



L'intérêt du réentraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps chez les patients blessés médullaires incomplets

Véronica Suarez

► To cite this version:

Véronica Suarez. L'intérêt du réentraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps chez les patients blessés médullaires incomplets. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03358735

HAL Id: dumas-03358735

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03358735>

Submitted on 29 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'intérêt du réentraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps chez les patients blessés médullaires incomplets

SUAREZ Veronica

Directrice de mémoire : Mme. PODEVIN Florie

Remerciements

Ce travail est la finalité de cinq années d'études qui me permettra d'exercer le métier exceptionnel de kinésithérapeute. Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont soutenue et aidée tout au long de ce parcours difficile.

Tout d'abord je remercie ma directrice de mémoire, Florie PODEVIN, pour son soutien, ses précieux conseils, son aide apportée et le temps qu'elle m'a consacré.

Je souhaite aussi remercier l'équipe pédagogique de l'EFMK de Marseille pour tout le savoir qu'elle m'a transmis tout au long de ces années.

Je veux également remercier mes parents et mon frère pour leur amour, leur patience et leur soutien indéfectible. Merci d'être là dans les bons comme dans les mauvais moments et de m'encourager toujours à poursuivre mes rêves.

Je remercie aussi mes grands-parents qui m'ont toujours aidée et soutenue. Merci d'avoir toujours été là pour moi. Merci à ma grand-mère pour son temps passé à relire mon travail.

Enfin, je tiens à remercier mes amis, tout particulièrement Julie, Léana et Kelly. Merci pour tous nos moments d'entraide, de partage et pour toutes nos sorties et nos rigolades. Merci d'avoir rendu ces années d'études aussi belles.

« Je pense que tout est possible à qui rêve, ose, travaille et n'abandonne jamais »

(Xavier DOLAN)

Table des matières

1. Introduction	1
1.1. Les lésions médullaires	1
1.1.1. Épidémiologie	1
1.1.2. Mortalité et espérance de vie	1
1.1.3. Étiologies.....	2
1.1.4. Tendances démographiques	3
1.1.5. Anatomie	4
1.1.5.1. La colonne vertébrale	4
1.1.5.2. Anatomie de la moelle épinière.....	5
1.1.6. Physiopathologie et définitions	8
1.1.7. Les différentes complications	10
1.1.8. Classification internationale des lésions médullaires.....	11
1.2. Le réentraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps (Body Weight Supported Treadmill Training)	14
1.3. Importance de cette revue	17
1.4. Objectif de la revue de littérature (modèle PICO).....	17
2. Méthode	18
2.1. Critères d'éligibilité des études pour cette revue	18
2.1.1. Schéma d'étude	18
2.1.2. Population.....	18
2.1.3. Intervention	19
2.1.4. Comparateur.....	19
2.1.5. Critères de jugement	19
2.2. Méthodologie de recherche des études.....	19
2.2.1. Sources documentaires investiguées	19
2.2.2. Équation de recherche et mots clefs.....	19
2.3. Méthode d'extraction et d'analyse des données.....	21
2.3.1. Méthode de sélection des études	21
2.3.2. Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées.....	21
2.3.3. Extraction des données	23
2.3.4. Méthode de synthèse des résultats	23
3. Résultats	24
3.1. Description des études	24
3.1.1. Diagramme de flux.....	24

3.1.2.	Résultats de la recherche	25
3.1.2.1.	Études exclues après lecture du titre et de l'abstract	25
3.1.2.2.	Études exclues après lecture complète	25
3.1.2.3.	Études incluses dans la revue de littérature	26
3.1.3.	Description des études incluses dans la revue de littérature	26
3.2.	Risques de biais des études incluses	32
3.3.	Effets de l'intervention sur les critères de jugement de notre revue	33
3.3.1.	Vitesse de marche	34
3.3.2.	Distance de marche	35
3.3.3.	Force musculaire.....	36
3.3.4.	Capacité de marche ou niveau fonctionnel.....	38
4.	Discussion	39
4.1.	Analyse des principaux résultats	39
4.1.1.	Analyse des résultats de l'effet de l'intervention sur la vitesse de marche.....	39
4.1.2.	Analyse des résultats de l'effet de l'intervention sur la distance parcourue.....	42
4.1.3.	Analyse des résultats de l'effet de l'intervention sur la force musculaire	44
4.1.4.	Analyse des résultats de l'effet de l'intervention sur la capacité de marche	46
4.1.5.	Risques de biais, limites et hétérogénéité des études	47
4.2.	Applicabilité des résultats en pratique clinique	50
4.3.	Qualité des preuves	51
4.4.	Biais potentiels de la revue	53
5.	Conclusion.....	56
6.	Bibliographie	58
7.	Annexes	64

Liste des figures

FIGURE 1 : ESTIMATION DU POURCENTAGE DE PERSONNES EN VIE 40 ANS APRES UNE LESION DE LA MOELLE EPINIERE	2
FIGURE 2 : TAUX D'INCIDENCE PAR AGE ET PAR SEXE POUR LES LMET AU CANADA.....	3
FIGURE 3 : TAUX D'INCIDENCE PAR AGE ET PAR SEXE POUR LES LMENT EN AUSTRALIE.....	4
FIGURE 4 : PASSAGE DE LA MOELLE EPINIERE DANS LE CANAL VERTEBRAL ET DES NERFS SPINAUX DANS LE FORAMEN INTERVERTEBRAL	5
FIGURE 5 : COUPE HORIZONTALE DE LA MOELLE EPINIERE	7
FIGURE 6 : C – NERFS SPINAUX ; D – DERMATOMES ; E – MYOTOMES	8
FIGURE 7 ET 8 : L'EQUIPEMENT NECESSAIRE AU BWSTT.....	15
FIGURE 9 : DIAGRAMME DE FLUX.....	24

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : REFERENCES ET MOTIFS D'EXCLUSION DES ARTICLES EXCLUS APRES LECTURE COMPLETE	25
TABLEAU 2 : REFERENCES DES ARTICLES INCLUS APRES LECTURE COMPLETE	26
TABLEAU 3 : SYNTHESE DES CARACTERISTIQUES DES ETUDES INCLUSES	27
TABLEAU 4 : BIAIS RENCONTRES DANS LES ARTICLES INCLUS	32
TABLEAU 5 : RESULTATS DES INTERVENTIONS SUR LA VITESSE DE MARCHÉ.....	34
TABLEAU 6 : RESULTATS DES INTERVENTIONS SUR LA DISTANCE DE MARCHÉ	36
TABLEAU 7 : RESULTATS DES INTERVENTIONS SUR LA FORCE MUSCULAIRE	37
TABLEAU 8 : RESULTATS DES INTERVENTIONS SUR LA CAPACITE DE MARCHÉ	38
TABLEAU 9 : ÉCHELLE AMSTAR-2	54

Liste des annexes

ANNEXE 1 : NORMES INTERNATIONALES POUR LA CLASSIFICATION DES LESIONS MEDULLAIRE (SCORE ASIA)
ANNEXE 2 : ÉCHELLE PEDRO
ANNEXE 3 : REFERENCES DES ETUDES EXCLUES SUR LA BASE DE L'ABSTRACT
ANNEXE 4 : DESCRIPTION DETAILLEE DES 10 ETUDES INCLUSES DANS LA REVUE
ANNEXE 5 : TEST DE 10 METRES DE MARCHÉ OU 10 METER WALK TEST (10MWT)
ANNEXE 6 : TEST DE MARCHÉ DES 6 MINUTES OU 6 MINUTE WALK TEST (6MWT)
ANNEXE 7 : LOWER EXTREMITY MOTOR SCORE (LEMS)
ANNEXE 8 : WALKING INDEX FOR SPINAL CORD INJURY II (WISCI II)
ANNEXE 9 : ÉCHELLE AMSTAR-2

Liste des abréviations

2-MWT : 2 Minutes Walk Test
6-MWT : 6 Minutes Walk Test
10-MWT : 10 Meter Walk Test
AIS : ASIA Impairment Scale
AMSTAR-2 : A Measurement Tool to Assess Systematic Reviews
ASIA : American Spinal Injury Association
BBS : Berg Balance Scale
BM : blessé médullaire
BWS : body weight supported
BWSTT : body weight supported treadmill training
ECR : essai contrôlé randomisé
FIM : Functional Independence Measure
GRADE : Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluations
HAS : Haute Autorité de Santé
IC : intervalle de confiance
iSCI : Incomplete spinal cord injury
ISCOs : International Spinal Cord Society
ISNCSCI : International Standards For Neurological Classification of Spinal Cord injuries
LEMS : Lower Extremity Motor Score
LM : lésion médullaire
LME : lésion de la moelle épinière
LMENT : lésion médullaire d'origine non-traumatique
LMET : lésion médullaire d'origine traumatique
LT : locomotor training
MCD : Minimal Detectable Change (changement minimum détectable)
MCID : Minimal Clinically Important Difference (différence minimale cliniquement importante)
ME : moelle épinière
MeSH : Medical Subject Headings
MFR : Modified Functional Reach test
MMSE : Mini-Mental State Examination
NSCISC : National Spinal Cord Injury Statistical Center
OCBEM : Oxford Centre for Evidence-Based Medicine
OGT : overground gait training
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
SCI : spinal cord injury
SCI-FAP : Spinal Cord Injury Functional Ambulation Profile
SNC : système nerveux central
TT : traitement
UEMS : Upper Extremity Motor Score
WISCI II : Walking Index for Spinal Cord Injury II

1. Introduction

1.1. Les lésions médullaires

1.1.1. Épidémiologie

Une lésion médullaire est une atteinte centrale qui touche la moelle épinière.

D'après les données d'un rapport de 2007 publié par la Haute Autorité de Santé (HAS) [1], l'incidence des lésions médullaires d'origine traumatique est, en France, de l'ordre de 1200 nouveaux cas par an, soit à peu près 19,4 nouveaux cas par million d'habitants. La prévalence des LMET se situe autour de 50 000 cas en France.

Les données sur l'ampleur de cette affection en France sont assez limitées car il n'existe pas de registre national. Ainsi, le taux d'incidence des lésions médullaires d'origine non traumatique n'est pas connu et de ce fait la prévalence, toutes causes confondues, dans la population française n'est pas connue non plus.

D'après le rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) sur les perspectives internationales des lésions de la moelle épinière (LME) [2], le taux d'incidence mondiale est estimée entre 250 000 et 500 000 nouveaux cas par an. Le nombre total de personnes ayant une lésion médullaire n'est pas connu. Il est très compliqué d'avoir des données mondiales exactes sur l'incidence et la prévalence de ces lésions car les données sont limitées et parfois peu fiables.

1.1.2. Mortalité et espérance de vie

Le risque de mortalité dépend énormément du niveau de revenu et du système de santé du pays, c'est-à-dire de la disponibilité et de la qualité des soins.

Ainsi, une prise en charge initiale précoce et de qualité va conditionner le pronostic ultérieur. Un suivi régulier avec de la prévention ainsi que le traitement des comorbidités et des complications va permettre une augmentation de l'espérance de vie [2].

C'est pendant la première année qui suit la lésion que le risque de mortalité est le plus élevé. Grâce à des soins spécifiques précoces et une prise en charge pluridisciplinaire, le taux de survie en phase aiguë est de l'ordre de 94% [1].

Cependant, les blessés médullaires ont une espérance de vie inférieure de 10 à 20 ans, selon le niveau neurologique, par rapport à la population générale [3].

Le risque de mortalité dépend aussi de la gravité et du niveau lésionnel. En général, les personnes tétraplégiques ont une espérance de vie plus faible que les personnes paraplégiques.

Une étude publiée en 2012 [4] a montré que le taux de survie 40 ans après la lésion est de l'ordre de 47% chez les tétraplégiques contre 62% chez les paraplégiques (*Figure 1*).

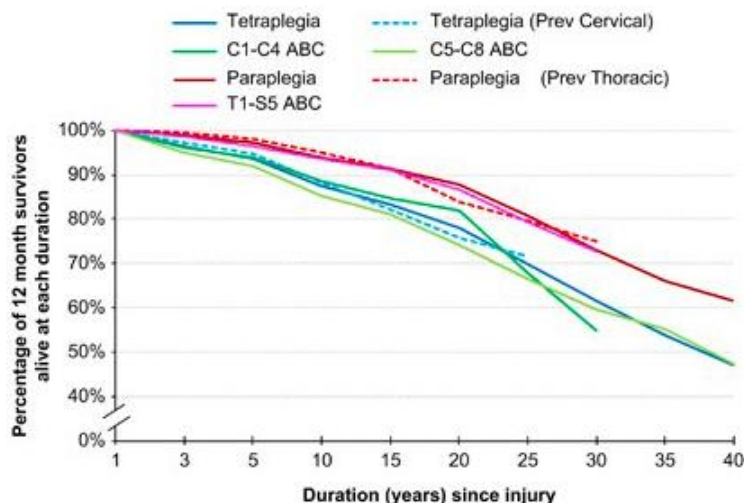


Figure 1 : Estimation du pourcentage de personnes en vie 40 ans après une lésion de la moelle épinière [4]

Les principales causes de mortalité chez les blessés médullaires dans les pays à revenu élevé sont les problèmes de l'appareil cardio-vasculaire (40%) et les pathologies respiratoires (24%) [5].

Dans les pays à faible revenu, les complications secondaires évitables notamment les infections urinaires et les escarres sont encore à l'origine de nombreux décès, ce qui explique le taux de survie plus faible dans ces pays [2].

1.1.3. Étiologies

Les causes des lésions de la moelle épinière sont classées en deux catégories [2] :

- **Les lésions de la moelle épinière d'origine traumatique (LMET)** qui sont principalement dues à des :
 - Accidents de la circulation : première cause de LMET (38%)
 - Chutes : deuxième cause de LMET (31%)
 - Violences : troisième cause de LMET (14%)
 - Accidents de sport et de loisirs (9%)
 - Accidents de travail [6]

La plupart du temps les LMET sont dues à des causes évitables. Les comportements à risques comme l'alcool, drogue, conduite imprudente, non-port de la ceinture de sécurité, ainsi que les sports, loisirs et métiers à risques sans équipement de sécurité sont des facteurs de risque d'apparition de LMET. De plus, les LMET à cause de violences sont plus fréquentes dans les pays en guerre et dans les pays où les armes sont autorisées [7].

- **Les lésions de la moelle épinière d'origine non traumatique (LMENT)** qui peuvent être dues à des :
 - Maladies dégénératives et auto-immunes de la moelle épinière comme la sclérose en plaque
 - Tumeurs
 - Troubles vasculaires : hémorragiques ou ischémiques
 - Pathologies rhumatologiques
 - Problèmes infectieux
 - Problèmes congénitaux comme la spina bifida

D'après le rapport de l'OMS sur les perspectives internationales des LME, la majorité de ces lésions sont d'origine traumatique [2].

1.1.4. Tendances démographiques

- **Tendances selon le sexe :**

Chez l'adulte, le taux d'incidence de LME est plus élevé chez les hommes que chez les femmes, le sex ratio est de 4 hommes pour 1 femme [8].

- **Tendances selon l'étiologie et l'âge :**

LMET : Il y a plus de chance que ces lésions surviennent chez les jeunes adultes et chez les personnes âgées. Une étude sur le taux d'incidence des LMET par âge et par sexe a été menée au Canada (*Figure 2*) qui confirme ces résultats avec un pic d'apparition de lésions médullaires entre 20 et 29 ans chez les hommes, un pic entre 15 et 19 ans chez les femmes, un pic à 70 ans chez les personnes âgées qui serait expliqué par le risque de chute plus important s'accompagnant souvent d'une fragilité osseuse à cet âge-là.

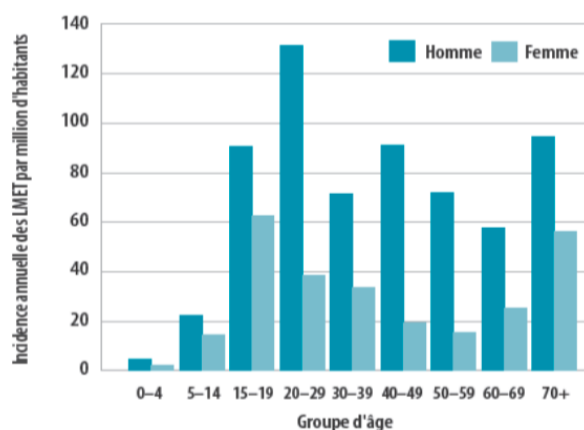


Figure 2 : Taux d'incidence par âge et par sexe pour les LMET au Canada [2]

LMENT : Ces lésions sont plus fréquentes chez les personnes âgées. Une étude sur le taux d'incidence des LMENT par âge et par sexe a été menée en Australie (*Figure 3*) et montre une augmentation progressive de l'incidence de ces lésions avec l'âge. Cette hausse serait due au vieillissement de la population et à l'apparition de problèmes de santé liée à l'âge.

