

2.3. Rééducation de la marche

Auteurs : O. REMY-NERIS, L. BENSOUSSAN, D. BENSMAIL

Sommaire

- [1 TECHNIQUES DE REEDUCATION / Rééducation de la marche](#)
- [2 Rééducation de la marche](#)
- [3 Eléments de physiologie - Définition - Contexte](#)
- [4 Neurophysiologie de la marche](#)
- [5 Biomécanique de la marche](#)
- [6 Historique](#)
- [7 Objectifs, indications et critères d'évaluation](#)
- [8 Description des techniques et variantes](#)
- [9 Indicateurs et marche](#)
 - [9.1 Indices visuels](#)
 - [9.2 Indices sonores et musique](#)
 - [9.3 Rééducation de la marche en piscine](#)
 - [9.4 Rééducation de la marche sur tapis roulant avec et sans support partiel de poids](#)
 - [9.5 Quelle efficacité de la marche en suspension?](#)
- [10 Validité scientifique de l'entraînement à la marche](#)
- [11 Aides techniques, orthèses et marche pathologique](#)
 - [11.1 Efficacité des aides techniques](#)
- [12 Les aides à la marche de demain](#)
- [13 Bibliographie](#)

TECHNIQUES DE REEDUCATION / Rééducation de la marche



Rééducation de la marche

La rééducation de la marche est probablement l'objet du plus grand nombre de publications scientifiques dans le domaine de la rééducation. Elle constitue toujours l'objectif premier de tout programme de rééducation qui s'adresse à un sujet en ayant une limitation fonctionnelle. Si elle peut être substituée par un fauteuil roulant par exemple, elle constitue tout de même l'objectif premier de tout patient.

Bien avant la préhension, la marche, marque d'identité de l'homme, est l'objet de toutes les attentions, de très nombreux espoirs et par voie de conséquence de très nombreux travaux pour essayer de réduire sa limitation, toujours synonyme de restriction d'activités et de participation.

Eléments de physiologie - Définition - Contexte

La physiologie de la marche est complexe et très largement inconnue. La marche est une activité rythmique des membres inférieurs consistant mécaniquement à déplacer de façon prolongée le centre de gravité du corps dans une direction précise en position debout par une succession de flexions et extensions alternées et symétriques des articulations des membres inférieurs.

- La marche est donc directionnelle et ne peut être identifiée à une succession de pas. Elle consiste à l'instauration d'un rythme qui utilise au mieux les propriétés mécaniques de la chaîne articulée des membres inférieurs et la dynamique du corps transporté. Il s'agit d'un ajustement fin entre un système de commande dont on sait désormais la plasticité et un système mécanique dont on connaît les défaillances multiples.
- L'obtention de la marche ne dépend nullement de l'intégrité de l'ensemble des fonctions de commande (par exemple altérées par une hémiplégie) ou des constituants biomécaniques (par exemple altérée par une raideur articulaire) mais elle constitue bien l'ajustement de cet ensemble à une volonté de déplacement dans une direction.
- La rééducation de la marche consistera donc à obtenir le meilleur ajustement possible entre ces deux composantes tout en sachant qu'elle devient inutile si le sujet n'a plus aucune intention de se déplacer.

Neurophysiologie de la marche

La connaissance que nous avons de la **physiologie de la marche** chez l'homme est issue d'une part de modèles animaux qui nous renseignent sur la capacité de génération de **contractions rythmiques** des membres inférieurs ajustées à la vitesse d'une part et sur les mécanismes de régulation de la contraction musculaire d'autre part.

Bien qu'aucun élément direct n'ait encore permis de s'assurer d'une organisation similaire entre l'homme et l'animal, la connaissance de certains aspects de la neurophysiologie de la marche semble indispensable à la compréhension des mécanismes de récupération de cette fonction.

L'ajustement sensori moteur : il s'agit de l'ensemble des mécanismes d'ajustement de l'activité musculaire.

Ces ajustements sont réalisés sous l'effet de l'activation d'afférents sensoriels liés d'une part au **mouvement** (afférents vestibulaires, visuels, mécanorecepteurs multiples, etc.) et à la **contraction musculaire** (afférents issus des fuseaux musculaires, des organes tendineux de Golgi, autres afférents musculaires).

Ces afférents activent ou inhibent à des degrés divers les neurones des systèmes de commande centraux du mouvement et réalisent des ajustements multiples tant au niveau segmentaire (médullaire) que supra segmentaire (médullaire ou central). De très nombreux éléments nous permettent de penser que cette organisation n'est pas figée mais soumise à des modifications dont les mécanismes sont encore inconnus appelés plasticité du système nerveux.

Cette plasticité permet d'évoluer vers de nouvelles interactions entre afférents et neurones centraux pour obtenir une optimisation de la commande à l'environnement interne et externe du sujet.



A noter

A noter

A noter

A noter

A noter

A noter

Le générateur spinal de marche: chez l'animal, un ensemble d'interneurones centraux capable d'organiser une activité rythmique a été observée chez de très nombreuses espèces animales.

Particulièrement étudié chez le chat, cet ensemble a été localisé chez les mammifères au niveau de la moelle épinière lombaire et permet l'organisation rythmique des contractions musculaires des membres inférieurs. Lorsque l'on réalise une décérébration ou une section complète de la moelle épinière au niveau thoracique, on peut observer sous l'effet de différentes activations pharmacologiques ou mécaniques, l'apparition d'une activité rythmique organisée de type locomoteur dans les nerfs moteurs des pattes postérieures y compris lorsque les animaux ont été déafférentés c'est à dire que l'on a sectionné toutes les racines dorsales correspondantes.

