, Chuang LL, Lin KC, Chen HC, Tsay PK. Randomized trial of distributed constraint-induced therapy versus bilateral arm training for the rehabilitation of upper-limb motor control and function after stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2011;25(2):130-9.

420. Hayner K, Gibson G, Giles GM. Comparison of constraint-induced movement therapy and bilateral treatment of equal intensity in people with chronic upper-extremity dysfunction after cerebrovascular accident. *Am J Occup Ther* 2010;64(4):528-39.

421. Barbeau H, Rossignol S. Recovery of locomotion after chronic spinalization in the adult cat. *Brain Res* 1987;412(1):84-95.

422. Dobkin BH. Short-distance walking speed and timed walking distance: redundant measures for clinical trials? *Neurology* 2006;66(4):584-6.

423. Hirayama T, Sato H, Ida K, Nakano S. [Experience in the use of a robot for ambulation training (AID-1) at a geriatric care facility]. *Kango Gijutsu* 1988;34(11):1316-9.

424. Hesse S, Sarkodie-Gyan T, Uhlenbrock D. Development of an advanced mechanised gait trainer, controlling movement of the centre of mass, for restoring gait in non-ambulant subjects. *Biomed Tech* 1999;44(7-8):194-201.

425. Aisen ML, Krebs HI, Hogan N, McDowell F, Volpe BT. The effect of robot-assisted therapy and rehabilitative training on motor recovery following stroke. *Arch Neurol* 1997;54(4):443-6.

426. Mehrholz J, Platz T, Kugler J, Pohl M. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving arm function and activities of daily living after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2008;Issue 4:CD006876.

427. Mehrholz J, Werner C, Kugler J, Pohl M. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007;Issue 4:CD006185.

428. Kwakkel G, Kollen BJ, Krebs HI. Effects of robot-assisted therapy on upper limb recovery after stroke: a systematic review. *Neurorehabil Neural Repair* 2008;22(2):111-

- 21.
429. Lo AC, Guarino PD, Richards LG, Haselkorn JK, Wittenberg GF, Federman DG, *et al.* Robot-assisted therapy for long-term upper-limb impairment after stroke. *N Engl J Med* 2010;362(19):1772-83.
430. Masiero S, Armani M, Rosati G. Upper-limb robot-assisted therapy in rehabilitation of acute stroke patients: focused review and results of new randomized controlled trial. *J Rehabil Res Dev* 2011;48(4):355-66.
431. Hesse S, Werner C, Pohl M, Rueckriem S, Mehrholz J, Lingnau ML. Computerized arm training improves the motor control of the severely affected arm after stroke: a single-blinded randomized trial in two centers. *Stroke* 2005;36(9):1960-6.
432. Coote S, Murphy B, Harwin W, Stokes E. The effect of the GENTLE/s robot-mediated therapy system on arm function after stroke. *Clin Rehabil* 2008;22(5):395-405.
433. Volpe BT, Krebs HI, Hogan N, Edelsteinn L, Diels CM, Aisen ML. Robot training enhanced motor outcome in patients with stroke maintained over 3 years. *Neurology* 1999;53(8):1874-6.
434. Volpe BT, Krebs HI, Hogan N, Edelstein L, Diels C, Aisen M. A novel approach to stroke rehabilitation. Robot-aided sensorimotor stimulation. *Neurology* 2000;54(10):1938-44.
435. Rabadi MH, Galgano M, Lynch D, Akerman M, Lesser M, Volpe BT. A pilot study of activity-based therapy in the arm motor recovery post stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2008;22(12):1071-82.
436. Lum PS, Burgar CG, van der Loos M, Shor PC, Majmundar M, Yap R. MIME robotic device for upper-limb neurorehabilitation in subacute stroke subjects: a follow-up study. *J Rehabil Res Dev* 2006;43(5):631-42.
437. Masiero S, Celia A, Armani M, Rosati G. A novel robot device in rehabilitation of post-stroke hemiplegic upper limbs. *Aging Clin Exp Res* 2006;18(6):531-5.
438. Masiero S, Celia A, Rosati G, Armani M. Robotic-assisted rehabilitation of the upper limb after acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88(2):142-9.
439. Kutner NG, Zhang R, Butler AJ, Wolf SL, Alberts JL. Quality-of-life change associated with robotic-assisted therapy to improve hand motor function in patients with subacute stroke: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 2010;90(4):493-504.
440. Wormser J, Scanff J, Torti T, Brémont J, Carpeza K. La stimulation rythmique auditive dans le cadre de la rééducation de l'hémiplégie. *Kinésither Rev* 2011;11(111):27-33.
441. Whittall J, McCombe Waller S, Silver KHC, Macko RF. Repetitive bilateral arm training with rhythmic auditory cueing improves motor function in chronic hemiparetic stroke. *Stroke* 2000;31(10):2390-5.
442. Mudie MH, Matyas T. Upper extremity retraining following stroke: effects of bilateral practice. *J Neurol Rehabil* 1996;10(3):167-84.
443. Hesse S, Schulte-Tigges G, Konrad M, Bardeleben A, Werner C. Robot-assisted arm trainer for the passive and active practice of bilateral forearm and wrist movements in hemiparetic subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(6):915-20.
444. Stewart KC, Cauraugh JH, Summers JJ. Bilateral movement training and stroke rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *J Neurol Sci* 2006;244(1-2):89-95.
445. Luft AR, McCombe-Waller S, Whittall J, Forrester LW, Macko R, Sorkin JD, *et al.* Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke. A randomized controlled trial. *JAMA* 2004;292(15):1853-61.
446. Coupar F, Pollock A, van Wijck F, Morris J, Langhorne P. Simultaneous bilateral training for improving arm function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2010;Issue 4:CD006432.
447. Pollock A, Morris J, van Wijck F, Coupar F, Langhorne P. Response to Cauraugh, J. H., *et al.* Bilateral movement training and stroke motor recovery progress: a structured review and meta-analysis. *Human Movement Science* (2009), doi: 10.1016/j.humov.2009.09.004 [letter]. *Hum Mov Sci* 2011;30(1):143-6.
448. Whittall J, McCombe Waller S, Sorkin JD, Forrester LW, Macko RF, Hanley DF, *et al.* Bilateral and unilateral arm training improve motor function through differing neuroplastic mechanisms: a single-blinded randomized

controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2011;25(2):118-29.

449. Desrosiers J, Bourbonnais D, Corriveau H, Gosselin S, Bravo G. Effectiveness of unilateral and symmetrical bilateral task training for arm during the subacute phase after stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2005;19(6):581-93.

450. Morris JH, van Wijck F, Joice S, Ogston SA, Cole I, MacWalter RS. A comparison of bilateral and unilateral upper-limb task training in early poststroke rehabilitation: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89(7):1237-45.

451. Lin KC, Chang YF, Wu CY, Chen YA. Effects of constraint-induced therapy versus bilateral arm training on motor performance, daily functions, and quality of life in stroke survivors. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23(5):441-8.

452. Summers JJ, Kagerer FA, Garry MI, Hiraga CY, Loftus A, Cauraugh JH. Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: a TMS study. *J Neurol Sci* 2007;252(1):76-82.

453. Stinear CM, Barber PA, Coxon JP, Fleming MK, Byblow WD. Priming the motor system enhances the effects of upper limb therapy in chronic stroke. *Brain* 2008;131(Pt 5):1381-90.

454. Cauraugh JH, Kim S. Two coupled motor recovery protocols are better than one: electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and bilateral movements. *Stroke* 2002;33(6):1589-94.

455. Cauraugh JH, Coombes SA, Lodha N, Naik SK, Summers JJ. Upper extremity improvements in chronic stroke: coupled bilateral load training. *Restor Neurol Neurosci* 2009;27(1):17-25.

456. Stoykov ME, Lewis GN, Corcos DM. Comparison of bilateral and unilateral training for upper extremity hemiparesis in stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23(9):945-53.

457. Decety J. The neurophysiological basis of motor imagery. *Behav Brain Res* 1996;77(1-2):45-52.

458. Malouin F, Richards CL. Mental practice for relearning locomotor skills. *Phys Ther*

2010;90(2):240-51.

459. Calayan LSM, Dizon JMR. A systematic review on the effectiveness of mental practice with motor imagery in the neurologic rehabilitation of stroke patients. *Internet J Allied Health Sci Pract* 2009;7(2):1-11.