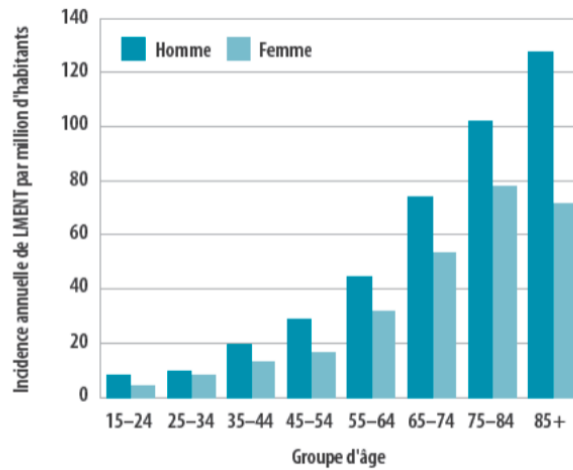


Figure 3 : Taux d'incidence par âge et par sexe pour les LMENT en Australie [2]

De plus, une étude menée en 2007 a montré que la prévalence des LME chez les personnes de plus de 60 ans est passée de 4,7 % dans les années 1970 à 10,9 % dans les années 2000 [9].

1.1.5. Anatomie

1.1.5.1. La colonne vertébrale

La colonne vertébrale est formée de 24 vertèbres mobiles qui constituent l'axe rachidien, c'est-à-dire la partie mobile de l'axe du tronc [10]:

- **7 vertèbres cervicales** (C1 à C7) : ce sont les vertèbres les plus mobiles. Ces vertèbres forment une courbure physiologique en lordose.
- **12 vertèbres thoraciques** (T1 à T12) : vertèbres peu mobiles car les côtes s'insèrent à ces vertèbres (lien avec la cage thoracique). Ces vertèbres forment une courbure physiologique en cyphose.
- **5 vertèbres lombaires** (L1 à L5) : vertèbres les plus grosses, ce sont elles qui subissent le plus de contraintes et qui portent le plus de poids du corps. Ces vertèbres forment une courbure physiologique en lordose.

L'axe rachidien est un axe mobile, cette mobilité est permise entre autres par le disque intervertébral. En effet, entre chaque corps vertébral, on retrouve un disque intervertébral, sauf entre l'occiput et la première vertèbre cervicale (C1) et entre C1 et la deuxième vertèbre cervicale (C2). Ce disque est une structure fibrocartilagineuse formée d'une partie centrale appelée le nucleus pulposus qui est un noyau gélatineux déformable mais incompressible. Sa partie périphérique ou annulus fibrosus est formée d'une succession d'éléments élastiques appelés lamelles concentriques. Ce disque a un rôle d'amortisseur, il répartit les pressions et permet aussi la mobilité des vertèbres les unes par rapport aux autres [10].

Cependant, cet axe est aussi capable de rigidité grâce au caisson thoracique et au caisson abdominal.

Il est relié en bas au [10]:

- **Sacrum** : socle de l'axe rachidien, fusion de 5 vertèbres sacrées qui forment une courbure physiologique en cyphose. Il est constitué de forams qui permettent l'émergence des dernières racines nerveuses.
- **Coccyx** : partie distale de la colonne, il est composé de 4 à 6 vertèbres atrophiées et soudées entre elles.

Tout cela forme la colonne vertébrale qui contient et qui protège la moelle épinière et qui relie le crâne à la ceinture pelvienne.

Au centre de chaque vertèbre, on retrouve un foramen appelé le foramen vertébral qui permet le passage et la protection de la moelle épinière.

De plus lorsque les vertèbres sont empilées les unes sur les autres, un autre foramen est créé grâce au creusement des pédicules ; c'est le foramen intervertébral qui permet le passage des racines nerveuses qui donneront les nerfs spinaux.

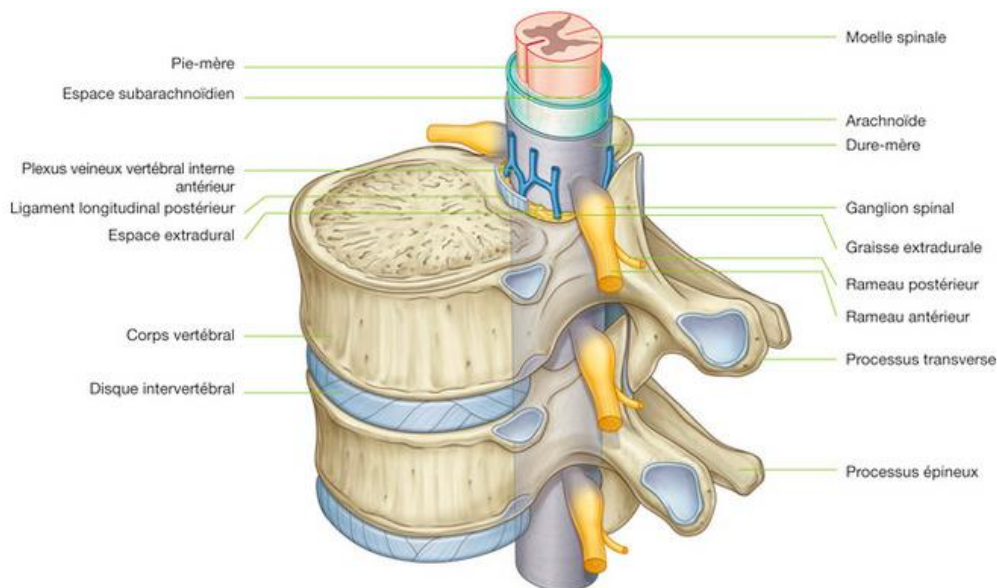


Figure 4 : Passage de la moelle épinière dans le canal vertébral et des nerfs spinaux dans le foramen intervertébral [11]

1.1.5.2. Anatomie de la moelle épinière

Le système nerveux central (SNC) est constitué de l'encéphale et de la moelle épinière. L'encéphale est contenu dans la boîte crânienne et est composé de plusieurs éléments : le cerveau, le cervelet et le tronc cérébral.

Dans le cadre des lésions médullaires, nous allons nous intéresser à la moelle épinière (ME) [12][13].

La moelle épinière est la partie caudale du SNC, contenue dans le canal vertébral.

Elle est protégée par les méninges, qui sont des membranes au nombre de 3. De la superficie vers la profondeur, on retrouve la dure-mère, l'arachnoïde et enfin la pie-mère.

De plus, entre l'arachnoïde et la pie-mère, on retrouve le liquide céphalo-rachidien (LCR) qui a lui aussi un rôle protecteur, c'est comme un amortisseur naturel ; il a en plus un rôle trophique et drainant. Les muscles, les ligaments et la colonne vertébrale viennent s'ajouter dans la protection de la moelle.

La moelle épinière fait suite au bulbe rachidien. Elle commence au niveau du bord supérieur de l'atlas (C1) et se termine au niveau de la deuxième vertèbre lombaire (L2). Elle est ensuite continuée par le cône terminal d'où émergent les dernières racines lombaires et sacrées ; cette partie est aussi appelée la queue de cheval. En dessous de ce cône médullaire et ce jusqu'au coccyx on retrouve le filum terminale qui est une structure fibreuse prolongeant la pie-mère.

La ME est un cordon de tissu nerveux blanc légèrement aplati d'avant en arrière qui mesure environ 45 centimètres de long, 1 centimètre de diamètre et pèse 30 grammes.

Au niveau de ce cordon il y a 2 renflements : un renflement au niveau cervical à destination des membres supérieurs (plexus brachial) et un renflement au niveau lombaire à destination des membres inférieurs (plexus lombo-sacré)

Le pourtour de la moelle épinière n'est pas lisse. En effet il y a des sillons sur la surface de la moelle :

- Le sillon médian postérieur ou dorsal
- Le sillon médian antérieur ou ventral qui est très profond
- 2 sillons collatéraux antérieurs
- 2 sillons collatéraux postérieurs

Les sillons médians antérieur et postérieur séparent la moelle en 2 parties droite et gauche qui seront identiques.

Ces sillons séparent les cordons, au nombre de 3 de chaque côté :

- Cordon antérieur ou ventral : limité par le sillon ventral et le sillon collatéral antérieur.
- Cordon latéral : limité par le sillon collatéral antérieur et le sillon collatéral postérieur.
- Cordon postérieur ou dorsal : limité par le sillon dorsal et le sillon collatéral postérieur.

Les cordons forment la substance blanche.

Dans la moelle épinière on retrouve donc la substance blanche et la substance grise [12][13] :

- **Substance blanche** : partie périphérique de la moelle formée par les prolongements axoniques et dendritiques des neurones où s'échangent les messages permettant le passage de l'information entre les différents étages de la moelle épinière. Elle a donc un rôle de transmission avec le passage des fibres de la motricité qui descendent vers les motoneurones et les fibres sensibles qui remontent vers les centres nerveux supérieurs et le cortex.

- **Substance grise** : partie centrale de la moelle en forme de « H » ou de papillon qui entoure le canal de l'épendyme (canal qui s'étend sur toute la hauteur de la moelle et qui contient du LCR) avec, de chaque côté, une corne ventrale ou antérieure, une corne latérale ou zone péri-épendymaire et une corne postérieure ou dorsale. La corne postérieure a un rôle sensitif, elle véhicule la sensibilité superficielle, profonde et viscérale. La corne antérieure a un rôle moteur, elle véhicule la motricité des muscles striés (contraction volontaire) et la motricité végétative des muscles lisses (viscères, vaisseaux et glandes). Cette substance est formée par les corps cellulaires des neurones. C'est le centre nerveux de la moelle, elle a pour rôle de traiter l'information.

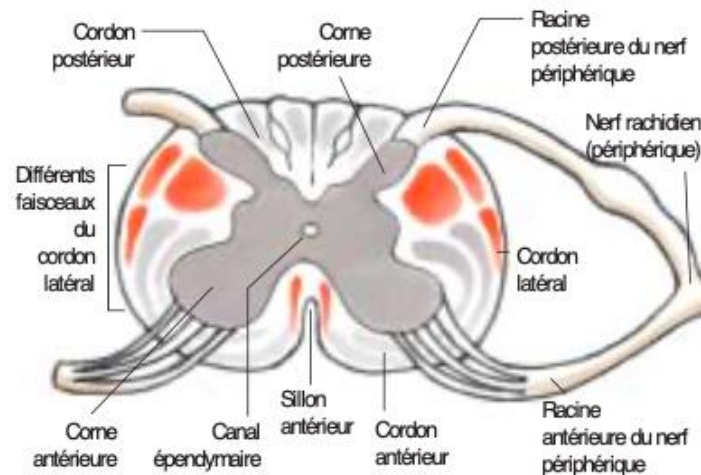


Figure 5 : Coupe horizontale de la moelle épinière [14]

De chaque côté de la moelle épinière et sur toute sa hauteur il émerge 31 racines antérieures (fibres nerveuses motrices) et 31 racines postérieures (fibres nerveuses sensibles).

Au niveau de chaque étage, la racine antérieure et la racine postérieure se rejoignent pour former un nerf spinal mixte qui sortira au niveau du foramen intervertébral pour aller innervier les différents territoires du corps.

Il y a donc 31 paires de nerfs spinaux qui innervent 31 métamères :

- 8 nerfs cervicaux (C1 à C8)
- 12 nerfs thoraciques (T1 à T12)
- 5 nerfs lombaires (L1 à L5)
- 5 nerfs sacrés (S1 à S5)
- 1 nerf coccygien

Les fibres sensibles d'un nerf spinal vont innervier un territoire cutané défini qui correspond à un dermatome.

De même, les fibres motrices d'un nerf vont innervier un ensemble de muscles qui correspond à un myotome.

On retrouve donc 2 cartographies, une pour les dermatomes et une pour les myotomes, qui sont différentes car la distribution n'est pas la même.

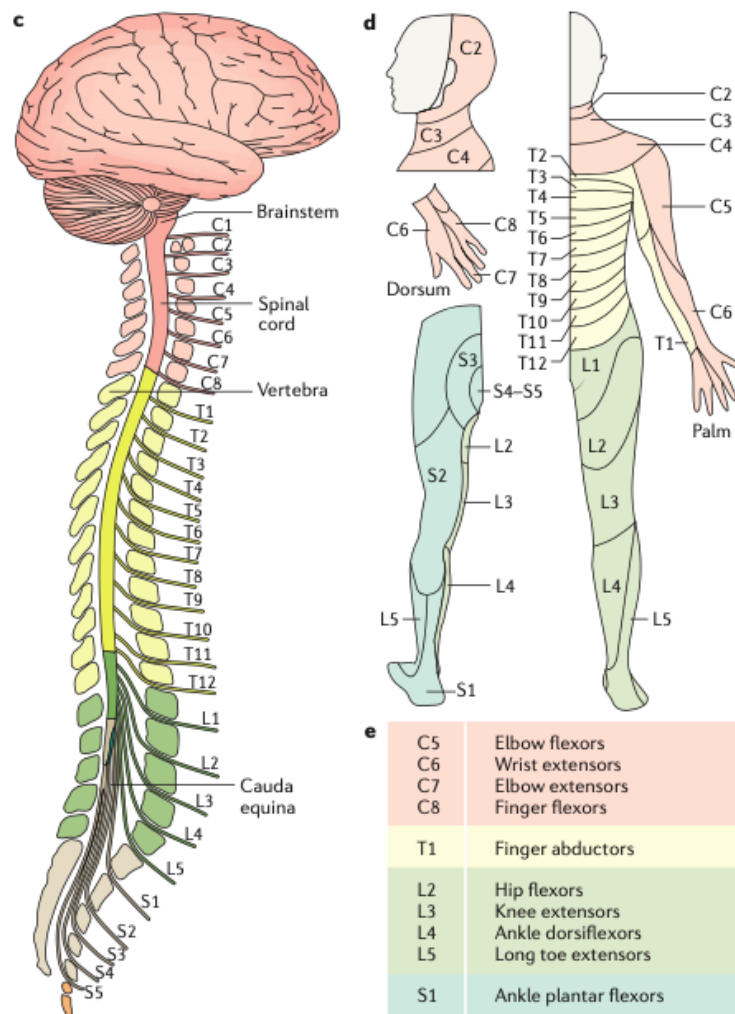


Figure 6 : c – Nerfs spinaux ; d – Dermatomes ; e – Myotomes [15]

1.1.6. Physiopathologie et définitions

Une lésion médullaire est une atteinte de la moelle épinière ; c'est une atteinte centrale qui entraîne une paralysie transversale avec différents niveaux [16] :

- Un niveau supra-lésionnel sain.
- Un niveau lésionnel, siège de la lésion, plus ou moins étendu selon l'œdème et l'hématome occasionnés par la lésion.
- Un niveau sous-lésionnel qui pourra être récupéré ou non et qui traduit la souffrance des cordons médullaires situés en dessous de la lésion.

La moelle épinière assure la communication entre les centres supérieurs et la périphérie. Lorsqu'elle est atteinte, il y a une diminution ou une abolition de la commande supra-spinale et de l'intégration des influx nerveux provenant de la périphérie.

L'échange d'informations nerveuses entre le cerveau et la partie du corps située sous le niveau lésé se trouve alors partiellement ou totalement interrompu du fait de l'atteinte des voies motrices descendantes et des voies sensibles ascendantes.

L'endommagement de cette structure organique entraîne la défaillance des fonctions motrices et sensitives ainsi que la défaillance du système autonome en dessous du niveau de la lésion. Selon le niveau lésionnel, de nombreux troubles peuvent être rencontrés comme des troubles neuro-végétatifs, vesico-sphinctériens, génito-sexuels, respiratoires, cardiaques, orthopédiques, cutanés, digestifs et des douleurs qui varieront selon le niveau d'atteinte [14].

Ainsi les lésions médullaires entraînent une :

- **Paraplégie** : « *déficit ou perte des fonctions motrices et/ou sensitives dans les segments thoraciques, lombaires et sacrés (mais non cervicaux) de la moelle épinière, en rapport avec une lésion d'éléments nerveux à l'intérieur du canal rachidien* » [17].
C'est une lésion de la moelle épinière située sous la vertèbre T1 qui se caractérise, selon le niveau de la lésion, par une atteinte des membres inférieurs, du tronc et des organes pelviens. Les membres supérieurs gardent leur intégrité et leur bon fonctionnement.
- **Tétraplégie** : « *déficit ou perte des fonctions motrices et/ou sensitives dans les segments cervicaux de la moelle épinière, en rapport avec une lésion d'éléments nerveux à l'intérieur du canal rachidien* » [17].
C'est une atteinte de la moelle épinière au niveau cervical, entre les vertèbres C1 et C7. Chez les personnes tétraplégiques à l'atteinte du tronc, des organes pelviens et des membres inférieurs s'ajoute celle des membres supérieurs.

Cette altération et les manifestations cliniques associées sont variables selon le niveau neurologique atteint.