Cette locomotion appelée locomotion fictive est donc sous la dépendance d'interneurones médullaires qui en assurent l'organisation d'une part et de stimulations suprasegmentaires qui en assurent l'activation d'autre part. Certains éléments indirects permettent de penser que l'homme partage certains mécanismes de régulation de la locomotion avec l'animal.

L'une des particularités chez le chat consiste en la démonstration qu'un entraînement régulier d'environ 3 semaines après section complète médullaire, le train postérieur étant soutenu mécaniquement et les pattes arrière reposant sur un tapis roulant, permet de faire réapparaître une locomotion avec une organisation électromyographique adaptable à la vitesse de déroulement du tapis roulant (Barbeau et Rossignol en 1987).

Ces travaux sont à l'origine de la rééducation mécanisée de la marche. Toutefois les mécanismes de régulation du générateur spinal de marche semblent très différents selon les espèces.

Chez l'homme certains arguments indirects permettent de suspecter son existence qui n'est pas prouvée. Son rôle reste à définir dans le contrôle de l'activité locomotrice normale et pathologique.

Biomécanique de la marche

La marche est avant tout une solution de déplacement d'un système mécanique constitué des éléments du squelette affectés d'une masse. Dès lors que le centre de gravité ne se projette plus dans le polygone de sustentation constitué par les 2 pieds, le corps tombe dans la direction imprimée par le centre de gravité. Ceci est la conséquence de la première loi du mouvement de Newton qui énonce qu'un objet reste stable (dans un référentiel galiléen) si la somme des forces qui s'appliquent à cet objet est nulle à tout moment et que la somme des moments et des forces d'inertie est nulle.

S'il n'est pas envisageable de considérer chez l'homme que la marche n'est qu'un phénomène mécanique, de nombreuses réalisations mécaniques montrent qu'un robot comportant une chaîne cinématique assez similaire à l'homme peut parfaitement se déplacer sous le simple effet des forces de gravité sur un plan légèrement incliné vers le bas.

Si ces tentatives mécaniques ne prennent pas en compte l'ensemble des variations de condition de réalisation de la marche, elles démontrent toutefois que le rôle des activités musculaires n'est clairement pas essentiel au déplacement d'un système polyarticulé comme le corps humain. L'essentiel de notre déplacement est heureusement assuré par des actions mécaniques dont notre squelette est le support indispensable. La rééducation de la marche consiste donc à rétablir la capacité de notre système mécanique d'une part et de notre système nerveux d'autre part à réaliser l'interaction qui est à l'origine de notre déplacement bipède. La capacité d'assurer sa posture érigée est donc un préalable indispensable à la marche.

Toutefois les interactions inconnues entre les capacités de contrôle de la posture et celles d'ajustement de la marche ne permettent pas à ce jour de définir un ordre de réalisation de ces activités de rééducation souvent gérées de façon parallèle.

Cette capacité s'exerce toutefois de façon orientée et prend un sens en fonction des actions qui seront menées avant, pendant et après la marche. Réduire le rôle des activités musculaires n'est clairement pas essentiel au déplacement d'un système polyarticulé comme le corps humain. Réduire le rôle des activités musculaires n'est clairement pas essentiel au déplacement d'un système polyarticulé comme le corps humain. Réduire le rôle des activités musculaires n'est clairement pas essentiel au déplacement d'un système polyarticulé comme le corps humain. Réduire le rôle des activités musculaires n'est clairement pas essentiel au déplacement d'un système polyarticulé comme le corps humain.

En conséquence une marche inefficace et coûteuse en énergie n'est pas toujours choisie et un autre moyen de déplacement permettant une meilleure participation à la vie du sujet pourra être proposé. (Ex: les dispositifs de marche pour blessés médullaires sont actuellement tellement peu efficaces et coûteux sur le plan énergétique que l'usage du fauteuil roulant est la règle). Mais la marche a aussi une forte fonction symbolique et identitaire.



A noter

A noter

A noter

A noter

A noter

A noter

Certains patients refuseront certaines adaptations techniques car elles sont par trop stigmatisantes quelle que soit leur efficacité supposée. Ainsi, si la rééducation de la marche est la règle il faut savoir adapter les objectifs, parfois réduire les performances souhaitées voire renoncer lorsque les conditions physiques ou psychiques ne sont pas favorables à une bonne intégration de cette fonction à une vie organisée.

Historique

Au delà des aspects physiologiques, la rééducation de la marche a toujours été le premier objectif de la récupération fonctionnelle chez l'homme dès qu'une limitation d'activité apparaissait. Depuis le simple bâton jusqu'aux techniques de robotique, la récupération de la marche reste le premier objectif en rééducation. Sous l'effet des progrès de la connaissance, les techniques ont progressivement évolué. Yelnik (2005) à propos de la rééducation de l'hémiplégie au début du XX^{ème} siècle cite Émile Pessard (1908): « *les exercices consisteront toujours en mouvements actifs... le plus tôt possible... deux fois par jour on fera marcher le malade* ».

En 1962, Bienfait (1962) toujours à propos de l'hémiplégie 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. Il précisait néanmoins : « *le masseur kinésithérapeute ne peut rien sur la paralysie elle-même. Le rôle du rééducateur va surtout être psychique.* ».

A partir de la seconde moitié du XX^e siècle, des méthodes de rééducation seront développées sur les théories de Knott et Voss en 1968, Brunnström en 1970 et de Bobath en 1978 et comporteront toutes des aspects dédiés à la rééducation de la marche. Leur application est fonction de la formation du thérapeute en premier lieu. Certains ont proposé de les appliquer en fonction du degré de sévérité de la déficience motrice (Albert 1969).