460. Jacobson E. Electrical measurements of neuromuscular states during mental activities. *Am J Physiol* 1931;96:115-21.

461. Braun SM, Beurskens AJ, Borm PJ, Schack T, Wade DT. The effects of mental practice in stroke rehabilitation: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(6):842-52.

462. Hall CR, Pongrac J. Movement imagery: questionnaire. London: University of Western Ontario; 1983.

463. Malouin F, Richards CL, Durand A, Doyon J. Added value of mental practice combined with a small amount of physical practice on the relearning of rising and sitting post-stroke: a pilot study. *J Neurol Phys Ther* 2009;33(4):195-202.

464. Bovend'Eerd TJ, Dawes H, Sackley C, Izadi H, Wade DT. An integrated motor imagery program to improve functional task performance in neurorehabilitation: a single-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91(6):939-46.

465. Liu KP, Chan CC, Lee TM, Hui-Chan CW. Mental imagery for promoting relearning for people after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(9):1403-8.

466. Page SJ, Levine P, Leonard AC. Effects of mental practice on affected limb use and function in chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(3):399-402.

467. Ertelt D, Small S, Solodkin A, Dettmers C, McNamara A, Binkofski F, *et al.* Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *Neuroimage* 2007;36(Suppl 2):T164-T173.

468. Page SJ, Levine P, Leonard A. Mental practice in chronic stroke: results of a randomized, placebo-controlled trial. *Stroke* 2007;38(4):1293-7.

469. Page SJ, Szaflarski JP, Eliassen JC, Pan H, Cramer SC. Cortical plasticity following

motor skill learning during mental practice in stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23(4):382-8.

470. Riccio I, Iolascon G, Barillari MR, Gimigliano R, Gimigliano F. Mental practice is effective in upper limb recovery after stroke: a randomized single-blind cross-over study. *Eur J Phys Rehabil Med* 2010;46(1):19-25.

471. Kim JS, Oh DW, Kim SY, Choi JD. Visual and kinesthetic locomotor imagery training integrated with auditory step rhythm for walking performance of patients with chronic stroke. *Clin Rehabil* 2011;25(2):134-45.

472. Chern JS, Yang SW, Huang WS, Yan LL, Liu FK. Improving the balance skill of stroke patients by virtual reality treadmill exercise. *Proceedings of the 4th World congress of biomechanics, Biomechanics, August 4-9, Calgary, Alberta, Canada. Am J Phys Med Rehabil* 2002;90(12):969-78.

473. Merians AS, Jack D, Boian R, Tremaine M, Burdea GC, Adamovich SV, *et al.* Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. *Phys Ther* 2002;82(9):898-915.

474. Henderson A, Korner-Bitensky N, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Top Stroke Rehabil* 2007;14(2):52-61.

475. Saposnik G, Teasell R, Mamdani M, Hall J, McIlroy W, Cheung D, *et al.* Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation. A pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke* 2010;41(7):1477-84.

476. Yavuzer G, Senel A, Atay MB, Stam HJ. "Playstation eyetoy games" improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2008;44(3):237-44.

477. Housman SJ, Scott KM, Reinkensmeyer DJ. A randomized controlled trial of gravity-supported, computer-enhanced arm exercise for individuals with severe hemiparesis. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23(5):505-14.

478. Broeren J, Claesson L, Goude D, Rydmark M, Sunnerhagen KS. Virtual rehabilitation in an activity centre for community-dwelling persons with stroke. The

possibilities of 3-dimensional computer games. *Cerebrovasc Dis* 2008;26(3):289-96.

479. Fischer HC, Stubblefield K, Kline T, Luo X, Kenyon RV, Kamper DG. Hand rehabilitation following stroke: a pilot study of assisted finger extension training in a virtual environment. *Top Stroke Rehabil* 2007;14(1):1-12.

480. Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi C, Cortese F, Zampolini M, *et al.* Exercises for paretic upper limb after stroke: a combined virtual-reality and telemedicine approach. *J Rehabil Med* 2009;41(12):1016-20.

481. Lam YS, Man DWK, Tam SF, Weiss PL. Virtual reality training for stroke rehabilitation. *NeuroRehabilitation* 2006;21(3):245-53.

482. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011;Issue 9:CD008349.