Il faut aussi différencier le niveau vertébral du niveau neurologique. En effet, il peut exister un décalage entre ces deux niveaux :

- Le **niveau vertébral** correspond à une lésion vertébrale située au niveau du rachis, visible grâce à une radiographie.
- Le **niveau neurologique** est défini grâce à l'outil « International Standards For Neurological Classification of Spinal Cord injuries » (ISNCSCI), appelé communément score ASIA [18]. Il correspond au segment de la moelle épinière le plus caudal où la fonction motrice et sensorielle est préservée.

Ainsi, par exemple, une atteinte vertébrale en T4 peut avoir comme conséquence une paraplégie avec un niveau neurologique en T8, cela aura une répercussion sur les capacités du patient.

De plus une atteinte de la moelle épinière peut être **complète** lorsqu'il n'y a aucune épargne sacrée ou **incomplète** c'est-à-dire lorsqu'il existe une épargne sacrée.

Au niveau des formes cliniques, selon les données publiées par le National Spinal Cord Injury Statistical Center (NSCISC) en 2013, la tétraplégie incomplète est la plus fréquente (40,6 %), suivie de la paraplégie incomplète (18,7%) puis de la paraplégie complète (18%), enfin on retrouve la tétraplégie complète (11,6%) [19].

Les lésions les plus fréquentes sont donc les lésions cervicales c'est-à-dire les tétraplégies et les lésions incomplètes (tétraplégies et paraplégies incomplètes).

1.1.7. Les différentes complications

En plus des atteintes sensitives et motrices, une lésion médullaire peut entraîner des complications qui peuvent survenir tout au long de la vie d'un patient blessé médullaire. Elles peuvent mettre en jeu son pronostic vital et retentir sur sa rééducation.

Les différentes complications possibles sont [1][8][14][20]:

- **Les troubles cardio-vasculaires** : Les lésions médullaires entraînent une désadaptation cardio-vasculaire à l'effort du fait de la diminution du retour veineux vers le cœur. Cela va s'accompagner d'une hypotension orthostatique entraînant des malaises. De plus, la stase veineuse périphérique peut aussi provoquer des œdèmes et des thrombophlébites pouvant entraîner une embolie.
- **Les troubles respiratoires** : Chez les tétraplégiques et paraplégiques hauts une atteinte des muscles respiratoires (diaphragme, abdominaux, intercostaux) peut être observée. Une trachéotomie et une ventilation assistée sera mise en place pour les tétraplégiques ayant un niveau lésionnel au-dessus de C5 du fait de la paralysie du diaphragme (innervé par les racines C3 à C5). L'atteinte de ces muscles entraîne un syndrome restrictif, c'est-à-dire une diminution de la capacité pulmonaire totale pouvant entraîner des zones d'atélectasie. De plus, la toux rendue inefficace par l'absence des abdominaux, entraînera un défaut d'expectoration ce qui majorera le risque d'encombrement bronchique et le risque infectieux.
- **Les troubles neurovégétatifs** : Suite à une lésion médullaire, on va retrouver une baisse de la tension artérielle et une hypotension orthostatique s'accompagnant de vertiges, acouphènes, palpitations et malaises. Cette lésion s'accompagnera d'une bradycardie et de troubles de la thermorégulation et de la sudation. Chez les blessés médullaires dont le niveau neurologique est supérieur ou égal à T6 il peut y avoir une hyper-reflectivité autonome qui s'accompagne d'une élévation brusque de la tension artérielle, tachycardie, céphalées, hyper-sudation, frissons, pilo-érection... Cette complication est souvent une réponse à un problème urinaire ou rectal, cutané, viscéral et doit être pris en charge très rapidement car le pronostic vital peut être engagé.
- **Les troubles vésico-sphinctériens et digestifs** : Chez les blessés médullaires, les troubles vésicaux sphinctériens sont de deux types incontinence urinaire ou dysurie. Leur principale complication sont les infections urinaires qui peuvent entraîner des lithiases puis des problèmes rénaux. Ces infections peuvent s'accompagner de fièvre, fatigue, d'une augmentation de la spasticité et entraîner une hyper-réflexie autonome. Au niveau digestif, le transit sera affecté pouvant provoquer des constipations.

- **Les troubles génito-sexuels** : Chez l'homme une lésion médullaire entraîne des troubles de l'érection et de l'éjaculation ainsi qu'une diminution de la fertilité. Chez la femme, la sensibilité vaginale et périnéale sera altérée.
- **Les troubles cutanés** : La principale complication au niveau de la peau sont les escarres liées aux troubles sensitifs et moteurs et causées par une position allongée ou station assise prolongée avec hyper appui sur certaines zones du corps.
- **Les troubles neuro-orthopédiques** : Un des principaux troubles chez le blessé médullaire est la spasticité ainsi que les rétractions musculaires qui peuvent entraîner des déformations (flexum de genou et hanche, varus équin du pied). Ces lésions entraîneront aussi une ostéoporose, une atrophie musculaire s'accompagnant d'une augmentation de la masse grasse. Une autre de ces complications est les para-ostéo-arthropathies neurogènes (ossification des parties molles péri-articulaires) qui entraîneront des limitations au niveau des amplitudes articulaires. De plus, au long terme, des problèmes d'épaule et des syndromes du canal carpien peuvent survenir à cause du surmenage des membres supérieurs lors des transferts et lors d'un mauvais maniement du fauteuil roulant.
- **Des douleurs** : Au niveau des douleurs elles peuvent être musculaires, articulaires et osseuses au niveau sus-lésionnel à cause du surmenage ou de type neuropathique comme des paresthésies (fourmillements, picotements...) ou des dysesthésies (douleurs à type de décharges électriques, brulures...) sous le niveau lésionnel.

A ces complications peuvent s'ajouter des problèmes psychologiques comme la **dépression** et l'**anxiété**. En effet, environ 20 à 30% des blessés médullaires présentent des signes de dépression ce qui peut avoir des répercussions négatives sur l'état de santé du patient [21].

1.1.8. Classification internationale des lésions médullaires

Le gold standard de l'évaluation des blessés médullaires est l'outil « International Standards For Neurological Classification of Spinal Cord injury » (ISNCSCI), en français « les normes internationales pour la classification neurologique des lésions de la moelle épinière », publié par l'American Spinal Injury Association (ASIA) en association avec l'International Spinal Cord Society (ISCoS) (*Annexe 1*) [18].

C'est un outil validé, qui permet la classification des blessés médullaires en évaluant le niveau d'atteinte et le caractère complet ou incomplet de la lésion au travers de l'échelle de sévérité ou déficience AIS (ASIA Impairment Scale). Il a aussi un intérêt pronostique sur la récupération du patient. Il est effectué dans les 24 heures qui suivent son admission, renouvelé 48h après et une fois par mois environ afin de voir s'il y a eu une évolution ou pas. Une lésion incomplète, une épargne sacrée, une zone de préservation partielle étendue et une sensibilité à la pique sous la lésion sont des facteurs pouvant entraîner un pronostic favorable.

Il faut dans un premier temps évaluer le niveau sensitif et le niveau moteur du patient pour permettre de déterminer le niveau neurologique.

- **Niveaux sensitifs droit et gauche :**

« Pour chaque côté du corps, le niveau sensitif est le dermatome intact le plus caudal (dernier niveau côté à 2) pour les tests au toucher léger et à la piqure » [18].

Le niveau sensitif peut être différent à droite et à gauche.

Pour cela, on fait l'examen des points clés des 28 dermatomes (de C2 à S4-5) de chaque côté du corps [22]. On teste 2 aspects de la sensibilité, le toucher léger (à l'aide d'un coton) et la piqure (à l'aide d'une épingle de sûreté). Cet examen est effectué de façon caudo-rostrale et la face du patient sera la zone de référence.

Cette cotation se fait sur une échelle à 3 niveaux :

- 0 : absente (anesthésie)
- 1 : anormale (hypoesthésie ou hyperesthésie)
- 2 : normale
- NE : non évaluable

Au niveau de S3/S4/S5 c'est le médecin qui teste la sensibilité, c'est lui aussi qui évalue la sensibilité anale profonde.

- **Niveaux moteurs droit et gauche :**

« Pour chaque côté du corps, le niveau moteur sera défini par le muscle clé le plus bas ayant une cotation d'au moins 3 en décubitus dorsal pour autant que la fonction motrice des muscles-clés situés au-dessus de ce niveau soit jugée intacte (cotation 5) » [18].

Le niveau moteur peut être différent à droite et à gauche.

La lésion médullaire étant une atteinte du SNC on fait un bilan musculaire par fonction. Cette évaluation de la fonction motrice est effectuée sur 10 groupes musculaires clés qui correspondent à 10 myotomes, 5 au niveau du membre supérieur et 5 au niveau du membre inférieur [23]. Cet examen est effectué à droite et à gauche de façon rostro-caudale, le patient étant en décubitus dorsal.

Les 5 fonctions clés du membre supérieur :

- C5 : fléchisseurs du coude
- C6 : extenseurs du poignet
- C7 : extenseurs du coude
- C8 : fléchisseurs des doigts
- T1 : abducteurs du 5^{ème} doigt

Les 5 fonctions clés du membre inférieur :

- L2 : fléchisseurs de hanche
- L3 : extenseurs du genou
- L4 : fléchisseurs dorsaux de la cheville
- L5 : extenseurs du gros orteil (hallux)
- S1 : fléchisseurs plantaires de la cheville

L'évaluation de la fonction motrice est basée sur une échelle à 6 niveaux :

- 0 : absence de contraction / paralysie totale
- 1 : contraction visible ou palpable
- 2 : mouvement actif, dans toute l'amplitude, sans l'action de la pesanteur
- 3 : mouvement actif, dans toute l'amplitude, contre l'action de la pesanteur

- 4 : mouvement actif, dans toute l'amplitude, contre pesanteur et contre résistance modérée
- 5 : mouvement actif, dans toute l'amplitude, contre la pesanteur et contre forte résistance
- NE : non évaluable

Le médecin vérifie la présence ou non de la contraction anale volontaire.

- **Niveau neurologique (niveau lésionnel) :**

Le niveau neurologique est un niveau unique qui est défini grâce aux niveaux sensitifs et aux niveaux moteurs précédemment évalués.

En effet, il correspond « *au segment le plus caudal où les fonctions sensitives sont intactes et la force musculaire contre gravité est présente (3 ou plus), pour autant que les fonctions motrices et sensitives rostrales sont intactes. C'est le plus céphalique des niveaux sensitifs et moteurs déterminés aux étapes 1 et 2* » [18].

Dans un second temps, on va devoir définir le caractère complet ou incomplet de la lésion puis déterminer le grade selon l'échelle de sévérité ASIA : AIS (ASIA Impairment Scale).

- **Lésion complète ou incomplète :**

La lésion est dite complète s'il n'y a pas de contraction anale volontaire, si la sensibilité au toucher léger et à la pique est cotée à 0 dans les derniers segments sacrés (S4-S5) et si le sujet n'a aucune sensation lors de l'examen de la pression anale profonde.

La lésion est dite incomplète, s'il existe une préservation de la fonction sensitive et/ou motrice dans les derniers segments sacrés (S4-S5).

- **Grade selon l'échelle de sévérité AIS [18] :**

ASIA A = lésion complète : lorsqu'il y a absence de fonction sensitive ou motrice dans les segments S4-S5.

ASIA B = lésion sensitive incomplète : lorsque la fonction sensitive (mais pas motrice) est préservée sous le niveau neurologique y compris dans les segments sacrés S4-S5, mais que la fonction motrice est absente au-delà de trois niveaux sous le niveau moteur de chaque côté du corps.

ASIA C = lésion motrice incomplète : lorsque la fonction motrice est préservée au niveau des segments sacrés les plus distaux pour la contraction anale volontaire OU lorsque la fonction sensitive est préservée au niveau des segments sacrés S4-S5 pour le toucher léger, la pique et la pression anale profonde ET lorsqu'une fonction motrice est présente au-delà de trois niveaux sous le niveau moteur de chaque côté du corps. Il faut aussi que moins de la moitié des muscles clés sous le niveau neurologique ait une cotation supérieure ou égale à 3.

ASIA D = lésion motrice incomplète : lorsque la fonction motrice est préservée sous le niveau neurologique, et qu'au moins la moitié des muscles clés sous le niveau neurologique ont une cotation supérieure à 3.

ASIA E = normal : lorsque les fonctions motrices et sensitives sont normales alors que le patient avait des déficits antérieurs à cause d'une lésion médullaire documentée.

- **Zones de préservation partielle (ZPP) :**

Avant la révision de cet examen en 2019, les ZPP n'étaient définies que pour les lésions complètes (ASIA A). Maintenant cela s'applique aux lésions qui présentent une absence de fonction motrice (pas de contraction anale volontaire) OU sensitive (pas de sensibilité au toucher léger ni à la pique et pas de sensation lors de l'examen de la pression anale profonde) au niveau des segments S4-S5 et ne prend plus en compte les grades ASIA.

Ces zones correspondent aux derniers dermatomes et myotomes sous les niveaux moteurs et sensitifs qui sont partiellement innervés et sont des prédicteurs importants de la récupération neurologique [24].

1.2. Le réentraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps (Body Weight Supported Treadmill Training)

La rééducation de la marche sur tapis roulant avec un système d'allègement du poids du corps, appelé communément « body weight supported treadmill training » (BWSTT) dans la littérature, est une technique de rééducation non invasive utilisée en neurologie chez les patients blessés médullaires, notamment chez les blessés médullaires incomplets, qu'ils soient tétraplégiques ou paraplégiques ainsi que chez les patients victimes d'accidents vasculaires cérébraux, les patients parkinsoniens ou encore chez les enfants atteints de paralysie cérébrale.

Cette stratégie thérapeutique a été utilisée chez les personnes atteintes de LME pour la première fois dans les années 1990 après que des expériences effectuées sur des animaux, notamment chez les chats ayant une LME, aient montré qu'un travail de la marche sur tapis avec soulagement du poids et assistance manuelle entraîne une activité motrice et génère une réponse de marche qui s'améliore après plusieurs semaines d'entraînement intensif.

La moelle épinière présenterait un potentiel d'apprentissage moteur. Il existerait un réseau neuronal sensori-moteur vertébral pour la locomotion, appelé réseau locomoteur spinal, qui, par un entraînement à la marche de façon répété et intensif, pourrait être réactivé et généré des schémas de mouvements rythmique.

Le réapprentissage de la marche est basé sur les mécanismes intrinsèques de la moelle épinière pour générer un pas en réponse à une entrée afférente sensorielle associée à une tâche spécifique, soit la pratique intense et répétée de la marche. L'alternance de phases de mise en charge et de décharge répétées lors du cycle de marche, le mouvement des membres permet de générer des influx sensoriels afférents.

Grâce à la stimulation sensori-motrice, le réseau des neurones spinaux serait activé et permettrait de favoriser la plasticité neuronale. C'est donc une technique thérapeutique

basée sur la neuro-plasticité qui montre les capacités du SNC à s'adapter et se réorganiser après une lésion par l'expérience, les apprentissages et la répétition. Ce phénomène dépend cependant de la gravité de la lésion [25][26][27][28].

Cette technique est utilisée pour le réentraînement à la marche, pour travailler les différents paramètres de marche et pour travailler le schéma de marche. Le patient étant suspendu, ses membres inférieurs ne supportant pas tout son poids corporel, le travail de la marche serait facilité et sécurisé, ce qui permettrait de commencer la rééducation de la marche le plus tôt possible après une lésion médullaire en tenant compte des capacités du patient. Cela permettrait aussi d'augmenter la force musculaire des membres inférieurs [29][30].

Elle est aussi un moyen de verticalisation permettant au patient la station debout prolongée. La verticalisation peut montrer beaucoup de bénéfices en permettant de lutter contre l'ostéoporose, de prévenir le risque d'apparition d'escarres, de faciliter l'activité de l'appareil urinaire et digestif, de permettre une meilleure adaptation respiratoire et cardiovasculaire et permettre un entretien orthopédique.

La rééducation de la marche sur tapis roulant avec décharge partielle du poids du corps se fait sous la surveillance d'un ou plusieurs thérapeutes qui, par assistance manuelle, peuvent aider le patient.

De plus un équipement spécialisé est nécessaire, il est composé de [29][31]:

- Un système de suspension composé au bout d'un harnais avec sangles permettant l'allègement du poids du corps. Le harnais est passé autour des cuisses, du bassin et de l'abdomen du patient, il est ajusté et bien resserré à sa morphologie puis il est ensuite attaché au système de suspension. Ce système va permettre de verticaliser le patient et de supporter une partie de son poids.
- Un tapis de marche à vitesse réglable.
- Deux barres parallèles prolongeant les poignées du tapis de marche permettant d'avoir un plus grand point d'appui pour un meilleur équilibre et plus de sécurité.