Si actuellement les propositions thérapeutiques sont multiples, de nombreuses études montrent que la rééducation ciblée sur la tâche améliore la marche (Richards 1993, Debelleix 1997, Kwakkel 1999)

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 (vitesse, 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. Les critères les plus couramment utilisés sont la vitesse spontanée et maximum de marche sur 10 mètres et le test des 6 minutes (distance de marche parcourue en 6mn sans encouragement à plat à vitesse préférée).

Description des techniques 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. Les esquives d'obstacles, pas latéraux, marche arrière, pas de rattrapage permettent d'acquérir plus d'assurance dans les déplacements. L'entraînement à la marche peut aussi être réalisé hors des séances par toute personne informée de l'aide à apporter au patient.

Indiçages et marche

Indices visuels

Des indices visuels sont utilisés pour obtenir une augmentation ou une régularité de la longueur du pas. Ils peuvent être constitués d'empreintes de pas ou de lignes tracées régulièrement sur le sol. Ce sont donc des moyens visuels destinés à faciliter la marche ou l'une de ses composantes.

L'indiçage est ici conçu comme une consigne que le sujet doit respecter au cours d'un exercice. Le respect ou non de cette consigne peut faire l'objet (ou non) d'un retour d'information (feedback) qui informera alors le sujet sur sa performance. Ce feedback peut lui-même être visuel ou sonore ou kinesthésique (provoquer une vibration sur la cheville en cas d'échec par exemple). Le feedback nécessite alors des capteurs de mouvement (par exemple des semelles avec contacteur) et un système informatique recevant les informations et générant le type de retour d'information que l'on souhaite apporter (par exemple un bip doux si le pas est correct et un craquement si le pas ne franchit pas l'indice au sol).

Jaffe *et al.* en 2004, ont par exemple soumis des patients après AVC à un entraînement soutenu d'enjambement d'obstacles virtuels sur tapis roulant ou réels lors de la marche spontanée au sol. Ils observent un gain de vitesse de marche dans les deux groupes plus marqué dans le groupe tapis roulant.

L'effet de l'indiçage visuel a été étudié chez les malades parkinsoniens (Azulay JP, *et al* 1999). Les indices constitués de lignes parallèles à enjamber sur la surface de marche apportent une amélioration significative de la vitesse de marche et de la longueur du pas. Morris ME *et al*, 1996 dans une étude portant sur 54 sujets dont 27 souffrant d'une maladie de Parkinson idiopathique ont aussi montré l'effet des stratégies attentionnelles sur la longueur du pas élaborées à partir de l'indiçage visuel.

Indices sonores et musique

De la même façon l'aide à la marche peut consister en un rythme sonore (ou indiçage sonore) le plus souvent couplé à un système d'observation (feedback) des performances. Schauer et Mauritz en 2003 ont montré dans un essai contrôlé randomisé (ECR) l'efficacité des feedback 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. Thaut *et al* (2007) comparent la marche avec feedback auditif *versus* une prise en charge de type Bobath dans un ECR de 78 patients AVC. La vitesse de marche augmente plus dans le groupe feedback sonore que dans le groupe témoin (+13,1m.min⁻¹).

Le feedback sonore n'est pas forcément appliqué pendant la marche mais parfois pendant des mouvements alternés des membres inférieurs, cadencés par un rythme sonore, alors que le malade est installé en position assise. Johannsen *et al.* 2010 ont observé une amélioration du score moteur de *Fugl-Meyer*, de la longueur des pas sur tapis-roulant ainsi que de la cadence avec cette technique mais aucune différence avec le groupe témoin n'a pu être retrouvée au cours du suivi à long terme.

Le feedback auditif a été proposé pour la rééducation de la marche dans d'autres indications que l'hémiplégique comme les amputés (Lee *et al* 2007) ou les lésions spinales (Cikajlo 2003). Il peut aussi être proposé comme moyen de compensation pour le freezing du patient parkinsonien (Bachlin *et al* 2010) sur des dispositifs portables.

L'utilisation de rythmes sonores est un mécanisme facilitateur de la marche des malades parkinsoniens aussi bien aux périodes On et Off du traitement dopaminergique. Les stimuli auditif ont une action sur la cadence, la vitesse de marche et la longueur des pas (étude de MacIntosh GC *et al*, 1997 portant sur 31 patients parkinsoniens dont 21 en On et 10 en Off de médicament)

Rééducation de la marche en piscine

La réduction importante (80%) du poids du corps qu'elle procure associée à l'amélioration de la stabilité et à son effet myorelaxant, lui assurent une très large utilisation pour tout type de rééducation en particulier pour les pathologies locomotrices.

Peu d'études cliniques ont été réalisées pour en évaluer l'efficacité. Dans une revue de la littérature Hartzy *et al* (2009) retrouvent parmi 9 ECR sur l'effet de la balnéothérapie dans l'arthrose des membres inférieurs, une amélioration de la douleur et des paramètres fonctionnels à court et moyen terme (24 semaines) et Kiliçoğlu (2010) observe une amélioration des paramètres spatiotemporels de la marche chez 30 sujets atteints d'arthrose du genou.

Chez l'hémiplégique vasculaire, les études sont peu nombreuses et réalisées sur de petits groupes de sujets. La revue de la littérature réalisée par Mehrholz (2011) identifie 4 ECR incluant seulement 94 participants et retrouve une amélioration significative des activités de la vie quotidienne et de la force musculaire. Mais aucune étude n'a réellement examiné l'effet de la balnéothérapie sur la marche. Ces résultats sont à interpréter avec précaution en raison du petit nombre de malades inclus dans les études.