483. Akinwuntan AE, de Weerd W, Feys H, Pauwels J, Baten G, Arno P, *et al.* Effect of simulator training on driving after stroke. A randomized controlled trial. *Neurology* 2005;65(6):843-50.

484. Dunning K, Levine P, Schmitt L, Israel S, Fulk G. An ankle to computer virtual reality system for improving gait and function in a person 9 months poststroke. *Top Stroke Rehabil* 2008;15(6):602-10.

485. Indredavik B. Stroke unit care is beneficial both for the patient and for the health service and should be widely implemented [editorial]. *Stroke* 2009;40(1):1-2.

486. Agence régionale de santé d'Aquitaine. Schéma régional d'organisation des soins (SROS). Projet régional de santé 2012-2016. Bordeaux: ARS; 2012.
http://www.aquitaine.paps.sante.fr/fileadmin/AQUIT/AINE/telecharger/05_Pol_reg_sante/07_ARS_SRO_S_1512.pdf

487. Smith LN, James R, Barber M, Ramsay S, Gillespie D, Chung C. Rehabilitation of patients with stroke: summary of SIGN guidance. *BMJ* 2010;340:c2845.

488. Bernhardt J, Dewey H, Thrift A, Collier J, Donnan G. A very early rehabilitation trial for stroke (AVERT): phase II safety and feasibility. *Stroke* 2008;39(2):390-6.

489. Sorbello D, Dewey HM, Churilov L, Thrift

- AG, Collier JM, Donnan G, *et al.* Very early mobilisation and complications in the first 3 months after stroke: further results from phase II of A Very Early Rehabilitation Trial (AVERT). *Cerebrovasc Dis* 2009;28(4):378-83.
490. Stroke Unit Trialists' Collaboration. Organised inpatient (stroke unit) care for stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007; Issue 4:CD000197.
491. Bernhardt J, Dewey H, Thrift A, Donnan G. Inactive and alone: physical activity within the first 14 days of acute stroke unit care. *Stroke* 2004;35(4):1005-9.
492. Putman K, de Wit L, Schupp W, Ilse B, Berman P, Connell L, *et al.* Use of time by physiotherapists and occupational therapists in a stroke rehabilitation unit: a comparison between four European rehabilitation centres. *Disabil Rehabil* 2006;28(22):1417-24.
493. Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé. Prise en charge initiale des patients adultes atteints d'accident vasculaire cérébral. Aspects paramédicaux. Recommandations pour la pratique clinique. Paris: ANAES; 2002.
http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/avc_param_351dical_argumentaire_version_2006.pdf
494. Intercollegiate Stroke Working Party. National clinical guideline for stroke. 3rd ed. London: Royal College of Physicians; 2008.
<http://bookshop.rcplondon.ac.uk/contents/6ad05aab-8400-494c-8cf4-9772d1d5301b.pdf>
495. Held JP, Dizien O. *Traité de médecine physique et de réadaptation*. Paris: Flammarion médecine-sciences; 1998.
496. Daviet JC, Dudognon PJ, Salle JY, Munoz M, Lissandre JP, Rebeyrotte I, *et al.* Rééducation des accidentés vasculaires cérébraux. Bilan et prise en charge. *Encycl Med Chir Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation* 2002;26-455-A-10.
497. Durand de Bousingen R. *La relaxation*. 9^e ed. Paris: Presses universitaires de France; 1992.
498. Lemaire JG. *La relaxation*. Paris: Payot; 1964.
499. Société française de médecine psychosomatique, Aboulker P, Chertok L, Sapir M. *La relaxation : rééducation psychotonique, aspects théoriques et pratiques*. 3^e édition. Paris: Expansion scientifique française; 1964.
500. Saison S, Mansy A, Coudereau JP. Intérêt de la relaxation pour des sujets cérébrolésés droit. *Prat Psy* 2004;10(4):389-400.
501. Walker MF, Gladman JRF, Lincoln NB, Siemonsma P, Whiteley T. Occupational therapy for stroke patients not admitted to hospital: a randomised controlled trial. *Lancet* 1999;354(9175):278-80.
502. Corr S, Bayer A. Occupational therapy for stroke patients after hospital discharge: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 1995;9(4):291-6.
503. Logan PA, Ahern J, Gladman JRF, Lincoln NB. A randomized controlled trial of enhanced Social Service occupational therapy for stroke patients. *Clin Rehabil* 1997;11(2):107-13.
504. Langhorne P, Wagenaar R, Partridge C. Physiotherapy after stroke: more is better? *Physiother Res Int* 1996;1(2):75-88.
505. Parker CJ, Gladman JRF, Drummond AER, Dewey ME, Lincoln NB, Barer D, *et al.* A multicentre randomized controlled trial of leisure therapy and conventional occupational therapy after stroke. *Clin Rehabil* 2001;15(1):42-52.
506. Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2003; Issue 4:CD000340.
507. Outpatient Service Trialists. Rehabilitation therapy services for stroke patients living at home: systematic review of randomised trials. *Lancet* 2004;363(9406):352-6.
508. Legg L, Drummond A, Langhorne P. Occupational therapy for patients with problems in activities of daily living after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006; Issue 4:CD003585.
509. Lindsay P, Bayley M, McDonald A, Graham ID, Warner G, Phillips S. Toward a more effective approach to stroke: Canadian Best Practice Recommendations for Stroke Care. *CMAJ* 2008;178(11):1418-25.
510. Office parlementaire d'évaluation des