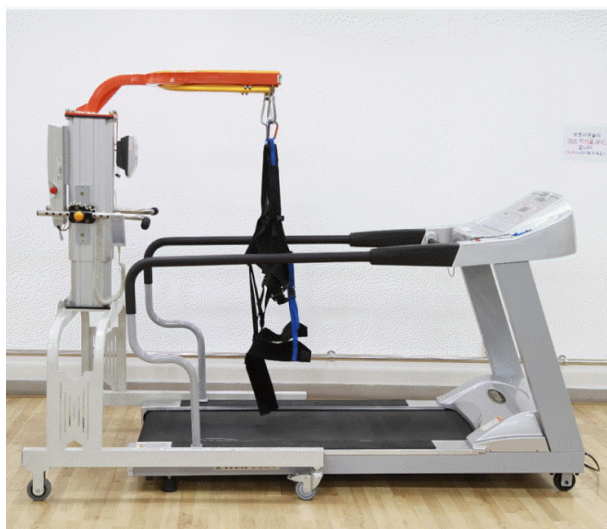


Figure 7 et 8 : L'équipement nécessaire au BWSTT
[29][28]

La quantité de soutien est comprise au départ entre 35% et 50% du poids corporel, avec, le plus souvent, un allègement de 40 %. Cet allègement dépend du niveau lésionnel et des capacités du patient, notamment à la capacité de se tenir debout sans que ses membres inférieurs ne se déforment lorsqu'une partie de son poids est soutenue. Au fur et à mesure de la rééducation, le but est de diminuer cet allègement [29][31][32].

La vitesse du tapis de marche est au départ assez lente puis au fur et à mesure des séances et selon les capacités du patient elle est augmentée progressivement permettant un rythme de marche de bonne qualité pour pratiquer une marche la plus physiologique possible.

Le nombre de séances et la durée d'entraînement est variable mais elle est souvent effectuée deux à cinq fois par semaine pendant 15 à 30 minutes.

Aucun protocole d'entraînement précis n'est déterminé, tout cela dépend des patients et de leurs capacités. Le but étant de pratiquer un réentraînement à la marche optimal qui contribue à l'apprentissage moteur [27][32].

D'autres équipements peuvent être couplés à ce type de rééducation comme la stimulation électrique fonctionnelle et des assistances robotisées comme les exosquelettes de type Lokomat. Cependant, ils ne seront pas étudiés dans cette revue.

Il existe certaines contre-indications à l'utilisation de cette technique de rééducation [29] :

- Lésions cutanées telles que des escarres pouvant être aggravées par le port du harnais.
- Fragilité osseuse avec risque important de fracture.
- Limitation articulaire et rétraction musculaire importantes pouvant limiter la station debout et la marche.
- Pathologies cardio-vasculaires non contrôlées avec risque de chute brutale de la tension artérielle, augmentation anormale de la fréquence cardiaque, stase veineuse...
- Insuffisance respiratoire.
- Dysrèflexie autonome.

Un bilan précis doit être effectué avant d'utiliser cette méthode de rééducation. De plus, les constantes du patient (fréquence cardiaque, tension artérielle, saturation en oxygène...) doivent être surveillées attentivement.

Cette technique de rééducation s'accompagne la plupart du temps d'une rééducation classique à base de renforcement, d'étirements, de postures et d'un entraînement cardio-vasculaire et respiratoire.

Cependant, l'utilisation du BWSTT peut présenter des limites pratiques. En effet, l'assistance de plusieurs thérapeutes peut être nécessaire ceux qui est assez contraignant car les établissements ne disposent souvent pas du personnel suffisant. De plus, le matériel nécessaire peut être coûteux notamment le système de suspension qui est assez spécifique à cette technique de rééducation.

1.3. Importance de cette revue

Une lésion médullaire est une affection qui va bouleverser et impacter de façon considérable la vie des patients et de leur entourage.

L'atteinte des fonctions motrices et donc l'incapacité ou la difficulté à marcher est l'une des conséquences la plus invalidante chez les patients blessés médullaires rendant les activités de la vie quotidienne plus compliquées et impactant de façon considérable leur qualité de vie. Le patient va pouvoir se retrouver en fauteuil roulant et devenir partiellement ou totalement dépendant de ce dernier.

Une étude menée auprès de patients blessés médullaires a montré que parmi toutes les conséquences et complications qu'entraîne une lésion de la moelle, la complication jugée la plus difficile à vivre est d'accepter la diminution voire la perte de la capacité de marcher et de bouger [33].

La restauration de la fonction de marche est donc une priorité pour les patients.

De ce fait, de nombreuses stratégies thérapeutiques ont été développées pour promouvoir l'activité locomotrice des patients blessés médullaires en plus du réentraînement à la marche classique sur sol tel que le réentraînement à la marche avec allègement du poids corporel et assistance manuelle sur tapis, le réentraînement avec des assistances robotisées (exosquelettes), des orthèses mécaniques, la stimulation électrique fonctionnelle...

L'intérêt de cette revue est d'observer les bénéfices que pourraient avoir le réentraînement à la marche avec allègement du poids corporel sur tapis avec assistance manuelle uniquement sur les fonctions de la marche par rapport à une rééducation conventionnelle et déterminer si cette stratégie thérapeutique est une technique sur laquelle peut se baser les thérapeutes.

Cette technique de rééducation permettrait aux patients n'ayant pas assez de force musculaire au niveau des membres inférieurs de pouvoir pratiquer un travail de la marche précoce, de façon intensive et en sécurité, avec un schéma de marche le plus physiologique possible et de recruter activement les muscles nécessaires à la marche ce qui pourrait donc avoir un effet thérapeutique durable [30].

1.4. Objectif de la revue de littérature (modèle PICO)

L'objectif de cette revue est de faire un état des lieux des données présentes dans la littérature sur la rééducation de la marche avec allègement du poids du corps afin de répondre à la question suivante :

Est-ce que le réentraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps, chez les patients blessés médullaires incomplets, permet d'améliorer de façon significative les paramètres de marche tel que la vitesse et la distance de marche, ainsi que la force musculaire par rapport à une rééducation classique ?

2. Méthode

Le sujet a été défini en Juillet 2020 et les études incluses ont été recherchées jusqu'en Janvier 2021.

2.1. Critères d'éligibilité des études pour cette revue

2.1.1. Schéma d'étude

Il existe différents schémas d'étude pour répondre aux différentes questions cliniques mais toutes les études n'ont pas la même valeur. Ainsi pour répondre au mieux à l'objectif de cette revue, qui s'intéresse à une question d'ordre thérapeutique, une recherche a été faite pour savoir quel est le schéma d'étude le plus approprié et avec le plus haut niveau de preuve pour répondre à ce type de question.

La table de classification des niveaux des preuves selon le « Oxford Centre for Evidence-Based Medicine de 2011 » (OCBEM) apparaît à ce jour comme le système de hiérarchisation des niveaux de preuves le plus complet [34]. En effet, ce système de classification hiérarchise les différents schémas d'étude selon leur niveau de preuve et selon le type de question clinique à laquelle s'intéresse la revue (thérapeutique, diagnostique, pronostique ou étiologique).

Ainsi, dans cette revue, répondant à une question d'ordre thérapeutique curatif s'intéressant à l'efficacité d'un traitement, seul des **essais contrôlés randomisés (ECR)** ont été retenus. En effet, selon l'OCEBM, ce schéma d'étude est celui considéré avec le plus haut niveau de preuve scientifique pour répondre à ce type de question.

Dans un ECR, un échantillon de la population ciblée est divisé en deux groupes, un groupe expérimental qui recevra le traitement étudié et un groupe contrôle qui ne recevra pas le traitement. Ces deux groupes sont homogènes, comparables car les individus inclus dans l'étude ont les mêmes caractéristiques et répondent aux mêmes critères d'éligibilité de l'essai mais différeront seulement par le traitement reçu. Ce qui est important, c'est que les personnes sont assignées aux deux groupes de façon aléatoire, cela s'appelle la randomisation et permet de limiter au maximum les biais de sélection et de répartir de façon homogène entre les deux groupes les facteurs pronostiques connus et inconnus susceptibles de faire changer les résultats. Cela permet d'avoir des groupes les plus comparables possibles et des résultats les plus fiables possibles [35][36]. Les autres schémas d'étude ont donc été exclus.

Seuls les ECR rédigés ou traduits en français, espagnol et anglais ont été inclus dans cette revue. L'anglais étant la langue internationale de la diffusion scientifique, le français et l'espagnol étant des langues couramment parlées par l'auteur de cette revue.

2.1.2. Population

Cette revue s'intéresse à des patients présentant des lésions médullaires incomplètes, c'est-à-dire avec un score ASIA B, C ou D ; qu'ils soient paraplégiques ou tétraplégiques et qu'ils soient en phase aiguë ou chronique. De même, les lésions médullaires peuvent être aussi bien d'origine traumatique que d'origine non traumatique.

Seules les études s'intéressant aux personnes adultes (âge minimal de 16 ans dans certains pays) ont été incluses. Celles s'intéressant aux enfants et aux adolescents ont été exclues.

2.1.3. Intervention

Dans cette revue, nous nous intéressons à l'intérêt de l'entraînement de la marche sur tapis roulant avec allègement du poids du corps ou BWSTT en anglais. Seules les études utilisant cette intervention sous la surveillance et/ou l'assistance de thérapeutes ont été incluses. De plus, l'utilisation d'orthèses pour les membres inférieurs comme les orthèses de type releveur de pied a été acceptée. Le groupe expérimental peut recevoir en plus du BWSTT une rééducation conventionnelle.

Cependant, les études qui s'intéressent à l'utilisation du BWSTT couplé à une autre intervention comme une assistance robotisée de type orthèse de marche robotisée, un exosquelette ou à de la stimulation électrique fonctionnelle ont été exclues.

2.1.4. Comparateur

Le groupe contrôle, comparable au groupe traité, diffère seulement par le traitement reçu, et ne doit donc pas recevoir le traitement étudié c'est-à-dire le BWSTT.

Cependant, les traitements suivants comme une rééducation classique, un traitement usuel à base d'étirements, de mobilisations, de postures, de renforcement musculaire et de réentraînement à la marche classique sur sol avec ou sans allègement corporel et avec ou sans stimulation électrique ont été acceptés.

2.1.5. Critères de jugement

Le but de cette revue est d'étudier l'intérêt de l'entraînement de la marche sur tapis roulant avec allègement corporel. Ainsi les critères de jugement sont les paramètres de marche (vitesse de marche et distance parcourue) mais aussi la force musculaire et la capacité de marche (niveau d'indépendance fonctionnelle).

2.2. Méthodologie de recherche des études

2.2.1. Sources documentaires investiguées

Plusieurs bases de données scientifiques ont été investiguées, dont la principale a été PubMed. La deuxième base de données utilisée a été PEDro, puis LISSa et enfin Kinedoc.

2.2.2. Équation de recherche et mots clés

Dans un premier temps, une liste de mots clés correspondant à notre question a été établie. Pour ce faire, le site HeTOP, développé par les équipes du CHU de Rouen, a été utilisé pour identifier les termes MeSH qui sont des mots clés hiérarchisés et terminologies très utilisées pour l'analyse documentaire. Le MeSH (Medical Subject Headings) est défini comme « un

thésaurus biomédical publié et mis à jour par la National Library of Medicine (US), et utilisé notamment pour l'indexation des références bibliographiques de MEDLINE/PubMed » [37].

Les **mots clés** sont les suivants :

- Spinal cord injury, désignant les lésions médullaires
- Body weight supported treadmill training désignant l'intervention
- Walking, désignant la marche

Ensuite, afin d'avoir une équation de recherche avec le moins de silence possible, c'est-à-dire une équation trop restrictive qui pourrait nous faire passer à côté d'articles intéressants pour notre sujet, les **synonymes** et les **abréviations** les plus utilisés des mots clés ont été recherchés dans la littérature et grâce au site HeTOP qui fournit une liste de synonymes des mots clés.

Les synonymes et abréviations de « spinal cord injury » sont les suivants : spinal cord injuries, spinal cord injured, SCI, paraplegic, paraplegia, quadriplegic, quadriplegia, tetraplegic, tetraplegia, spinal cord trauma, spinal cord traumas, traumatic myelopathies, traumatic myelopathy, spinal cord contusion, spinal cord compression, spinal cord transection.

Les synonymes et abréviations de « body weight supported treadmill training » sont les suivants : BWSTT, body weight supported training, BWST, partial body weight supported treadmill training, overhead suspension treadmill training, body weight supported locomotor training et BWSLT.

Les synonymes de « walking » sont les suivants : ambulation, locomotion, gait, gait rehabilitation, gait adaptation, gait training, locomotor training, locomotor adaptation, locomotor rehabilitation, walk rehabilitation, walk adaptation, walking rehabilitation, walking adaptation, gait recovery, gait restoration.

Une fois tous les mots-clés, synonymes et abréviations trouvés une recherche avancée a été faite et chaque terme a été recherché dans le champ « all fields ».

Les synonymes de chaque mot clé ont été assemblés grâce à l'opérateur booléen OR.

Ce qui nous a permis d'obtenir trois sous-parties qui ont ensuite été assemblées grâce à l'opérateur booléen AND.

Tout ce processus nous a permis d'obtenir l'équation de recherche définitive suivante :

```
((((((((((((((((((Spinal Cord injury) OR (Spinal Cord injuries)) OR (Spinal Cord injured)) OR (SCI)) OR (paraplegic)) OR (paraplegia)) OR (quadriplegic)) OR (quadriplegia)) OR (tetraplegic)) OR (tetraplegia)) OR (Spinal Cord trauma)) OR (Spinal Cord traumas)) OR (traumatic myelopathies)) OR (traumatic myelopathy)) OR (Spinal Cord contusion)) OR (Spinal Cord compression)) OR (Spinal Cord transection)) AND (((((((((((((((body weight supported treadmill training) OR (BWSTT)) OR (body weight supported training)) OR (BWST)) OR (partial body weight supported treadmill training)) OR (body weight supported locomotor training)) OR (overhead suspension treadmill training)) OR (BWSLT))) AND (((((((((((((((walking) OR (ambulation)) OR (locomotion)) OR (gait)) OR (gait rehabilitation)) OR (gait adaptation)) OR (gait training)) OR (locomotor training)) OR (locomotor adaptation)) OR (locomotor rehabilitation)) OR (walk rehabilitation)) OR (walk adaptation)) OR (walking rehabilitation)) OR (walking adaptation)) OR (gait recovery)) OR (gait restoration))
```

Cette équation de recherche a été utilisée notamment dans la base de données PubMed. Pour les autres bases de données, cette équation était trop restrictive et a donc été adaptée. Par ailleurs, dans certaines bases de données seuls les mots clés ont été utilisés.

2.3. Méthode d'extraction et d'analyse des données

2.3.1. Méthode de sélection des études

Un protocole classique de sélection des études a été suivi afin d'inclure dans notre revue les études répondant strictement à nos éléments PICO répondant à notre question clinique.

Dans un premier temps, les articles ont été **sélectionnés sur la base du titre**. Dans cette étape, les articles ne correspondant pas à la population ciblée, n'étudiant pas la bonne intervention ou n'analysant pas les bons critères de jugement ont été exclus. Cependant, en cas de doute, lorsque l'intitulé du titre était peu précis et ne donnait pas assez d'information l'étude était conservée pour ne pas exclure des articles potentiellement intéressants et pour être soumis à une analyse plus complète. De plus, grâce à la lecture des titres une **suppression des doublons** a été réalisée.

Les études conservées jusqu'ici ont ensuite été analysées grâce à la **lecture de l'abstract**. La lecture du résumé de l'étude nous a permis d'exclure les études ne répondant pas aux éléments PICO de notre question clinique. De plus, si le schéma d'étude n'était pas le bon l'étude était aussi exclue. De même que pour la phase précédente, en cas de doute, l'étude était conservée pour être soumise à une analyse finale.

Enfin, les études sélectionnées jusqu'ici, ont été soumises à une **lecture intégrale** afin de ne garder que les études qui correspondent strictement à tous nos critères d'inclusion et d'exclusion et à nos éléments PICO. Ainsi, cette étape nous a permis d'obtenir les études les plus pertinentes et qui ont donc été incluses pour être analysées.

De plus, une dernière étape a été effectuée, cette étape fut la **lecture de chaque bibliographie des études incluses**. Cela nous a permis de s'assurer qu'aucun article intéressant ne soit exclu de notre revue et de permettre une association par effet boule de neige d'articles répondant à notre question.

2.3.2. Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

L'évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées est une étape importante dans la construction d'une revue systématique.

C'est la **validité interne**, c'est-à-dire le niveau de preuve intrinsèque d'une étude, qui correspond à la qualité méthodologique de la réalisation d'une étude pour répondre à sa question et qui permet de s'assurer que le résultat est fiable et le moins biaisé possible [36].

La qualité méthodologique d'une étude est donc affectée directement par des biais.

Un biais est une cause d'erreur systématique, volontaire ou non, pouvant entraîner une sous-estimation ou au contraire une surestimation des résultats d'une étude et donc de la réelle efficacité d'une intervention.