Rééducation de la marche sur tapis roulant avec et sans support partiel de poids

Marche sur tapis-roulant

Le tapis roulant constitue un moyen simple et performant d'entraînement à la marche. Il permet une répétition importante du nombre de pas, l'utilisation de différentes vitesses de marche et le réglage de la pente du tapis augmentant la sollicitation énergétique de la marche. La contrainte est que le sujet gère par lui-même sa posture pendant la marche avec comme aide maximum celle de barres d'appui latérales. Les recommandations canadiennes concernant la rééducation après AVC (EBRSR 2010) concluent qu'il existe un haut niveau de preuve quant à l'efficacité de l'entraînement à la marche sur tapis roulant à la phase chronique de l'AVC. La plupart des études concernant les AVC de plus de 6 mois, montrent une amélioration des performances de marche sur des tests validés comme le test des 6mn (Langhammer 2010). Le tapis roulant permet aussi de solliciter la symétrie de la marche, la longueur de déroulement du tapis étant constante à vitesse donnée. Des tapis roulant à deux bandes indépendantes existent aussi permettant alors des réglages plus spécifiques (Image_tapis).

Quelle efficacité de l'entraînement à la marche sur tapis-roulant?

Parfois employé comme moyen associé au biofeedback en pathologie orthopédique (Teran-Yengle P 2011), le tapis roulant est essentiellement employé en pathologie neurologique pour augmenter le temps de marche souvent spontanément réduit. Pour l'AVC chronique, toutes les études montrent une amélioration des paramètres de marche se traduisant par une augmentation fonctionnelle de la marche à domicile (Moore 2010). Si l'entraînement régulier semble permettre une amélioration durable (Macko 2005), peu d'études de grande ampleur ont observé un bénéfice à distance (Ada 2003).

Pour l'AVC subaigu, peu d'études ont été réalisées sans support partiel de poids. Une seule étude semble montrer une potentielle amélioration plus rapide avec un entraînement sur tapis-roulant pour les patients capables de le réaliser (Laufer 2001). La plupart des études à la phase subaiguë ont été réalisées avec SPP.

Marche mécanisée

Lorsque le sujet ne peut marcher seul sur un tapis roulant, qu'il ne peut donc gérer seule la posture érigée, différentes aides peuvent lui être procurées pour faciliter mécaniquement la marche: soulagement du poids du corps pour faciliter le passage du pas, déplacement mécanisé du membre inférieur.

Le principe de la marche avec support partiel de poids résulte de deux types d'informations issues de la recherche animale: la précocité et l'intensité de l'entraînement sont des éléments importants pour solliciter la plasticité du système nerveux (Ploughmann et al 2007) et la marche en suspension après lésion du système nerveux permet la réapparition de bouffées d'activité musculaire organisées selon un rythme locomoteur (Barbeau et Rossignol 1987).

L'entraînement à la marche avec support partiel du poids est employé pour des populations ne pouvant assumer la posture érigée. Le principe consiste donc à suspendre le sujet dans un harnais et d'assurer un soulagement du poids du corps généralement à 40% du poids du corps en début de prise en charge puis progressivement réduite en fonction de la récupération du sujet. (image_SPP) Cette technique, développée pour les patients souffrant d'atteintes neurologiques principalement hémiplegiques ou ayant une lésion médullaire a aussi été employée dans d'autres pathologies: enfant paralysé cérébral ou l'adulte ayant une maladie de parkinson (Fisher 2008). Mais la marche en suspension ne règle pas la limitation provoquée par le déficit moteur.

Si celui ci est trop important, le membre doit être mobilisé pendant la phase oscillante soit par un thérapeute soit par un dispositif mécanique. A la fin des années 90 plusieurs industriels ont donc proposé des dispositifs de marche assurant ces deux fonctions avec deux principes différents: i/ mobiliser les pieds de façon synchronisée par des patins dont la course réalisait un déplacement cyclique proche de la trajectoire normale à la marche (VIDEO GT); ii/ mobiliser tout le membre au sein d'une orthèse des membres inférieurs robotisée au niveau du bassin, des hanches et des genoux (Lokomat®, AutoAmbulator™)

Actuellement aucun dispositif commercialisé n'apporte de motorisation conjointe des 3 articulations du membre inférieur. D'autres produits plus simples ont aussi été développés pouvant être installés sur un tapis roulant.

Quelle efficacité de la marche en suspension?

La seule étude d'assez forte puissance (101 sujets paraplégiques incomplets) ayant été réalisée chez le blessé médullaire (Dobkin et al 2006) n'a pas observé d'effet positif de l'entraînement de la marche avec support partiel de poids tant sur la vitesse de marche que sur le test des 6mn de marche ou sur la mesure d'indépendance fonctionnelle. L'ensemble des autres études réalisées dans le domaine n'apporte pas beaucoup plus d'argument.

Chez l'hémiplegique l'effet du support partiel de poids est beaucoup plus contrasté. Pour permettre au sujet de marcher, la condition minimum est la persistance d'une capacité à avancer le membre inférieur en phase oscillante.

Si le sujet a un déficit moteur trop important, le membre concerné doit être mobilisé par un tiers pour assurer le «passage du pas» ou phase

oscillante. Destiné à aider une marche précoce chez des patients ayant un déficit sévère ne leur permettant pas de marcher au sol, ce dispositif n'a pas remporté une adhésion importante compte tenu des contraintes.

Il semble que l'indépendance à la marche et la réduction du type d'aide technique soit l'effet le plus communément reconnu quant à l'amélioration de la marche par entraînement sur tapis roulant avec support partiel de poids (Ada 2010) dans cette population. Mais les études les plus récentes ne semblent pas apporter d'argument pour réaliser cet entraînement tant précocément (moins de 2 mois après l'AVC) que tardivement (6 mois après l'AVC) (Duncan 2011) lorsque le critère retenu est l'amélioration des paramètres spatio-temporels de la marche (vitesse ou périmètre) à distance de l'AVC (1an).