politiques de santé, Bardet J. Rapport sur la prise en charge précoce des accidents vasculaires cérébraux. Paris: Assemblée nationale; 2007.

<http://www.assemblee-nationale.fr/13/pdf/rap-off/i0236.pdf>

511. Haute Autorité de Santé. Accident vasculaire cérébral : prise en charge précoce (alerte, phase préhospitalière, phase hospitalière initiale, indications de la thrombolyse). Recommandations de bonne pratique. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2009.

http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-07/avc_prise_en_charge_precoce_-_argumentaire.pdf

512. Ordre des masseurs kinésithérapeutes, France AVC, Centre européen d'enseignement en rééducation et réadaptation fonctionnelle, Bourgeois AL, Guay V, Laroudie F, *et al.* Informations et programme d'exercices dans les suites d'un AVC. Livret destiné aux patients, aux aidants et aux rééducateurs. Paris: Ordre des masseurs kinésithérapeutes; 2012.

http://www.ordremk.fr/wp-content/uploads/2011/02/01_Deroule_CEERRF_Mo_yen.pdf

513. Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé. Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations. Paris: ANAES; 2000.

<http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/analiterat.pdf>

514. Haute Autorité de Santé. Elaboration de recommandations de bonne pratique. Méthode « Recommandations pour la pratique clinique ». Guide méthodologique. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2010.

http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2011-01/guide_methodologique_recommandations_pour_la_pratique_clinique.pdf

515. Haute Autorité de Santé. Guide des déclarations d'intérêts et de gestion des conflits d'intérêts. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2010.

http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/guide_dp_i.pdf

Participants

Les déclarations d'intérêts des experts ayant participé à l'une ou plusieurs réunions de travail sont consultables sur le site de la HAS (www.has-sante.fr).

Organismes professionnels et associations de patients et d'usagers

Les organismes professionnels et associations de patients et d'usagers suivants ont été sollicités pour l'élaboration de cette recommandation de bonne pratique :

Association nationale française des ergothérapeutes
Association nationale des kinésithérapeutes salariés
Association AVC 2000
Association des infirmières et infirmiers en rééducation et réadaptation (AIRR)
Association française pour la recherche et l'évaluation en kinésithérapie (Afrek)
Conseil national de l'ordre des masseurs-kinésithérapeutes (Cnomk)

Fédération nationale France AVC
Groupement des aphasiques picards
Société française de physiothérapie
Société française de médecine physique et de réadaptation (MPR)
Société française neuro-vasculaire
Société française de neurologie
Société française de gériatrie et gériologie

Groupe de travail

Dr Taurand Julien, médecin MPR, Dole - président du groupe de travail
M. Bleton Jean-Pierre, masseur-kinésithérapeute, Paris - chargé de projet
M. Rémy-Néris Olivier, médecin MPR, Brest - chargé de projet
M. Gedda Michel, Saint-Denis - chef de projet HAS