Les différents biais importants à rechercher dans un ECR sont les suivants [35][36] :

- **Biais de sélection** : ce biais apparaît lorsque les caractéristiques de l'échantillon ne sont pas identiques à celles de la population ciblée, c'est-à-dire que l'échantillon est non représentatif ou alors lorsque les deux groupes comparés, expérimental et contrôle, ne sont pas identiques et ne répondent pas aux mêmes critères d'éligibilité d'inclusion au début de l'étude, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas comparables initialement.
- **Biais d'allocation** : lorsque les participants de l'étude n'ont pas été assignés dans les deux groupes de façon aléatoire.
- **Biais de performance** : lorsqu'une différence apparaît entre les deux groupes dans l'administration des soins en dehors de l'intervention étudiée dans l'essai.
- **Biais de détection ou de mesure** : lorsqu'une différence apparaît entre les deux groupes lors de l'évaluation des critères de jugement et dans la manière dont ils sont évalués.
- **Biais d'attrition** : correspond à l'absence d'analyse lors de l'évaluation finale des participants, initialement inclus dans l'essai et randomisés, sorti de l'essai au cours du temps pour différentes raisons.

Notre revue n'incluant que des ECR, c'est l'**échelle PEDro** (*Annexe 2*) [38] qui a été utilisée pour évaluer la qualité méthodologique et donc coter la validité interne et évaluer le risque de biais des études sélectionnées.

Cette échelle est constituée de 11 critères :

- Le premier critère est lié à la validité externe.
- Les critères 2 à 9 permettent d'identifier les ECR susceptibles d'avoir une bonne validité interne.
- Les critères 10 et 11 permettent d'évaluer si l'étude présente assez d'informations statistiques permettant d'interpréter correctement les résultats.

Chaque critère est évalué par oui (1 point) ou par non (0 point), le point n'est accordé que si le critère est clairement respecté et rapporté. Cela permet d'obtenir un score total sur 10 car le premier critère, lié à la validité externe, n'est pas pris en compte dans le résultat final.

Les résultats de l'évaluation des risques de biais de chaque étude ont été synthétisés sous forme de tableau.

La **validité externe** correspond au degré d'applicabilité ou au degré de généralisation des résultats de l'essai à l'ensemble de la population ciblée [36]. Elle est appréciée en vérifiant que la question de l'étude analysée est appropriée et assez proche de notre questionnement. Le premier critère de l'échelle PEDro, à savoir si la source de recrutement et les critères d'éligibilité des participants des études ont bien été précisées, nous permet entre autres de vérifier cela.

2.3.3. Extraction des données

Les données importantes des différentes études incluses ont été extraites sous forme de tableaux. Cela permet de visualiser les similarités et les différences de chaque étude.

Les données suivantes de chaque étude ont été extraites :

- Références des études : titre, nom des auteurs et année de publication
- Schéma d'étude
- Caractéristiques de la population : nombre de participants, âge, temps depuis la lésion, niveau de la lésion et grade selon l'échelle de sévérité AIS (score ASIA) et critères d'éligibilité (critères d'inclusion et d'exclusion)
- Description de l'intervention du groupe traité/expérimental et du groupe contrôle
- Critères de jugement analysés et les outils de mesure utilisés

Les résultats des études sont synthétisés sous forme de tableaux, chaque critère de jugement est étudié indépendamment. Pour chacun des critères nous avons fait apparaître les valeurs suivantes quand elles étaient disponibles ou quand y avait une possibilité de les calculer :

- **La différence inter-groupe.** C'est la différence qui existe sur un critère de jugement donné, à une date donnée, entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. Cette valeur reflète la taille de l'effet.
- **L'intervalle de confiance à 95 % (IC).** C'est la zone d'incertitude de cette différence qui permet de connaître la mesure probablement réelle sur la population générale et pas seulement sur l'échantillon étudié. Il permet d'estimer la taille de l'effet d'une intervention, c'est-à-dire de savoir si la différence observée entre les deux groupes traités est importante. L'effet est significatif quand l'IC ne contient pas la valeur nulle « 0 ». On aura alors 95% de chance pour que la moyenne des différences intergroupe soit dans cet intervalle. Dans ce cas, l'IC permet de définir si le traitement analysé est en faveur de l'un ou de l'autre des deux groupes.
- **La valeur « p ».** Elle permet de savoir si un résultat est statistiquement significatif et d'estimer la probabilité que le résultat obtenu ne soit seulement dû qu'au hasard. Il existe un seuil de tolérance de 5% pour cette valeur. Ainsi lorsque $p < 0,05$ le résultat est qualifié de « statistiquement significatif », il y a moins de 5% de chance que la différence observée ne soit due qu'au hasard. Au contraire, si $p > 0,05$ le résultat est qualifié de « statistiquement non significatif », la probabilité pour que le hasard soit à l'origine de la différence observée est trop importante.

Ces résultats permettent d'évaluer la signification statistique. Lorsqu'elle est prouvée, l'évaluation de la signification clinique devient intéressante afin de définir si la différence obtenue, en plus d'être statistiquement significative, à un intérêt clinique.

2.3.4. Méthode de synthèse des résultats

Pour cette revue, une synthèse qualitative et donc descriptive des résultats a été privilégiée du fait de l'hétérogénéité des données. En effet, les protocoles d'entraînement des groupes expérimentaux (durée d'entraînement, fréquence, allègement corporel...) et des groupes contrôles (différents traitements utilisés) sont assez variés d'une étude à l'autre. De plus, les participants de chaque étude n'ont pas tous les mêmes caractéristiques. Certaines études évaluent les effets du traitement en phase chronique, d'autres en phase aiguë ; les niveaux de lésion ne sont pas toujours identiques d'une étude à l'autre...

Tout cela nous a conduit à faire une analyse qualitative des études incluses.

3. Résultats

3.1. Description des études

3.1.1. Diagramme de flux

Le diagramme de flux suivant décrit le déroulement de la recherche bibliographique et le processus de sélection des études incluses dans la revue de littérature.

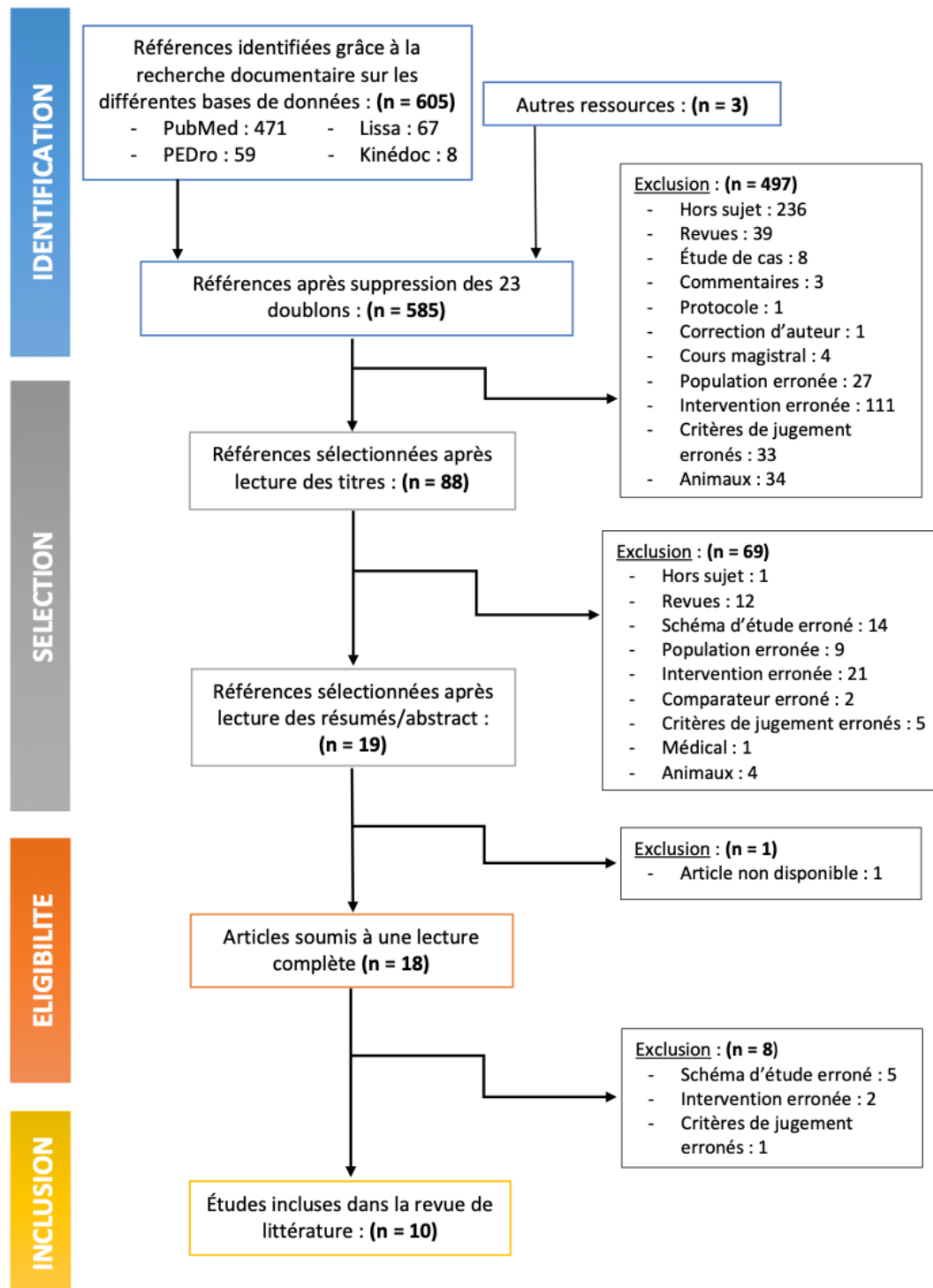


Figure 9 : Diagramme de flux

3.1.2. Résultats de la recherche

La recherche documentaire effectuée sur les différentes bases de données suivantes : Pubmed, PEDro, Lissa et Kinédoc nous a permis de référencer 605 articles. De plus, grâce à la lecture des bibliographies des études incluses et par effet boule de neige 3 articles susceptibles de répondre à notre question ont été identifiés et comptabilisés dans « autres ressources ». Un total de 608 articles a donc été identifiés pour être ensuite analysés.

3.1.2.1. Études exclues après lecture du titre et de l'abstract

La lecture des titres des articles nous a permis d'exclure 23 doublons et 497 références ne répondant pas à notre question clinique.

Les 88 articles restants après lecture des titres ont été soumis à une lecture de leur abstract, cela nous a permis d'exclure 69 articles. Un tableau présent en annexe référence les articles exclus et leur motif d'exclusion (*Annexe 3*).

Un total de 19 études reste donc éligible pour être soumis à une lecture complète.

3.1.2.2. Études exclues après lecture complète

Sur les 19 études soumises à une lecture complète seules 18 ont pu être analysées du fait de l'impossibilité à trouver un article (*Hornby2007* [39]).

Parmi ces 18 études, 8 ont été exclues. Les références de ces études et leur motif d'exclusion sont énoncés dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Références et motifs d'exclusion des articles exclus après lecture complète

Études exclues	Motif d'exclusion
Wernig A. 1992 [40]	Schéma d'étude erroné : série de cas
Wernig A. 1998 [41]	Schéma d'étude erroné : série de cas
Hicks AL. 2005 [42]	Schéma d'étude erroné : série de cas
Lucareli PR. 2008 [43]	Schéma d'étude erroné : série de cas
Field-Fote EC. 2005 [44]	Schéma d'étude erroné : étude préliminaire à l'étude « Field-Fote 2011 »
Jones ML 2014 [45]	Intervention erronée : Traitement individualisé pour chaque patient selon ses capacités fonctionnelles → entraînement locomoteur avec assistance robotisée (Lokomat) ou avec assistance manuelle et recours à la stimulation électrique fonctionnelle si besoin
Lotter JK. 2020 [46]	Intervention erronée : tous les patients n'ont pas eu recours à un allègement du poids du corps lors de la marche sur tapis
Nooijen CF. 2009 [47]	Critères de jugement erronés : cadence (pas/min), longueur de pas, longueur de foulée, indice de symétrie, coordination intramusculaire
Hornby TG. 2007 [39]	Article non disponible

3.1.2.3. Études incluses dans la revue de littérature

Tout le processus de sélection nous a permis de référencer 10 études répondant à notre question clinique et aux critères d'inclusion de notre PICO. Le tableau suivant référence ces études.

Tableau 2 : Références des articles inclus après lecture complète

Auteurs	Titre
Piira et al 2019 [48]	"Manually assisted body-weight supported locomotor training does not re-establish walking in non-walking subjects with chronic incomplete spinal cord injury: A randomized clinical trial"
Senthilvelkumar et al 2015 [49]	"Comparison of body weight-supported treadmill training versus body weight-supported overground training in people with incomplete tetraplegia: a pilot randomized trial"
Alexeeva et al 2011 [50]	"Comparison of training methods to improve walking in persons with chronic spinal cord injury: a randomized clinical trial"
Yang et al 2014 [51]	"Repetitive mass practice or focused precise practice for retraining walking after incomplete spinal cord injury? A pilot randomized clinical trial"
Field-Fote et al 2011 [52]	"Influence of a locomotor training approach on walking speed and distance in people with chronic spinal cord injury: a randomized clinical trial"
Lucareli et al 2011 [53]	"Gait analysis following treadmill training with body weight support versus conventional physical therapy: a prospective randomized controlled single blind study"
Dobkin et al 2006 [54]	"Weight-supported treadmill vs over-ground training for walking after acute incomplete SCI"
Dobkin et al 2007 [55]	"The evolution of walking-related outcomes over the first 12 weeks of rehabilitation for incomplete traumatic spinal cord injury: the multicenter randomized Spinal Cord Injury Locomotor Trial"
Gupta et al 2009 [56]	"Comparison of gait performance of spinal cord injury subjects : body weight supported treadmill training versus overground gait training"
Sadeghi et al 2014 [57]	"The effects of body weight supported training exercises on functional ambulation profile in patients with paraplegic spinal cord injury"

3.1.3. Description des études incluses dans la revue de littérature

Une synthèse des 10 études incluses est présentée dans le *tableau 3*.

En annexe, se trouve une analyse plus complète et détaillée des caractéristiques de chaque étude incluse (*Annexe 4*).

Tableau 3 : Synthèse des caractéristiques des études incluses

Etude	Population	Intervention (Groupe A)	Comparateur (Groupe B)	Critères de jugement
Piira 2019 [48] ECR	- N = 18 (analysés)/20 (randomisés) - Age : 18 - 70 ans - LM chronique $\geq$ 2 ans - LM incomplète : score ASIA C ou D - Sujets principalement dépendants d'un fauteuil roulant avec ou sans capacité de marche	- BWSTT : allègement du poids du corps $<$ à 40% au départ puis diminué au cours de l'étude - Mobilisation et étirement des tissus mous avant et après chaque session - Entraînement au sol - Exercices à domicile entre les périodes d'entraînement <u>Fréquence et durée d'entraînement :</u> 2x/jour (j) soit environ 90 minutes/j ; 5j/semaines pendant 12 semaines	- Mobilisation passive des articulations des membres inférieurs - Étirements - Entraînement à la marche sur sol - Entraînement en salle de sport	- Vitesse de marche : 10MWT à vitesse maximale - Distance de marche : 6MWT - Force musculaire : LEMS - Équilibre dynamique : échelle de Berg - Contrôle postural assis : test MFR - Capacités aérobiques/Absorption maximale d'oxygène (VO2max) : testée sur un ergomètre à bras à l'aide d'un spiromètre standard informatisé à circuit ouvert <u>Évaluation</u> : avant le début de l'étude et 2 à 4 semaines après la dernière semaine d'entraînement
Senthilvelku-mar 2015 [49] ECR	- N = 14/16 - Age : 18 - 60 ans - LM traumatique - Niveau neurologique entre C5 et C8 - LM incomplète (ASIA C) - Lésion médullaire $\leq$ 2 ans - Capacité à s'asseoir indépendamment sur un lit et à se tenir debout pendant une heure avec un cadre et sans hypotension orthostatique	- BWSTT : allègement du poids du corps d'environ 40% au départ puis diminué - Étirements - Renforcement membres et tronc - Travail de l'équilibre - Entraînement fonctionnel <u>Fréquence et durée d'entraînement :</u> 30 minutes/jour, 5j/semaine pendant 8 semaines	- BWS overground training : entraînement à la marche sur sol avec allègement corporel - Étirements - Renforcement membres et tronc - Travail de l'équilibre - Entraînement fonctionnel <u>Fréquence et durée d'entraînement :</u> 30 minutes/jour, 5j/semaine pendant 8 semaines	- Capacité de marche / niveau fonctionnel : WISCI II - Force musculaire : LEMS <u>Évaluation</u> : au départ de l'étude et après 8 semaines d'entraînement