Si certains effets à court terme ont pu être observés avec une rééducation précoce (Werner et al 2002, Eich et al 2004) ou tardive après AVC (Suputtitada 2004, Sullivan 2007) l'existence d'un impact à long terme semble nécessiter des travaux complémentaires.

En pathologie orthopédique la marche en suspension a été employée pour tenter de réduire la douleur induite par l'appui sur articulation altérée Kline (Mangione K 1996). Les principaux résultats de cette étude montrent toutefois que la marche en suspension ne réduit pas la déficience liée à la marche mais qu'elle permet d'obtenir un niveau d'exercice inégalé en marche sur le sol.

Validité scientifique de l'entraînement à la marche

Chez l'hémiplégique, il est difficile de faire la différence entre la récupération spontanée d'un trouble de la marche et l'apport de la rééducation. Des effets positifs sont observés sur certains paramètres de la marche comme la vitesse. La rééducation de la marche ne montre aucun effet indésirable. Mais dans sa revue de la littérature (7 études portant sur 396 patients) States (2009) ne retrouve pas suffisamment d'éléments probants pour déterminer si la rééducation de la marche dans les conditions habituelles apporte un bénéfice à cette fonction. En particulier, les tests de marche comme la vitesse de marche, le *Timed Up and Go test* (*TUG test*) et le test des 6 minutes de marche ne s'améliorent que de manière limitée.

Aucune méthode de rééducation de la marche ne semble non plus supplanter l'autre. Pollock *et al.* (2007) (21 ECR ou quasi-randomisées), conclut au manque de preuve 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. Chez l'hémiplégique, la précocité de l'entraînement à la marche est considérée comme un facteur positif de récupération (Cumming *et al.* 2011). Le rééducateur dispose des approches de rééducation de la marche variées reposant sur les données neuro-physiologiques, l'apprentissage moteur ou le fonctionnement de l'appareil locomoteur.

A ce jour l'entraînement à la marche au sol reste la méthode de référence, avec l'aide d'un thérapeute. L'entraînement mécanisé est un complément qui ne saurait s'y substituer.

Aides techniques, orthèses et marche pathologique

Le simple bâton est utilisé depuis les temps immémoriaux comme une aide à la marche en présence ou non d'une pathologie. Sa fonction ne se limite d'ailleurs pas à une aide puisqu'il peut être le support d'une effigie associant l'aide à la progression et la représentation symbolique du groupe qui le suit.

Cette fonction symbolique de l'aide à la marche n'est pas neutre auprès des patients qui accepteront plus ou moins le dispositif en fonction de la représentation qu'ils ont à la fois de sa fonction utilitaire et de la discrimination qu'il peut provoquer.

Ces dispositifs d'aide à la marche ne se limitent pas à de discrètes cannes mais peuvent se décliner en de multiples modalités dont l'encombrement stérique peut être important (comme le déambulateur postérieur ou K walker très employé chez l'enfant). Il est habituel de prescrire une aide de marche dès que la performance de marche peut être améliorée par un tel dispositif. Cette appréciation est parfois subjective voire imperceptible lorsqu'il s'agit d'une fatigue discrète. Elle est évidente lorsque l'appui sur un membre inférieur est interdit et nécessite alors l'usage de 2 cannes. Entre ces deux conditions de multiples situations d'utilisation d'une aide technique de marche se posent.



Certaines conditions pathologiques contraignent l'usage d'un dispositif. C'est le cas des hémiplégiques qui, pour la plupart ne peuvent utiliser qu'une canne à l'exclusion des déambulateurs en raison de la déficience motrice du membre supérieur. Le choix de l'aide technique tient donc compte des déficiences et de leur sévérité.

Ce choix est aussi contraint tant par l'environnement du sujet que par l'usage de ces dispositifs. Par exemple un patient ayant un domicile présentant des différences de niveau entre les pièces avec des marches aura beaucoup de difficulté à utiliser un déambulateur.

Où encore si l'objectif est l'aide à la marche mais avec l'objectif associé de monter un escalier, l'usage d'un déambulateur sera exclu. Une chaussure orthopédique est prescrite chaque fois que les déformations du pied sont importantes avec des objectifs de maintien, de correction ou de compensation. L'aide technique de marche doit être distinguée de l'orthèse qui a un but identique (faciliter la marche) mais répond à des principes totalement différents puisqu'il s'agit d'un dispositif technique appliqué directement sur le corps pour en réduire les limitations d'activités et faciliter la participation.

L'usage des orthèses dans la rééducation de la marche peut avoir plusieurs objectifs: stabiliser une articulation ou protéger un segment (ex: orthèse de genou dynamique à secteur limité en cas d'entorse du genou ou orthèse moulée de jambe de type Sarmiento pour protéger une zone de consolidation osseuse fragile que l'on souhaite remettre en charge), faciliter le passage du pas (ex: orthèse mollet plante utilisée en cas d'équin sur paralysie du nerf fibulaire ou hémiplégie) en laissant plus ou moins de degrés de liberté aux articulations qu'elle englobe (orthèse mollet plante fixe ou articulée).

Enfin les dispositifs de stimulation électrique fonctionnelle (SEF) peuvent être employés comme orthèse de marche.

Des orthèses plus complexes cruro-pédieuses ou pelvi-cruro-pédieuses peuvent être prescrites. Leur utilisation peut être uni ou bilatérale. Les orthèses cruropédieuses sont parfois prescrites pour des patients présentant des déficits moteurs incomplets et peuvent alors contribuer à permettre ou améliorer la marche.