Mme Bousquet Christine, infirmière, Paris
Dr Bruandet Marie, neurologue, Pampelonne
Mme Carli Sophie, ergothérapeute, Courbet
Dr Carret Philippe, médecin généraliste, Cahors
Mme Cook Amandine, ergothérapeute, Bordeaux
Dr Davoine Patrice, médecin MPR, Échirolles
Mme Delacotte Pascale, ergothérapeute, Lay-Saint-Christophe
Mme Guay Valérie, masseur-kinésithérapeute, Asnières-sur-Seine
Dr Mimouni Karim Mohamed, gériatre, Berck-sur-Mer
Mme Munier Nelly, psychomotricienne, Bordeaux
Mme Poivet Valérie, infirmière, Bagnoles-de-l'Orne
M. Postil Yves, masseur-kinésithérapeute, Chasseneuil-sur-Bonnieure
M. Swason Olivier, masseur-kinésithérapeute, Cergy-Saint-Christophe
Dr Tasseel-Ponche, médecin MPR, Amiens
M. Valeille Julien, infirmier, Limoges
Dr Wolff Valérie, neurologue, Strasbourg
Mme Bousquet Christine, infirmière, Paris

Dr Bruandet Marie, neurologue, Pampelonne
Mme Carli Sophie, ergothérapeute, Courbet
Dr Carret Philippe, médecin généraliste, Cahors
Mme Cook Amandine, ergothérapeute, Bordeaux
Dr Davoine Patrice, médecin MPR, Échirolles
Mme Delacotte Pascale, ergothérapeute, Lay-Saint-Christophe
Mme Guay Valérie, masseur-kinésithérapeute, Asnières-sur-Seine
Dr Mimouni Karim Mohamed, gériatre, Berck-sur-Mer
Mme Munier Nelly, psychomotricienne, Bordeaux
Mme Poivet Valérie, infirmière, Bagnoles-de-l'Orne
M. Postil Yves, masseur-kinésithérapeute, Chasseneuil-sur-Bonnieure
M. Swason Olivier, masseur-kinésithérapeute, Cergy-Saint-Christophe
Dr Tasseel-Ponche, médecin MPR, Amiens
M. Valeille Julien, infirmier, Limoges
Dr Wolff Valérie, neurologue, Strasbourg

Groupe de lecture

M. Agenais William, psychomotricien, cadre de santé, Pontorson
Mme Baillet Axelle, ergothérapeute, Berck-sur-Mer
M. Baillet Bernard, masseur-kinésithérapeute, Berck-sur-Mer
Mme Bizouart Françoise, masseur-kinésithérapeute, Paris
Mlle Bogard Audrey, ergothérapeute formatrice, Berck-sur-Mer
Mme Chauvière Claudie, masseur-kinésithérapeute, Lay-Saint-Christophe
M. Choplin Arnaud, masseur-kinésithérapeute, Nice
Mme Collignon Claire, masseur-kinésithérapeute, Bagnoles-de-l'Orne
Mme De Morand Anne, masseur-kinésithérapeute, Nanterre
Pr Dehail Patrick, médecin MPR, Bordeaux
M. Demets Julien, enseignant en activités physiques adaptées, Lodève
Mme Depelchin Cassandre, masseur-kinésithérapeute, Saint-Mandé
Dr Desbois Aurélie, gériatre, Échirolles
M. Desgranges Pierre, professeur d'éducation physique et sportive, Salins-les-Bains
Mme Desmarescaux Christine, psychomotricienne, Loos
Dr Ferry Monique, gériatre, Valence
Dr Froger Jérôme, médecin MPR, Le Grau-du-Roi
M. Grasser Dominique, masseur-kinésithérapeute, Besançon

Mme Hénot Françoise, ergothérapeute, Saint-Omer-en-Chaussée
Dr Idée Stéphane, médecin MPR, Illkirch-Grafenstaden
Dr Kerbaol Patrick, médecin MPR, Bagnoles-de-l'Orne
Mme Lamy Catherine, masseur-kinésithérapeute, Saint-Laurent-en-Royans
Mme Lemoteux Cécile, masseur-kinésithérapeute, Dijon
Dr Lesage François, gériatre, Montdidier
M. Maynard Luc, masseur-kinésithérapeute, Marseille
Mme Morelle Fanny, représentante associative, Laigneville
Pr Neau Jean-Philippe, neurologue, Poitiers
M. Pallot Adrien, masseur-kinésithérapeute, Chantilly
M. Perez Jean-Marie, représentant associatif, Saleilles
M. Regnaud Jean-Philippe, masseur-kinésithérapeute, Ivry-sur-Seine
M. Roux Jacques, représentant associatif, Moissy
Dr Sefsouf Fatiha, gériatre, Saint-Gobain
Mme Troubat Maryse, ergothérapeute, Saint-Rémy-lès-Chevreuse
Pr Zuber Mathieu, neurologue, Paris