Alexeeva 2011 [50] ECR	- N = 35/40 - Age : 16 - 70 ans - LM $\geq$ 1 an - LM incomplète : score ASIA C ou D - Niveau lésionnel : au-dessus ou au niveau de T10 - Mouvements volontaires présents au moins dans une jambe - Capacité à se lever avec aide modérée et avancer au moins une jambe	BWSTT : allègement du poids du corps de 30% au départ puis diminué <u>Fréquence et durée d'entraînement :</u> - 1h/j, 3x / semaine pendant 13 semaines	Rééducation conventionnelle à base de : - Marche - Travail de l'équilibre - Renforcement musculaire - Étirements - Travail cardio-vasculaire <u>Fréquence et durée d'entraînement :</u> - 1h/j, 3x / semaine pendant 13 semaines	- Vitesse de marche : 10MWT à vitesse maximale - Force musculaire : ASIA International Standard Manual Muscle Test (MMT = UEMS + LEMS) - Indépendance fonctionnelle AVQ : FIM - Équilibre : test de Tinetti - Qualité de vie : questionnaires SAWS et "SF-36 Short-Form Health Survey" - Forme physique et absorption maximale d'oxygène : test d'exercice maximal gradué du haut du corps (GXT) <u>Évaluation :</u> avant le début de l'entraînement et après sa fin
Yang 2014 [51] ECR en cross-over	- N = 20/22 - Age : 21 - 65 ans - LM $\geq$ 7 mois - LM d'origine traumatique ou médicale - Niveau lésionnel : entre C1 et L1 - Capacité à marcher de manière autonome $\geq$ 5 m avec une aide à la marche et /ou appareil orthopédique	Entraînement d'endurance : BWSTT <u>Fréquence et durée d'entraînement :</u> 1 heure/j, 5 x/ semaine, pendant 2 mois.	Entraînement de précision → parcours de marche sur sol avec enjambement d'obstacles de différentes hauteurs et marche sur des cibles de différentes tailles <u>Fréquence et durée d'entraînement :</u> 1 heure/j, 5 x/ semaine, pendant 2 mois	- Capacité de marche : SCI-FAP - Distance de marche : 6MWT - Vitesse de marche : 10MWT à vitesse sélectionnée par le patient et à vitesse maximale - Capacité de marche/niveau fonctionnel : WISCI II auto-sélectionné et maximum - Confiance du sujet lors de la marche : « Activities specific balance confidence scale » - Dépression : Center for epidemiologic studies-depression scale <u>Évaluation :</u> avant le début de l'étude puis une fois par mois par la suite

Field-Fote 2011 [52] ECR	- N = 64/74 - LM chronique ≥ 1 an - LM incomplète motrice : score ASIA C ou D - Niveau lésionnel : au niveau ou au-dessus de T10 - Fonction de marche minimale : aptitude à faire au moins un pas - Aptitude à se mettre en position debout avec aide modérée d'une tierce personne autorisée	BWSTT : allègement du poids du corps $\leq 30\%$ au départ puis diminué <u>Fréquence et durée d'entraînement</u> : 5 j / semaine pendant 12 semaines	Entraînement à la marche sur sol avec allègement corporel $\leq 30\%$ et stimulation électrique des nerfs fibulaires communs <u>Fréquence et durée d'entraînement</u> : 5 j / semaine pendant 12 semaines	- Vitesse de marche : 10MWT à vitesse maximale - Distance de marche : 2MWT - Force musculaire : LEMS <u>Évaluation</u> : avant le début de l'étude puis à la fin des 12 semaines.
Lucareli 2011 [53] ECR	- N = 24/30 - Age : 18 - 59 ans - LM < 12 mois - LM incomplète : score ASIA C ou D - LM traumatique - Patients capables de marcher - Légère spasticité acceptée (score ≤ 2 sur l'échelle d'Ashworth modifiée)	- BWSTT : allègement du poids du corps < à 40% au départ puis diminué - Étirement passif des membres inférieurs - Mobilisation passive hanches, genoux et chevilles <u>Fréquence et durée d'entraînement</u> : 30 séances de 30 minutes 2 séances /semaines	- Entraînement à la marche sur sol, entre les barres parallèles - Étirement passif des membres inférieurs - Mobilisation passive hanches, genoux et chevilles <u>Fréquence et durée d'entraînement</u> : 30 séances de 30 minutes 2 séances /semaines	- Vitesse de marche ($m s^{-1}$) : à vitesse confortable - Distance parcourue (m) - Temps du cycle de marche (s) - Temps de la phase d'appui (% du cycle de marche) - Temps de la phase oscillante (% du cycle de marche) - Longueur du pas (cm) - Cadence (pas/minute) - Variables angulaires ($^{\circ}$) Évaluation sur une piste de 4 mètres par système de vidéogrammétrie <u>Évaluation</u> : au départ puis à 12 semaines d'entraînement

Gupta 2009 [56] ECR	- N = 30 participants randomisés mais pas de précision sur le nombre de participants auprès de qui les mesures ont été obtenues. - Age : 20 - 50 ans - LM incomplète : score ASIA C ou D - LM depuis plus de 6 mois - Capacité à se déplacer sur au moins 10 mètres sans appareil orthopédique et avec ou sans aide à la marche	- Étirements des membres inférieurs - BWSTT - Entraînement à la marche sur sol <u>Fréquence et durée d'entraînement</u> : 1 heure d'entraînement x 5 jours / semaine pendant 4 semaines	- Étirements des membres inférieurs - Entraînement à la marche sur sol <u>Fréquence et durée d'entraînement</u> : 1 heure d'entraînement x 5 jours / semaine pendant 4 semaines	- Vitesse de marche : 10MWT - Cadence - Longueur de pas - Longueur de foulée - Symétrie des pas - Capacité de marche / niveau fonctionnel : WISCI II <u>Évaluation</u> : au départ et à la fin des 4 semaines d'entraînement.
Sadeghi 2014 [57] ECR	- N = 17/20 - Patients paraplégiques - LM incomplète : score ASIA B ou C - LM traumatique - LM depuis plus de 6 mois	- Échauffement sur vélo - Étirements passifs - BWSTT avec allègement corporel de 50% au départ puis diminué <u>Fréquence et durée d'entraînement</u> : 4 séances / semaine de 60 minutes pendant 12 semaines	- Échauffement à base d'étirements passifs - Mobilisation des articulations des membres inférieurs - Renforcement - Entraînement à la marche sur sol - Exercices fonctionnels <u>Fréquence et durée d'entraînement</u> : 4 séances / semaine de 60 minutes pendant 12 semaines	- Force musculaire : LEMS - Capacité de marche/niveau fonctionnel : WISCI II - Vitesse de marche : 10MWT - Distance de marche : 6MWT - Masse corporelle : système de comptage de poids suspendu - Graisse corporelle : test de pli cutané à 4 sites mesuré avec un calibre Lafayette Skinfold II - IMC (kg/m²) = poids (kg) / taille² (m) <u>Évaluation</u> : au départ et à la fin des 12 semaines d'entraînement.

Les auteurs des études incluses dans cette revue ont déclaré n'avoir aucun conflit d'intérêt. De plus, les sources de financement des études incluses dans la revue ont été recherchées. Les auteurs de 6 études (*Piira2019, Alexeeva2011, Yang2014, Field-Fote2011, Dobkin2007 et Sadeghi2014*) ont déclaré avoir reçu un financement pour les réaliser. Les auteurs de l'étude de *Senthilvelkumar2015* déclarent n'avoir reçu aucun financement. Dans 3 études (*Dobkin2006, Lucareli2011 et Gupta2009*) les auteurs n'ont pas rapporté d'informations au sujet d'un financement.

3.2. Risques de biais des études incluses

L'échelle PEDro (*Annexe 2*) [38] a été utilisée pour évaluer la qualité méthodologique et donc le risque de biais des études incluses. Le *tableau 4* énonce les principaux biais présents dans les articles sélectionnés pour répondre à notre question clinique. Le score total PEDro est un score sur 10 car seuls les critères de 2 à 11, qui correspondent à la validité interne, sont comptabilisés. Le premier critère correspondant à la validité externe n'est pas pris en compte dans le score final.

Tableau 4 : Biais rencontrés dans les articles inclus

Études	Critères											Score /10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Piira 2019</i> [48]												7
<i>Senthilvelkumar 2015</i> [49]												7
<i>Alexeeva 2011</i> [50]												7
<i>Yang 2014</i> [51]												6
<i>Field-Fote 2011</i> [52]												6
<i>Lucareli 2011</i> [53]												6
<i>Dobkin 2006</i> [54]												6
<i>Dobkin 2007</i> [55]												5
<i>Gupta 2009</i> [56]												4
<i>Sadeghi 2014</i> [57]												3

Légende :



Critère respecté



Critère non respecté

Les principaux biais rencontrés dans les études incluses par ordre croissant de fréquence d'apparition sont :

- **Biais de performance** : toutes les études incluses ne respectent pas le **critère 5 et 6** qui est la mise en aveugle des participants et des thérapeutes ; tous connaissent le groupe auquel sont assignés les sujets. L'aveuglement des participants et des thérapeutes n'est possible que dans certains cas. Or, l'intervention à laquelle s'intéresse notre revue, le BWSTT, nécessite un matériel spécifique (un tapis de marche et un système d'allègement du poids du corps) alors que le groupe contrôle ne reçoit pas ce traitement.
- **Biais d'attrition** : toutes les études sauf celles de *Dobkin2006* et *Dobkin2007* ne respectent pas le **critère 9** c'est-à-dire l'analyse en intention de traiter. Les résultats des participants ayant abandonné ou ayant été exclus en cours d'étude, appelés « perdus de vue », n'ont pas été analysés lors de l'évaluation finale.
- **Biais d'allocation** : 6 études (*Yang2014*, *Field-Fote2011*, *Dobkin2006*, *Dobkin2007*, *Gupta 2009* et *Sadeghi2014*) ne remplissent pas le **critère 3** car la répartition des sujets n'a pas respecté une assignation secrète. La personne déterminant l'admission d'un participant à un essai clinique connaissait le groupe dans lequel il était assigné.
- **Biais de suivi** : 5 études (*Lucareli2011*, *Dobkin2006*, *Dobkin2007*, *Gupta 2009* et *Sadeghi2014*) ne respectent pas le **critère 8**. En effet, les mesures d'au moins un critère de jugement principal n'ont pas été obtenues chez plus de 85% des participants randomisés en début d'étude.
- **Biais de sélection** : 2 études (*Dobkin2007*, *Sadeghi2014*) ne respectent pas le **critère 4**. Elles ne précisent pas si les participants assimilés aux deux groupes au début de l'étude sont similaires en ce qui concerne les indicateurs pronostiques les plus importants.
- **Biais de détection et de performance** : 2 études (*Sadeghi2014* et *Gupta 2009*) ne respectent pas le **critère 7** qui est la mise en aveugle des évaluateurs.

2 études (*Yang2014* et *Gupta2009*), ne respectent pas le **critère 1** qui correspond à la **validité externe**. Ces études omettent de préciser la source de recrutement des sujets, cependant tous les articles énoncent bien les critères d'éligibilités (inclusion et exclusion) des participants.

3.3. Effets de l'intervention sur les critères de jugement de notre revue

Notre revue de littérature s'intéresse à évaluer l'effet du BWSTT sur 4 critères de jugement qui sont la vitesse de marche, la distance de marche, la force musculaire et la capacité de marche.

3.3.1. Vitesse de marche

La vitesse de marche en mètres par seconde (m/s) est souvent évaluée grâce au **test de 10 mètres de marche** ou **10-Meter Walk Test (10MWT)** en anglais. Ce test peut s'effectuer à vitesse confortable, choisie par le patient, ou à vitesse maximale mais sans courir. Il s'effectue sur un parcours de 14 mètres découpé en 3 zones :

- Une première de 2 mètres appelée zone d'accélération permettant à la personne d'ajuster sa vitesse
- Une deuxième de 10 mètres, zone d'évaluation
- Une dernière de 2 mètres servant au sujet à décélérer

L'utilisation d'aides à la marche ainsi que d'orthèses ou d'attelles est autorisée durant l'évaluation lorsque cela est nécessaire. Cependant, cela doit être signalé lors du test (*Annexe 5*) [58][59][60].

9 articles sur les 10 études incluses évaluent l'effet du BWSTT sur la vitesse de marche. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Résultats des interventions sur la vitesse de marche

Vitesse (m/s) Auteur		Moyenne ± écart-type post-experimental (A)	Moyenne ± écart-type post-contrôle (B)	Différence des moyennes Intergroupes (A – B)	Intervalle de confiance à 95% (IC) - Signification statistique
Piira2019 [48]	Résultats non ajustés	0,2 ± 0,3*	0,1 ± 0,2*	+ 0,1 m/s	IC 95% = [- 0,20 ; 0,40] p = 0,43
	Résultats ajustés pour l'âge, le sexe et l'utilisation d'anti-spasmodiques	ND	ND	+ 0,1 m/s	IC 95% = [- 0,30 ; 0,50] p = 0,57
	Résultats ajustés pour la valeur de mesure de base	ND	ND	+ 0,2 m/s	IC 95% = [- 0,20 ; 0,60] p = 0,35
Alexeeva2011 [50]		0,46 ± 0,4	0,51 ± 0,36	- 0,05 m/s	IC 95% = [- 0,40 ; 0,30]
Yang2014 [51]	10MWT à vitesse sélectionnée par le patient	0,065* ± ND	0,025* ± ND	+ 0,04 m/s	p = 0,37 IC 95% : ND/NC
	10MWT à vitesse max	0,075* ± ND	0,125* ± ND	- 0,05 m/s	p = 0,37 IC 95% : ND/NC
Field-Fote2011 [52]		0,22 ± 0,17	0,28 ± 0,28	- 0,06 m/s	IC 95% = [- 0,22 ; 0,10]
Lucareli2011 [53]		1,25 ± 0,41	0,98 ± 0,65	+ 0,27 m/s	IC 95% = [- 0,19 ; 0,73]

Dobkin2006 [54]			ND	ND	- 0,06 m/s	IC 95% = [- 0,31 ; 0,19] p = 0,65	
Dobkin2007 [55]	ASIA B	A 6 sem	0,11 ± ND	0,16 ± 0,08	- 0,05 m/s	ND/NC	p = 0,86
		A 12 sem	0,41 ± ND	0,27 ± 0,13	+ 0,14 m/s	ND/NC	
	ASIA C/D	A 6 sem	0,69 ± 0,40	0,51 ± 0,42	+ 0,18 m/s	IC 95% = [- 0,06 ; 0,42]	
		A 12 sem	0,85 ± 0,55	0,84 ± 0,54	+ 0,01 m/s	IC 95% = [- 0,25 ; 0,27]	
Gupta2009 [56]			0,5 ± 0,36	0,27 ± 0,25	+ 0,23 m/s	IC 95% = [0,00 ; 0,46]	
Sadeghi2014 [57]			1,78 ± 0,24	1,87 ± 0,26	- 0,09 m/s	IC 95% = [- 0,35 ; 0,17]	

Légende : * = change score (évolution intragroupe) ; ND = non disponible (pas de données chiffrées suffisantes) ; NC = non calculable.

3.3.2. Distance de marche

La distance de marche en mètres (m) est souvent évaluée grâce au **test de marche de 6 minutes** ou **6-Minute Walk Test (6MWT)** en anglais. C'est un test de marche fonctionnel, standardisé, valide et reproductible. Il permet de mesurer la distance maximale que le patient peut parcourir en 6 minutes, le but est de marcher le plus possible sans courir. Il s'effectue sur sol plat sans pentes ni obstacles et sur un parcours d'au moins 30 mètres étalonné tous les 3 mètres. Le patient fait des allers-retours sur ce parcours marqué au sol, l'endroit des demi-tours est signalé par 2 cônes. Le score varie entre 0 mètre pour une personne incapable de marcher et environ 900 mètres pour une personne en bonne santé. Il existe un calcul permettant de mesurer la distance parcourue attendue pour un sujet sain qui prend en compte le sexe, l'âge, la taille et le poids de la personne.

Avant de commencer le test, le patient doit être habillé confortablement, être reposé et ses constantes mesurées (fréquence cardiaque, saturation en oxygène, tension artérielle...). Pendant le test la fréquence cardiaque et la saturation en oxygène des patients est monitorée pour visualiser en temps réel toute modification des constantes.

Le patient peut utiliser son aide technique, ralentir et faire des pauses si besoin mais doit essayer de reprendre la marche dès que possible car le chronomètre n'est pas arrêté pendant les temps de repos et les pauses sont notifiées.

L'évaluateur ne doit pas encourager les patients, il donne seulement une indication du temps restant à chaque minute (*Annexe 6*) [61][62][63][64].

Il existe différentes versions de ce test comme le test de marche de 2 minutes (2MWT) pour les patients plus fatigables et moins endurants.