Les modèles avec prise pelvienne voire thoracique sont généralement associés à une grande déficience motrice de type para ou tétraplégique. Utilisées régulièrement chez l'adulte paraplégique il y a 30 à 40 ans, ces orthèses le sont désormais exceptionnellement. Leur coût énergétique est tel (Kawashima et al 2003, Sykes et al 1996) que les patients préfèrent le plus souvent l'usage du fauteuil roulant.

Elles gardent par contre une indication chez l'enfant pour permettre la déambulation qui peut se poursuivre parfois jusqu'à l'âge adulte où elles continueront alors à être prescrites. Ces orthèses complexes nécessitent l'usage d'au minimum 2 cannes. Il s'agit donc le plus souvent de dispositifs utilisés très partiellement dans la journée

Tous ces moyens techniques peuvent être utilisés comme compensation d'une limitation de marche chronique et stable ou bien comme moyen de faciliter la marche pendant la phase de récupération de la déficience et de restauration fonctionnelle.

Efficacité des aides techniques

Il est très difficile d'évaluer l'efficacité des dispositifs techniques. Les aides techniques de marche ont fait l'objet de très peu d'évaluations quantifiées de méthodologie acceptable. L'étude de Beauchamp *et al.* en 2009 chez l'hémiplégique apporte des éléments en faveur d'une aide à la symétrie de la marche sans effet sur les paramètres spatiotemporels.

Les dispositifs releveurs du pied statiques ou dynamiques permettent une démarche plus naturelle ou dynamique (Abe *et al* 2009, Fatone 2009), 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 (de Pisi 2006). Les recommandations canadiennes sur la prise en charge des AVC évoquent une possible efficacité des orthèses releveurs de pieds pour améliorer la marche, essentiellement sur la base de multiples études non randomisées ni contrôlées qui montrent l'amélioration des paramètres de marche (EBRSR 2010). Elles soulignent le besoin de travaux plus structurés pour montrer le bénéfice fonctionnel des orthèses.

Chez l'enfant paralysé cérébral, l'utilisation d'orthèses mollet plante semble avoir un effet sur la vitesse de marche et le coût énergétique de la marche principalement chez les enfants quadriplégiques marchant alors qu'aucune différence significative n'est observée chez les diploplégiques ou hémiplégiques (Brehm *et al* 2008). Comme pour les autres pathologies, très peu de travaux méthodologiquement acceptables ont été faits et la majorité des travaux sont descriptifs ou comparatifs entre deux matériels sans explorer l'effet intrinsèque de l'orthèse.

La marche assistée par SEF chez l'hémiplégique après AVC peine encore à faire la preuve de son efficacité (Thrasher et Popovic 2008).

Les aides à la marche de demain

KineAssist (image_kineassist) est un dispositif d'aide à la marche qui a opté pour une solution innovante, mais un peu encombrante pour aider le sujet à marcher: un support positionné à l'arrière du tronc motorisé, suit, pousse et facilite la mobilité du tronc pendant la marche et facilite le passage assis debout.

Il peut être employé comme outil de rééducation à la marche (Patton *et al* 2008). De nombreux projets de robots ont été développés pour aider la marche des sujets âgés en particulier. Les concepts sont développés soit à partir d'aides techniques existantes comme le Monimad: déambulateur robotisé (Saint Bauzel *et al* 2009) soit comme aide à la déambulation : plateforme mobile équipée de capteurs et ayant des fonctions de navigation. Ces derniers outils de robotique n'ont pas encore trouvé de développement commercial. Les exosquelettes robotisés (image HAL) sont aussi des dispositifs dont l'ambition est non seulement de se substituer à la marche chez des sujets paralysés mais aussi de participer à une récupération de la marche.

Le dispositif HAL (Hybrid assistive living) par exemple utilise comme générateur de mouvement les informations issues de capteurs électromyographiques (<http://www.cyberdyne.jp/english/robotsuithal/>). C'est l'information venant des muscles qui va servir à programmer les moteurs des articulations de l'exosquelette pour assister le mouvement (passage assis debout, marche...). Différents paramétrages sont possibles en fonction de la pathologie et le dispositif est commercialisé. Il a été expérimenté en pathologie sur des hémiplégiques (Kawamoto 2010). Si le coût financier de ces orthèses n'est pas encore compatible avec un usage courant, ces dispositifs robotisés verront un développement important dans les prochaines années et modifieront peut être bon nombre de procédures de soin en MPR.

Bibliographie



Aller plus loin

Aller plus loin

Aller plus loin

Aller plus loin

Aller plus loin

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.

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.

Albert A.

Rééducation neuromusculaire de l'adulte hémiplégique.

Paris: Masson; 1969

Azulay JP, Mesure S, Amblard B, Blin O, Sangla I, Pouget J

Visual control of locomotion in Parkinson's disease.

Brain (1999), 122, 111-120.

Bächlin M, Plotnik M, Roggen D, Maidan I, Hausdorff JM, Giladi N, Tröster G. Wearable

Assistant for Parkinson's disease patients with the freezing of gait symptom.

IEEE Trans Inf Technol Biomed. 2010 Mar;14(2):436-46

Barbeau H, Rossignol S.

Recovery of locomotion after chronic spinalization in the adult cat.

Brain Res. 1987 May 26;412(1):84-95.

Beauchamp MK, Skrela M, Southmayd D, Trick J, Kessel MV, Brunton K, et al.

Immediate effects of cane use on gait symmetry in individuals with subacute stroke.

Physiother Can 2009;61(3):154-60.

Bienfait M.

Formulaire thérapeutique de rééducation fonctionnelle.

Paris: Maloine; 1962.

Bobath B, Bobath K. Adult

hemiplegia: evaluation and treatment.

London: Heinemann Medical; 1970.

Brehm MA, Harlaar J, Schwartz M.