Autres personnes consultées dans le cadre de ce projet

Mme Birbaum Simone, masseur-kinésithérapeute, Paris
M. Durafourg Marin-Philippe, masseur-kinésithérapeute, Boulogne

Mme Escarment Françoise, masseur-kinésithérapeute, Bergerac
Pr Yelnik Alain, médecin MPR, Paris

Remerciements

La HAS tient à remercier l'ensemble des membres cités ci-dessus.

Fiche descriptive

TITRE	Accident vasculaire cérébral : méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte
Méthode de travail	Recommandations pour la pratique clinique (RPC).
Objectif(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les méthodes et les modalités de rééducation de la fonction motrice susceptibles d'être réalisées chez l'adulte après l'AVC ; • élaborer des recommandations relatives à l'indication et à l'application de ces méthodes lors des phases aiguë, subaiguë et chronique après l'AVC.
Patients ou usagers concernés	Patients adultes victimes d'un AVC, quels qu'en soient le stade et la localisation.
Professionnels concernés	<ul style="list-style-type: none"> • Ergothérapeutes ; • gériatres ; • infirmiers ; • masseurs-kinésithérapeutes ; • médecins de médecine physique et de réadaptation ; • médecins généralistes ; • neurologues, neurochirurgiens ; • professeurs d'activités physiques adaptées ; • psychomotriciens.
Demandeur	Autosaisine HAS. Cette étude répond à la sous-action n° 12.2 du Plan national « Accidents vasculaires cérébraux 2010-2014 » élaboré par le ministère de la Santé et des Sports et la Direction générale de l'offre de soins (DGOS), en collaboration avec la Direction générale de la santé (DGS), les institutions et l'ensemble des acteurs, déjà membres du Comité de pilotage AVC.
Promoteur	Haute Autorité de Santé (HAS), Service bonnes pratiques professionnelles.
Financement	Fonds publics.
Pilotage du projet	Coordination : M. Michel GEDDA, chef de projet, Service bonnes pratiques professionnelles de la HAS (chef de service : Dr Michel LAURENCE). Secrétariat : Mme Laëtitia CAVALIÈRE.
Recherche documentaire	De janvier 2000 à juillet 2011 (stratégie de recherche documentaire décrite en annexe 2 de l'argumentaire scientifique), réalisée par M ^{me} Emmanuelle BLONDET, avec l'aide de Mme Sylvie LASCOLS (chef du Service documentation – information des publics : Mme Frédérique PAGÈS).
Auteurs de l'argumentaire	M. Jean-Pierre BLETON, masseur-kinésithérapeute, Paris Pr Olivier RÉMY-NÉRIS, médecin de médecine physique et de réadaptation, Brest M. Michel GEDDA, chef de projet, La Plaine Saint-Denis
Participants	Organismes professionnels et associations de patients et d'usagers, groupe de travail (président : Dr Julien TAURAND, médecin de médecine physique et de réadaptation, Dole), groupe de lecture et autres personnes consultées : cf. liste des participants.
Conflits d'intérêts	Les membres du groupe de travail ont communiqué leurs déclarations publiques d'intérêts à la HAS, consultables sur www.has-sante.fr . Elles ont été analysées selon la grille d'analyse du Guide des déclarations d'intérêts et de gestion des conflits d'intérêts. Les intérêts déclarés par les membres du groupe de travail ont été considérés comme étant compatibles avec leur participation à ce travail.
Validation	Avis de la Commission des recommandations de bonne pratique du 22 mai 2012. Validation par le Collège de la HAS en juin 2012.
Actualisation	L'actualisation de la recommandation sera envisagée en fonction des données publiées dans la littérature scientifique ou des modifications de pratique significatives survenues depuis sa publication.
Autres formats	Recommandations et synthèse de la recommandation de bonne pratique, téléchargeables sur : www.has-sante.fr .