7 articles sur les 10 études incluses évaluent l'effet du BWSTT sur la distance de marche. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Résultats des interventions sur la distance de marche

Distance (m) Auteur		Moyenne ± écart-type post-expérimental (A)	Moyenne ± écart-type post-contrôle (B)	Différence des moyennes Intergroupes (A – B)	Intervalle de confiance à 95% (IC) - Signification statistique
Piira2019 [48]	Résultats non ajustés	25,4 ± 40,9*	29,6 ± 38,2*	- 4,2 m	IC 95% = [- 52,8 ; 44,4] p = 0,85
	Résultats ajustés pour l'âge, le sexe et l'utilisation d'anti-spasmodiques	ND	ND	+ 13,5 m	IC 95% = [- 48,2 ; 75,2] p = 0,67
	Résultats ajustés pour la valeur de mesure de base	ND	ND	+ 15,5 m	IC 95% = [- 65,7 ; 87,8] p = 0,69
Yang2014 [51]		30* ± ND	10* ± ND	+ 20 m	p = 0,045 IC 95% : ND/NC
Field-Fote2011 [52]		23 ± 21,1	38,3 ± 46,1	- 15,3 m	IC 95% = [- 40,66 ; 10,06]
Lucareli2011 [53]		55,75 ± 8,88	43,5 ± 7,4	+ 12,25 m	IC 95% = [5,33 ; 19,17]
Dobkin2006 [54]		Médiane (écart interquartile) : 401 (366-483)	ND	ND/NC	ND/NC
Dobkin2007 [55]	ASIA B	10,7 ± 32,0	16,4 ± 36,3	- 5,7 m	IC 95% = [- 37,59 ; 26,19]
	A 12 sem ASIA C/D	247,7 ± 187,6	251,3 ± 203,7	- 3,6 m	IC 95% = [- 97,16 ; 89,96] p = 0,41
Sadeghi2014 [57]		640 ± 97,99	814,29 ± 180,51	- 174,29 m	IC 95% = [- 318,29 ; - 30,29]

Légende : * = change score (évolution intragroupe) ; ND = non disponible (pas de données chiffrées suffisantes) ; NC = non calculable.

3.3.3. Force musculaire

La sous-échelle de la classification ASIA, **Lower Extremity Motor Score (LEMS)** ou **score moteur des membres inférieurs**, permet d'évaluer et de coter la force musculaire des 5 muscles clés des membres inférieurs par un test musculaire manuel standard. Les muscles clés étant l'ilio-psoas (fléchisseur de la hanche, L2), quadriceps (extenseur de genou, L3), tibial antérieur (fléchisseur dorsal de la cheville, L4), long extenseur de l'hallux (L5) et triceps sural (fléchisseur plantaire de cheville, S1). Pour chaque muscle clé le score varie de 0 (muscle totalement paralysé) à 5 (muscle physiologique permettant un mouvement actif dans toute l'amplitude contre la pesanteur et contre forte résistance). Le score total maximal pour chaque jambe étant de 50 (*Annexe 7*) [23][65][66].

7 articles sur les 10 études incluses évaluent l'effet du BWSTT sur la force musculaire. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Résultats des interventions sur la force musculaire

LEMS Auteur			Moyenne ± écart- type post- expérimental (A)	Moyenne ± écart- type post-contrôle (B)	Différence des moyennes Intergroupes (A – B)	Intervalle de confiance à 95% (IC) - Signification statistique	
Piira2019 [48]	Résultats non ajustés		2,1 ± 2,8*	- 0,6 ± 5,1*	+ 2,7	IC 95% = [- 1,4 ; 6,8] p = 0,19	
	Résultats ajustés pour l'âge, le sexe et l'utilisation d'anti-spasmodiques		ND	ND	+ 2,9	IC 95% = [- 1,8 ; 7,6] p = 0,25	
	Résultats ajustés pour la valeur de mesure de base		ND	ND	+ 2,2	IC 95% = [- 1,7 ; 6,1] p = 0,28	
Senthilvelkumar 2015 [49]			28,6 ± 8	28,3 ± 6,6	+ 0,3	IC 95% = [- 8,24 ; 8,84] p = 0,749	
Alexeeva2011 [50]			37,4 ± 10,7	35,1 ± 9,9	+ 2,3	IC 95% = [- 7,15 ; 11,75]	
Field-Fote2011 [52]	Membre inférieur gauche		14,6 ± 5,7	13,3 ± 7,3	+ 1,3	IC 95% = [- 3,40 ; 6,00]	
	Membre inférieur droit		15,2 ± 6,3	15,7 ± 6,9	- 0,5	IC 95% = [- 5,27 ; 4,27]	
Dobkin2006 [54]			Médiane (écart interquartile) : 45 (43-49)	Médiane (écart interquartile) : 45 (36-49)	ND/NC	p = 0,45 IC 95% : ND/NC	
Dobkin2007 [55]	ASIA B	A 6 sem	4,1 ± 5,5	4,6 ± 6,5	- 0,5	IC 95% = [- 5,04 ; 4,04]	p = 0,68
		A 12 sem	6,1 ± 8,6	7,3 ± 10,3	- 1,2	IC 95% = [- 8,54 ; 6,14]	
	ASIA C/D	A 6 sem	29,1 ± 14,2	29,5 ± 11,5	- 0,4	IC 95% = [- 6,20 ; 5,40]	
		A 12 sem	34,7 ± 13,3	35,7 ± 11,3	- 1	IC 95% = [- 6,41 ; 4,41]	
Sadeghi2014 [57]			11 ± 0,95	2,86 ± 1,06	+ 8,14	IC 95% = [7,09 ; 9,19]	

Légende : * = change score (évolution intragroupe) ; ND = non disponible (pas de données chiffrées suffisantes) ; NC = non calculable.

3.3.4. Capacité de marche ou niveau fonctionnel

L'indice de marche pour les lésions médullaires ou **Walking Index for Spinal Cord Injury (WISCI II)** est une échelle permettant d'évaluer la capacité de marche et donc d'objectiver toute amélioration de la marche chez les personnes présentant une lésion médullaire. La fonction de marche est évaluée sur une distance de 10 mètres et dépend de 4 paramètres : l'utilisation ou non d'aide technique, l'utilisation ou non d'orthèse, la nécessité ou non d'assistance physique et la distance parcourue. Cela permet d'attribuer un score de 0 (patient incapable de se tenir debout ou de marcher) à 20 (patient marchant sans aucune aide technique ou humaine et sans orthèse sur 10 mètres) (*Annexe 8*) [67][68][69].

5 articles sur les 10 études incluses évaluent l'effet du BWSTT sur la capacité de marche. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Résultats des interventions sur la capacité de marche

WISCI II Auteur		Moyenne ± écart- type post- expérimental (A)	Moyenne ± écart- type post-contrôle (B)	Différence des moyennes Intergroupes (A – B)	Intervalle de confiance à 95% (IC) - Signification statistique
Senthilvelkumar 2015 [49]		12,7 ± 5,8	12,1 ± 4,6	+ 0,6	IC 95% = [- 5,50 ; 6,70] p = 0,748
Yang2014 [51]	WISCI sélectionné par le patient	0,1* ± ND	0,9* ± ND	- 0,8	p = 0,42 IC 95% : ND/NC
	WISCI max	0,4* ± ND	0,85* ± ND	- 0,45	p = 0,82 IC 95% : ND/NC
Dobkin2006 [54]		Médiane (écart interquartile) : 18 (13-19)	Médiane (écart interquartile) : 18 (13-19)	ND/NC	p = 0,69 IC 95% : ND/NC
Gupta2009 [56]		Médiane : - Pré-TT = 11 - Post-TT = 16	Médiane : - Pré-TT = 11 - Post-TT = 14	ND/NC	ND/NC
Sadeghi2014 [57]		8,2 ± 0,7	8,14 ± 1,8	+ 0,06	IC 95% = [- 1,26 ; 1,38]

Légende : * = change score (évolution intragroupe) ; ND = non disponible (pas de données chiffrées suffisantes) ; NC = non calculable.

Les résultats sont retranscrits de manière la plus exhaustive et la plus fidèle possible.

Pour 2 articles (*Piira2019* et *Yang2014*) la différence intergroupe a été calculée grâce à la différence des « changes scores » c'est-à-dire grâce aux évolutions moyennes entre le début et la fin du traitement au sein de chaque groupe, car seules ces données étaient disponibles.

Pour les autres articles, la taille de l'effet a été calculée à partir de la différence des moyennes post-traitement des 2 groupes (expérimental et contrôle) car seuls les écarts-types de ces valeurs étaient disponibles pour pouvoir calculer l'IC.

4. Discussion

Cette revue a pour but de déterminer si le réentraînement à la marche sur tapis avec allègement corporel chez les patients blessés médullaires incomplets est plus efficace qu'une rééducation conventionnelle pour améliorer les paramètres de marche (vitesse et distance parcourue), la force musculaire et les capacités de marche.

4.1. Analyse des principaux résultats

4.1.1. Analyse des résultats de l'effet de l'intervention sur la vitesse de marche

Neuf études analysent l'effet du BWSTT par rapport à un traitement conventionnel sur la vitesse de marche chez des patients blessés médullaires incomplets. La vitesse de marche est évaluée par le biais du 10MWT. Dans l'étude de *Lucareli2011*, le test est effectué à vitesse confortable sélectionnée par le patient. Les études de *Gupta2009* et *Sadeghi2014* ne précisent pas à quelle vitesse le test a été effectué. Dans l'étude de *Yang2014*, le test est effectué à vitesse confortable et à vitesse maximale. Dans les autres études le test est effectué à vitesse maximale.

- **Signification statistique :**

Dans l'étude de *Piira2019*, 3 analyses ont été effectuées dont une première avec des résultats non ajustés et 2 autres avec des résultats ajustés. En effet, le niveau de base de certaines variables (âge, sexe, utilisation d'antispasmodique) était déséquilibré en début d'étude entre les 2 groupes en raison du faible nombre de participants. Cependant, la vitesse de marche en début d'étude était identique dans les 2 groupes (0,5 m/s).

Aucun des résultats obtenus, ajustés ou non, n'est statistiquement significatif. En effet les intervalles de confiance des différences intergroupes croisent la valeur nulle « 0 » (IC 95% non ajusté = [- 0,20 ; 0,40] ; IC 95% ajusté pour l'âge, le sexe et l'utilisation d'antispasmodiques = [- 0,30 ; 0,50] et IC 95% ajustés pour la valeur de mesure de base = [- 0,20 ; 0,60]) et donc ne permettent pas de conclure à une efficacité supérieure du BWSTT par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement. De plus les « p value » sont supérieures à 0,05 donc la probabilité pour que le hasard soit à l'origine de la différence observée est trop importante.

Dans l'étude de *Alexeeva2011*, la différence intergroupe n'est pas statistiquement significative. L'IC est trop large et croise la valeur nulle pour permettre de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% = [- 0,40 ; 0,30]).

L'étude de *Yang2014* a évalué la vitesse de marche de deux façons (à vitesse maximale et à vitesse confortable sélectionnée par le patient). La vitesse de marche au début de l'étude était différente entre les deux groupes (groupe expérimental : 0,38 m/s et groupe contrôle : 0,58 m/s). Cependant la différence intergroupe a été calculée grâce à la différence des moyennes des évolutions de chaque groupe ce qui permet de tenir compte des éventuelles différences entre les deux groupes au niveau des mesures de départ. La différence observée entre les groupes n'est statistiquement pas significative pour aucun des deux résultats car $p = 0,37$ dans les deux cas. L'effet des deux traitements semble équivalent, aucun des deux traitements ne

semble être supérieur à l'autre. Les IC à 95% de ces différences n'ont pas pu être calculés car certaines données étaient manquantes pour pouvoir le faire. Les IC auraient permis de donner la zone d'incertitude de ces différences et donc de conclure avec plus de certitude.

Dans l'étude de **Field-Fote2011**, la différence observée entre les groupes n'est pas statistiquement significative. L'IC est trop large et croise la valeur nulle ce qui ne permet pas de conclure à une efficacité supérieure du BWSTT par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% = [- 0,22 ; 0,10]).

Dans l'étude de **Lucareli2011**, bien que la taille d'effet soit de + 0,27 m/s en faveur du BWSTT, la différence intergroupe n'est pas statistiquement significative. L'IC est trop large et croise la valeur nulle ; il ne permet pas de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% = [- 0,19 ; 0,73]).

Dans l'étude de **Dobkin2006**, la différence intergroupe n'est pas statistiquement significative. L'IC est trop large et croise la valeur nulle ce qui ne permet pas de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% = [- 0,31 ; 0,19] et $p = 0,65$).

L'étude de **Dobkin2007** a effectué deux évaluations de la vitesse de marche, une à 6 semaines et une à 12 semaines après le début de l'étude. Au sein de chaque groupe les participants ont été séparés en deux sous-groupes, un avec des patients ayant un score ASIA B et l'autre avec des patients ayant un score ASIA C ou D.

Pour les sous-groupes ASIA B, les IC n'ont pas pu être calculés, seules les tailles d'effet sont disponibles. A 6 semaines, le groupe expérimental marche à une vitesse moyenne plus lente de - 0,05 m/s par rapport au groupe suivant un entraînement conventionnel. Par contre, à 12 semaines la différence intergroupe passe à + 0,14 m/s en faveur du groupe expérimental. L'entraînement à la marche sur tapis avec allègement corporel semble être plus efficace à long terme pour améliorer la vitesse de marche. Mais ce résultat ne nous permet pas de savoir si ce léger effet est significatif car l'IC n'est pas disponible et non calculable.

Pour les sous-groupes ASIA C/D, la différence intergroupe n'est pas statistiquement significative tant pour l'évaluation à 6 semaines qu'à celle à 12 semaines. Les IC sont trop larges et croisent la valeur nulle. Il ne nous permet pas de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% à 6 sem = [- 0,06 ; 0,42], IC 95% à 12 sem = [- 0,25 ; 0,27]).

Dans l'étude de **Gupta2009**, la différence intergroupe n'est pas statistiquement significative. La taille d'effet est de + 0,23 m/s en faveur du groupe expérimental mais l'IC croise la valeur nulle ; cela ne permet pas de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle car le BWSTT pourrait aussi bien augmenter la vitesse de marche que n'avoir aucun effet (IC 95% = [0,00 ; 0,46]).

Dans l'étude de **Sadeghi2014**, la différence intergroupe, de - 0,09 m/s en défaveur du BWSTT, n'est pas statistiquement significative. L'IC est trop large et croise la valeur nulle ; il ne permet pas de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% = [- 0,35 ; 0,17]). Cependant la taille d'effet a été calculée en utilisant la différence post traitement de chaque groupe. Or, la vitesse

de marche en début d'étude était différente entre les deux groupes (groupe expérimental : 0,94 m/s et groupe contrôle : 1,51 m/s). Il aurait donc mieux valu calculer cette taille d'effet avec la différence des évolutions de chaque groupe, ce qui aurait permis de tenir compte des différences entre les groupes dans les mesures de départ. Il faut donc être prudent avec les résultats observés car en calculant la taille d'effet à partir de la différence des évolutions de chaque groupe on note une différence intergroupe de + 0,48 m/s en faveur du BWSTT au lieu de - 0,09 m/s en défaveur du BWSTT. Cette différence pourrait être statistiquement et cliniquement significative mais l'IC n'a pas pu être calculé car l'écart-type de cette différence n'est pas disponible. Cette étude ne nous permet pas de conclure avec certitude sur l'effet du traitement.

- **Signification clinique :**

La signification clinique, peut être évaluée par le biais des valeurs suivantes :

- MDC (Minimum Detectable change) : c'est le changement minimum détectable, c'est-à-dire « *le changement au-delà de l'erreur de mesure* »
- MCID (Minimal Clinically Important Difference) : c'est la différence minimale cliniquement importante c'est-à-dire « *le plus petit changement de score que les patients perçoivent comme important* » [36].

Les seuils minimums détectables de signification clinique ont été recherchés dans la littérature. Le Shirley Ryan AbilityLab (rehabilitation institute of Chicago) [70] référence toutes les données issues de la littérature concernant les seuils de signification clinique des différents tests adaptés à la pathologie étudiée. C'est une base de données appelé « Rehabilitation Measures Database » [71].

Pour le test de marche de 10 mètres [72], une revue systématique sur des blessés médullaires incomplets a fixé le MDC à 0,13 m/s [73] et une autre revue a fixé la MCID à 0,06 m/s [74].

Dans 4 études, la différence observée est supérieure au MDC et au MCID et en faveur du groupe expérimental utilisant le BWSTT :

- *Lucareli2011* : + 0,27 m/s en fin d'entraînement.
- *Dobkin2007* : + 0,14 m/s à 12 semaines d'entraînement chez les patients ayant un score ASIA B.
- *Dobkin2007* : + 0,18 m/s à 6 semaines d'entraînement chez les patients ayant un score ASIA C ou D.
- *Gupta2009* : + 0,23 m/s en fin d'entraînement.