Effect of ankle-foot orthoses on walking efficiency and gait in children with cerebral palsy.

J Rehabil Med. 2008 Jul;40(7):529-34.

<p>Brunnstrom S. <i>Movement therapy in hemiplegia; a neurophysiological approach.</i> New York: Harper & Row; 1970.</p>
<p>Cikajlo I, Matjacić Z, Bajd T. <i>Development of a gait re-education system in incomplete spinal cord injury.</i> <i>J Rehabil Med.</i> 2003 Sep;35(5):213-6.</p>
<p>Cumming TB, Thrift AG, Collier JM, Churilov L, Dewey HM, Donnan GA, et al. <i>Very early mobilization after stroke fast-tracks return to walking: further results from the phase II AVERT randomized controlled trial.</i> <i>Stroke</i> 2011;42(1):153-8.</p>
<p>Debelleix X. <i>La rééducation de l'hémiplégie vasculaire de l'adulte améliore-t-elle la marche ?</i> <i>Ann Readapt Med Phys</i> 1997;40(3):121-30.</p>
<p>Dobkin B, Apple D, Barbeau H, Basso M, Behrman A, Deforge D, Ditunno J, Dudley G, Elashoff R, Fugate L, Harkema S, Saulino M, Scott M; Spinal Cord Injury Locomotor Trial Group. <i>Weight-supported treadmill vs over-ground training for walking after acute incomplete SCI.</i> <i>Neurology.</i> 2006 Feb 28;66(4):484-93.</p>
<p>Duncan PW, Sullivan KJ, Behrman AL, Azen SP, Wu SS, Nadeau SE, Dobkin BH, Rose DK, Tilson JK, Cen S, Hayden SK; LEAPS Investigative Team. <i>Body-weight-supported treadmill rehabilitation after stroke.</i> <i>N Engl J Med.</i> 2011 May 26;364(21):2026-36.</p>
<p>Eich HJ, Mach H, Werner C, Hesse S. <i>Aerobic treadmill plus Bobath walking training improves walking in subacute stroke: a randomized controlled trial.</i> <i>Clin Rehabil</i> 2004;18(6):640-51.</p>
<p><i>Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation. The Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation (EBRSR) reviews current practices in stroke rehabilitation.</i> 13th ed 2010.</p>
<p>Fatone S, Gard SA, Malas BS. <i>Effect of ankle-foot orthosis alignment and foot-plate length on the gait of adults with poststroke hemiplegia.</i> Arch Phys Med Rehabil 2009;90(5):810-8.</p>
<p>Fisher BE, Wu AD, Salem GJ, Song J, Lin CH, Yip J, Cen S, Gordon J, Jakowec M, Petzinger G. <i>The effect of exercise training in improving motor performance and corticomotor excitability in people with early Parkinson's disease.</i> <i>Arch Phys Med Rehabil.</i> 2008 Jul;89(7):1221-9. Epub 2008 Jun 13.</p>
<p>Harzy T, Ghani N, Akasbi N, Bono W, Nejjari C. <i>Short- and long-term therapeutic effects of thermal mineral waters in knee osteoarthritis: a systematic review of randomized controlled trials.</i> <i>Clin Rheumatol.</i> 2009 May;28(5):501-7.</p>
<p>Jaffe DL, Brown DA, Pierson-Carey CD, Buckley EL, Lew HL. <i>Stepping over obstacles to improve walking in individuals with poststroke hemiplegia.</i> <i>J Rehabil Res Dev</i> 2004;41(3A):283-92.</p>
<p>Jaffe DL, Brown DA, Pierson-Carey CD, Buckley EL, Lew HL. Stepping over obstacles to improve walking in individuals with poststroke hemiplegia. <i>J Rehabil Res Dev.</i> 2004 May;41(3A):283-92.</p>
<p>Johannsen L, Wing AM, Pelton T, Kitaka K, Zietz D, Brittle N, et al. <i>Seated bilateral leg exercise effects on hemiparetic lower extremity function in chronic stroke.</i> <i>Neurorehabil Neural Repair</i> 2010;24(3):243-53.</p>
<p>Kawamoto H, Taal S, Niniss H, Hayashi T, Kamibayashi K, Eguchi K, Sankai Y. <i>Voluntary motion support control of Robot Suit HAL triggered by bioelectrical signal for hemiplegia,</i> <i>Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.</i> 2010;2010:462-6.</p>
<p>Kawashima N, Sone Y, Nakazawa K, Akai M, Yano H. <i>Energy expenditure during walking with weight-bearing control (WBC) orthosis in thoracic level of paraplegic patients.</i> <i>Spinal Cord</i> 2003 Sep;41(9):506-10.</p>
<p>Kiliçoğlu O, Dönmez A, Karagülle Z, Erdoğan N, Akalan E, Temelli Y. <i>Effect of balneotherapy on temporospatial gait characteristics of patients with osteoarthritis of the knee.</i> <i>Rheumatol Int.</i> 2010 Apr;30(6):739-47.</p>
<p>Kline Mangione, K., Axen, K., Haas F. Mechanical Unweighting Effects on Treadmill. <i>Exercise and Pain in Elderly People With Osteoarthritis of the Knee</i> <i>PHYS THER.</i> 1996; 76:387-394.</p>
<p>Knott M, Voss DE. <i>Proprioceptive neuromuscular facilitation: patterns and techniques</i> 2nd ed. New York: Harper & Row; 1968.</p>
<p>Kwakkel G, Wagenaar RC, Twisk JW, Lankhorst GJ, Koetsier JC. <i>Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: a randomised trial.</i> <i>Lancet</i> 1999;354(9174):191-6.</p>
<p>Langhammer B, Stanghelle JK. <i>Exercise on a treadmill or walking outdoors? A randomized controlled trial comparing effectiveness of two walking exercise programmes late after stroke.</i> <i>Clin Rehabil</i> 2010;24(1):46-54</p>
<p>Laufer Y, Dickstein R, Chefez Y, Marcovitz E. <i>The effect of treadmill training on the ambulation of stroke survivors in the early stages of rehabilitation: a randomized study.</i> <i>J Rehabil Res Dev</i> 2001;38(1):69-78.</p>
<p>Lee MY, Lin CF, Soon KS. <i>Balance control enhancement using sub-sensory stimulation and visual-auditory biofeedback strategies for amputee subjects.</i> <i>Prosthet Orthot Int.</i> 2007 Dec;31(4):342-52.</p>

<p>McIntosh GC, Brown SH, Rice RR, Thaut MH. <i>Rhythmic auditory-motor facilitation of gait patterns in patients with Parkinson's disease.</i> J Neurol Neurosurg Psychiatry 1997;62:22-26.</p>
<p>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.</p>
<p>Mehrholtz J, Kugler J, Pohl M. <i>Water-based exercises for improving activities of daily living after stroke.</i> Cochrane Database of Systematic Reviews 2011; Issue 1:CD008186.</p>
<p>Mehrholtz J, Kugler J, Pohl M. <i>Water-based exercises for improving activities of daily living after stroke.</i> Cochrane Database Syst Rev. 2011 Jan 19;(1):CD008186.</p>
<p>Moore JL, Roth EJ, Killian C, Hornby TG. <i>Locomotor training improves daily stepping activity and gait efficiency in individuals poststroke who have reached a "plateau" in recovery.</i> Stroke 2010;41(1):129-35.</p>
<p>Morris ME, Iannsek R, Matyas TA, Summers JJ <i>Stride length regulation in Parkinson's disease. Normalization strategies and underlying mechanisms Brain</i> (1996), 119, 551-568.</p>
<p>Patton J, Brown DA, Peshkin M, Santos-Munné JJ, Makhlin A, Lewis E, Colgate EJ, Schwandt D. <i>Top Stroke Rehabil.</i> 2008 Mar-Apr;15(2):131-9. KineAssist: design and development of a robotic overground gait and balance therapy device.</p>
<p>Pessard E. <i>La rééducation motrice dans le service de la clinique Charcot (Hospice de la Salpêtrière) années 1904-1908 [thèse].</i> Paris: A. Michalon; 1908.</p>
<p>de Pisi F. <i>Aids and orthoses in patients with stroke consequences.</i> Clin Exp Hypertens 2006;28(3-4):383-5.</p>
<p>Ploughman M, Attwood Z, White N, Doré JJ, Corbett D. <i>Endurance exercise facilitates relearning of forelimb motor skill after focal ischemia.</i> Eur J Neurosci. 2007 Jun;25(11):3453-60.</p>
<p>Pollock A, Baer G, Langhorne P, Pomeroy V. <i>Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke: a systematic review.</i> Clin Rehabil 2007;21(5):395-410.</p>
<p>Richards CL, Malouin F, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Bouchard JP, Brunet D. <i>Task-specific physical therapy for optimization of gait recovery in acute stroke patients.</i> Arch Phys Med Rehabil 1993;74(6):612-20.</p>
<p>Saint-Bauzel, L., V. Pasqui, Monteil I. (2009). "A reactive robotized interface for lower limb rehabilitation: clinical results." IEEE Trans Robot 25(3): 593-592.</p>
<p>Schauer M, Mauritz KH. <i>Musical motor feedback (MMF) in walking hemiparetic stroke patients: randomized trials of gait improvement.</i> Clin Rehabil 2003;17(7):713-22.</p>
<p>Sykes L, Campbell IG, Powell ES, Ross ER, Edwards J. <i>Energy expenditure of walking for adult patients with spinal cord lesions using the reciprocating gait orthosis and functional electrical stimulation.</i> Spinal Cord. 1996 Nov;34(11):659-65.</p>
<p>States RA, Pappas E, Salem Y. <i>Overground physical therapy gait training for chronic stroke patients with mobility deficits.</i> Cochrane Database of Systematic Reviews 2009; Issue 3:CD006075.</p>
<p>Sullivan KJ, Brown DA, Klassen T, Mulroy S, Ge T, Azen SP, et al. <i>Effects of task-specific locomotor and strength training in adults who were ambulatory after stroke: results of the STEPS randomized clinical trial.</i> Phys Ther 2007;87(12):1580-602.</p>
<p>Suputtitada A, Suwanwela NC, Tumvitee S. <i>Effectiveness of constraint-induced movement therapy in chronic stroke patients.</i> J Med Assoc Thai 2004;87(12):1482-90.</p>
<p>Teran-Yengle P, Birkhofer R, Weber MA, Patton K, Thatcher E, Yack HJ. <i>Efficacy of gait training with real-time biofeedback in correcting knee hyperextension patterns in young women.</i> J Orthop Sports Phys Ther. 2011 Dec;41(12):948-52.</p>
<p>Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR. <i>Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation.</i> J Neurol Sci 1997;151(2):207-12.</p>
<p>Thrasher TA, Popovic MR. <i>Functional electrical stimulation of walking: Function, exercise and rehabilitation.</i> Annales de Réadaptation et de Médecine Physique, Volume 51, Issue 6, July 2008 : 452-60.</p>
<p>Werner C, von Frankenberg S, Treig T, Konrad M, Hesse S. <i>Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients: a randomized crossover study.</i> Stroke 2002;33(12):2895-901.</p>

Yelnik A.

Evolution des concepts en rééducation du patient hémiparalysé.

Ann Readapt Med Phys 2005;48(5):270-7.