Cependant, aucune de ces études ne présente de résultats statistiquement significatifs pour pouvoir conclure à une pertinence clinique. Les intervalles de confiance de ces tailles d'effets sont trop larges et croisent la valeur nulle.

- **Conclusion :**

Concernant la vitesse de marche, aucune étude ne présente de résultats statistiquement significatifs en faveur du BWSTT ou d'une rééducation conventionnelle. Aucun traitement ne montre sa supériorité par rapport à l'autre.

Seule l'étude de *Sadeghi2014* aurait pu plaider en faveur du BWSTT si les auteurs nous avaient donné l'écart-type de la différence intergroupe calculé grâce à l'évolution au sein de chaque groupe.

L'hétérogénéité des études, le faible nombre de participants ainsi que les différents biais inhérents à chaque étude peuvent être à l'origine de ces résultats peu probants.

4.1.2. Analyse des résultats de l'effet de l'intervention sur la distance parcourue

Sept études analysent l'effet du BWSTT par rapport à un traitement conventionnel sur la distance de marche parcourue chez des patients blessés médullaires incomplets. Six le font par le biais du 6MWT. Dans l'étude de *Field-Fote2011* on utilise le 2MWT (test de marche de 2 minutes), variante du 6MWT.

- **Signification statistique :**

Dans l'étude de *Piira2019*, 3 analyses ont été effectuées dont une première avec des résultats non ajustés et 2 autres avec des résultats ajustés. La distance de marche parcourue au début de l'étude était différente entre les deux groupes (groupe expérimental : 226 m et groupe contrôle : 165 m).

Aucun des résultats obtenus, ajustés ou non, n'est statistiquement significatif bien que les tailles d'effet des valeurs ajustées (+ 13,5 m et + 15,5 m) soient en faveur du BWSTT. En effet, les intervalles de confiance des différences intergroupes croisent la valeur nulle « 0 » et sont trop larges pour permettre de conclure à une efficacité supérieure du BWSTT par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% non ajusté = [- 52,8 ; 44,4], IC 95% ajusté pour l'âge, le sexe et l'utilisation d'antispasmodiques = [- 48,2 ; 75,2] et IC 95% ajusté pour la valeur de mesure de base = [- 65,7 ; 87,8]). De plus les « p value » sont supérieures à 0,05 donc la probabilité pour que le hasard soit à l'origine de la différence observée est trop importante.

Dans l'étude de *Yang2014*, la distance de marche parcourue au début de l'étude était différente entre les deux groupes (groupe expérimental : 122 m et groupe contrôle : 184 m). Cependant la différence intergroupe a été calculée grâce à la différence des moyennes des évolutions de chaque groupe ce qui permet de tenir compte des éventuelles différences entre les deux groupes au niveau des mesures de départ. La différence observée entre les groupes est statistiquement significative car $p = 0,045$. La taille de l'effet est de + 20 mètres en faveur du groupe expérimental utilisant le BWSTT. L'IC à 95% de cette différence n'a pas pu être calculé car certaines données étaient manquantes pour pouvoir le calculer. L'IC aurait permis de donner la zone d'incertitude de cette différence et donc de conclure avec plus de certitude.

Dans l'étude de *Field-Fote2011*, la différence observée entre les groupes n'est pas statistiquement significative. L'IC est trop large et croise la valeur nulle ; cela ne permet pas de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% = [- 40,66 ; 10,6]).

Dans l'étude de *Lucareli2011*, la différence observée entre les groupes est statistiquement significative, l'IC de cette différence ne croise pas la valeur nulle et est en faveur du groupe expérimental (IC 95% = [5,33 ; 19,17]). On notera cependant que la borne inférieure de cet intervalle est proche de la valeur nulle. La taille de l'effet est de + 12,25 mètres en faveur du groupe expérimental utilisant le BWSTT.

L'étude de *Dobkin2006*, ne fournit pas assez de données au sujet de la distance de marche pour pouvoir calculer la taille d'effet et son intervalle de confiance.

Dans l'étude de **Dobkin2007**, au sein de chaque groupe les participants ont été séparés en deux sous-groupes, un avec des patients ayant un score ASIA B et l'autre avec des patients ayant un score ASIA C ou D. Pour les deux sous-groupe, la différence intergroupe n'est pas statistiquement significative. L'IC est trop large et croise la valeur nulle pour permettre de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% ASIA B = [- 37,59 ; 26,19] ; IC 95% ASIA C/D = [- 97,16 ; 89,96]).

Dans l'étude de **Sadeghi2014**, la différence intergroupe est statistiquement significative en faveur du groupe contrôle qui suit un protocole de rééducation conventionnel. La taille d'effet est de - 174,29 m, c'est-à-dire qu'en moyenne les participants du groupe expérimental parcourent 174,29 m de moins que les participants du groupe contrôle (IC à 95% = [- 318,29 ; - 30,29]). Cependant la taille d'effet a été calculée en utilisant la différence post traitement de chaque groupe. Or, la distance parcourue en début d'étude était différente entre les deux groupes (groupe utilisant le BWSTT : 340 m et groupe contrôle : 685,71 m). Il faut donc être prudent avec les résultats car si on regarde la différence intergroupe, calculée grâce aux deux évolutions intragroupes, la taille de l'effet est de + 171,42 m en faveur du BWSTT. Mais l'IC de cette différence n'a pas pu être calculé, l'écart-type n'était pas disponible. Cela aurait permis de tenir compte des différences entre les groupes dans les mesures de départ. On observe donc que selon la manière dont est calculée la taille de l'effet, les résultats sont totalement opposés. Cet article ne permet donc pas de conclure avec certitude sur l'efficacité du BWSTT par rapport à une rééducation conventionnelle.

- **Signification clinique :**

Deux études (*Yang2014* et *Lucareli2011*) présentent des résultats statistiquement significatifs en faveur du BWSTT. L'évaluation de la pertinence clinique des résultats de ces études est intéressante. La méta-analyse de Lam2008 [73] a déterminé un MCD à 45,8 mètres pour le 6MWT chez les blessés médullaires incomplets [75].

La taille d'effet est de + 20 mètres dans l'étude de *Yang2014* et de + 12,25 mètres dans l'étude de *Lucareli2011*. Comparées à la valeur déterminée pour visualiser un changement minimum détectable, les tailles d'effet de ces deux études sont moins importantes et ne sont pas cliniquement significatives. Les résultats sont donc statistiquement significatifs mais ne présentent pas de pertinence clinique.

- **Conclusion :**

Concernant la distance de marche parcourue, les études de *Yang2014* et *Lucareli2011* présentent des résultats statistiquement significatifs en faveur du groupe expérimental (BWSTT). Cependant, les tailles d'effet ne sont pas cliniquement significatives.

Les études de *Piira2019*, *Field-Fote2011* et *Dobkin2007* ne présentent pas de résultats statistiquement significatifs en faveur du BWSTT ou du traitement conventionnel. Le groupe expérimental ne montre pas d'infériorité par rapport au groupe contrôle. Dans ces études aucun traitement ne montre sa supériorité par rapport à l'autre.

Les études de *Sadeghi2014* et de *Dobkin2006*, ne permettent pas de conclure sur l'efficacité d'un traitement par rapport à l'autre.

L'hétérogénéité des études, le faible nombre de participants ainsi que les différents biais inhérents à chaque étude peuvent être à l'origine de cette variabilité dans les résultats et nous font rester prudents.

4.1.3. Analyse des résultats de l'effet de l'intervention sur la force musculaire

Sept études analysent l'effet du BWSTT par rapport à un traitement conventionnel sur la force musculaire chez des patients blessés médullaires incomplets.

La force musculaire est évaluée par le biais de l'échelle LEMS. L'étude de *Field-Fote2011*, évalue séparément la force musculaire des deux membres inférieurs. Dans les autres études aucune précision n'est donnée à ce sujet, à savoir si le résultat obtenu est la somme des scores des deux membres inférieurs ou s'il ne concerne qu'une seule jambe.

- **Signification statistique :**

Dans l'étude de *Piira2019*, 3 analyses ont été effectuées dont une première avec des résultats non ajustés et 2 autres avec des résultats ajustés car le niveau de base de certaines variables (âge, sexe, utilisation d'antispasmodique) était déséquilibré en début d'étude entre les 2 groupes vu le faible nombre de participants. Cependant, la force musculaire en début d'étude était quasiment identique dans les 2 groupes (groupe expérimental : 26,9 et groupe contrôle : 28,3). Aucun des résultats obtenus, ajustés ou non, n'est statistiquement significatif. En effet les intervalles de confiance des différences intergroupes croisent la valeur nulle « 0 » et sont trop larges pour permettre de conclure à une efficacité supérieure du BWSTT par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% non ajusté = [- 1,4 ; 6,8], IC 95% ajusté pour l'âge, le sexe et l'utilisation d'antispasmodiques = [- 1,8 ; 7,6] et IC 95% ajustés pour la valeur de mesure de base = [- 1,7 ; 6,1]). De plus les « p value » sont supérieures à 0,05 donc la probabilité pour que le hasard soit à l'origine de la différence observée est trop importante.

Dans l'étude de *Senthilvelkumar2015* la différence intergroupe n'est pas statistiquement significative car $p = 0,749$ et l'IC est trop large et croise la valeur nulle ce qui ne permet pas de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% = [- 8,24 ; 8,84]).

Dans l'étude de *Alexeeva2011* la différence intergroupe n'est pas statistiquement significative. L'IC est trop large et croise la valeur nulle ; cela ne nous permet pas de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% = [- 7,15 ; 11,75]).

Parmi toutes les études incluses, l'étude de *Field-Fote2011* est la seule à évaluer séparément la force musculaire des membres inférieurs donnant ainsi un résultat pour le côté droit et un résultat pour le côté gauche. La différence observée entre les groupes n'est statistiquement pas significative pour aucun des deux résultats. Les IC sont trop larges et croisent la valeur nulle ; cela ne nous permet pas de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% gauche = [- 3,40 ; 6,00] et IC 95% droit = [- 5,27 ; 4,27]).

Dans l'étude de *Dobkin2006*, la différence intergroupe n'est pas statistiquement significative car $p = 0,45$. Seule la « p value » nous est donnée, le reste des résultats est en médiane et donc ne permet pas de calculer la différence intergroupe ni son intervalle de confiance. La médiane est la valeur centrale d'une série statistique qui permet de partager les valeurs de la série en deux parties égales. La médiane est de 45 pour les 2 groupes avec un écart interquartile entre 43-49 pour le groupe expérimental et entre 36-49 pour le groupe contrôle.

Les valeurs sont donc plus dispersées dans le groupe contrôle mais cette information ne nous permet pas de conclure sur l'effet du traitement.

L'étude de **Dobkin2007** a effectué deux évaluations de la force musculaire, une à 6 semaines et une à 12 semaines après le début de l'étude. Au sein de chaque groupe les participants ont été séparés en deux sous-groupes, le premier avec des patients ayant un score ASIA B et le second avec des patients ayant un score ASIA C ou D.

Pour les deux sous-groupes, la différence intergroupe n'est pas statistiquement significative tant pour l'évaluation à 6 semaines que pour celle à 12 semaines. Les IC sont trop larges et croisent la valeur nulle pour permettre de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% ASIA B à 6 sem = [- 5,04 ; 4,04] ; IC 95% ASIA B à 12 sem = [- 8,54 ; 6,14] ; IC 95% ASIA C/D à 6 sem = [- 6,20 ; 5,40] ; IC 95% ASIA C/D à 12 sem = [- 6,41 ; 4,41]).

Dans l'étude de **Sadeghi2014**, contrairement à la vitesse et à la distance de marche, les mesures de base de la force musculaire sont similaires entre les deux groupes. La différence observée entre les groupes est statistiquement significative. L'IC de cette différence ne croise pas la valeur nulle et est en faveur du groupe expérimental (IC 95% = [7,09 ; 9,19]). La taille de l'effet est de + 8,14 points en faveur du groupe expérimental utilisant le BWSTT. Cependant, dans cette étude de nombreux biais apparaissent et nous font rester prudents face aux résultats observés et sur l'effet réel du traitement analysé.

- **Signification clinique :**

Il n'existe pas de données déterminant la valeur seuil de changement minimum détectable pour l'échelle LEMS. Cependant, parmi les études incluses, les auteurs de l'étude de **Piira2019** [48] considèrent qu'une amélioration d'au moins 6 points permettrait de détecter un changement clinique significatif.

L'étude de **Sadeghi2014** présente des résultats statistiquement significatifs en faveur du groupe expérimental (BWSTT). L'évaluation de la pertinence clinique des résultats devient intéressante. La taille d'effet observée dans cette étude est de + 8,14 en faveur du BWSTT. Cette augmentation n'est pas négligeable. Si on considère qu'une augmentation de 6 points permet de détecter un changement clinique significatif on peut conclure que le résultat est aussi cliniquement significatif.

- **Conclusion :**

Concernant la force musculaire, seule l'étude de **Sadeghi2014** présente des résultats statistiquement et cliniquement significatifs en faveur du groupe expérimental (BWSTT).

Les autres études ne présentent pas de résultats statistiquement significatifs en faveur du BWSTT ou d'une rééducation conventionnelle. Dans ces études, aucun traitement ne montre sa supériorité par rapport à l'autre.

L'hétérogénéité des études, le faible nombre de participants ainsi que les différents biais inhérents à chaque étude peuvent être à l'origine de cette variabilité des résultats.

4.1.4. Analyse des résultats de l'effet de l'intervention sur la capacité de marche

Cinq études analysent l'effet du BWSTT par rapport à un traitement conventionnel sur la capacité de marche chez des patients blessés médullaires incomplets par le biais de l'échelle WISCI II.

- **Signification statistique :**

Dans l'étude de **Senthilvelkumar2015** la différence intergroupe, de + 0,6 points en faveur du BWSTT, n'est pas statistiquement significative car $p = 0,748$ et l'IC est trop large et croise la valeur nulle. Cela ne nous permet pas de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle ou inversement (IC 95% = [-5,50 ; 6,70]).

L'étude de **Yang2014** évalue la capacité de marche de 2 façons (la capacité maximum du patient et la capacité sélectionnée par le patient). La différence observée entre les groupes n'est statistiquement pas significative pour aucun des deux résultats. Pour le test effectué au maximum des capacités des patients $p = 0,82$ et pour le test effectué selon les capacités jugées faisables par les patients $p = 0,42$. Les IC à 95% de ces différences n'ont pas pu être calculés car certaines données étaient manquantes ; ils auraient permis de conclure avec plus de certitude.

Dans l'étude de **Dobkin2006**, la différence intergroupe n'est pas statistiquement significative car $p = 0,69$. Seule la « p value » nous est donnée. Le reste des résultats est en médiane et donc ne permet pas de calculer la différence intergroupe ni son intervalle de confiance. La médiane est de 18 avec un écart interquartile entre 13-19 pour les deux groupes. Les deux traitements (BWSTT et rééducation conventionnelle) semblent avoir la même efficacité mais cette information ne nous permet pas de conclure avec certitude.

L'étude de **Gupta2009** ne fournit que les médianes prétraitement et post-traitement de chaque groupe. Cela ne nous permet pas de calculer l'IC de la différence intergroupe. La médiane des 2 groupes en prétraitement était de 11, en post-traitement la médiane du groupe expérimental passe à 16 et celle du groupe contrôle à 14. Nous pouvons observer que dans les deux groupes la médiane a évolué et qu'elle est plus haute dans le groupe expérimental. Ne connaissant pas les valeurs de la série nous ne pouvons pas savoir si les résultats sont plus proches de 0, dispersés ou proches de la médiane d'autant que l'écart-interquartile ne nous est pas donné. En effet, la moitié des valeurs est en dessous des médianes et peut être comprise entre 0 et 16 pour le groupe expérimental, entre 0 et 14 pour le groupe contrôle. Ces données, peu précises, ne nous permettent pas de savoir si un des deux traitements est plus efficace que l'autre car pour cela il nous aurait fallu pouvoir calculer la moyenne de la différence intergroupe ainsi que son IC.

Dans l'étude de **Sadeghi2014**, la différence intergroupe, de + 0,6 points en faveur du BWSTT, n'est pas statistiquement significative. L'IC croise la valeur nulle et est trop large pour permettre de conclure à une efficacité supérieure du traitement expérimental par rapport à une rééducation conventionnelle (IC 95% = [-1,26 ; 1,38]). Cette taille d'effet a été calculée en utilisant la différence post traitement de chaque groupe ; mais la capacité de marche au début de l'étude était différente entre les deux groupes (groupe utilisant le BWSTT : 5,7 points

et groupe contrôle : 8,14 points). De plus, nous pouvons observer une évolution du score dans le groupe expérimental et aucune dans le groupe contrôle. Il faut donc être prudent avec les résultats obtenus. En calculant la taille d'effet à partir de la différence des évolutions de chaque groupe on note une différence intergroupe de + 2,5 points au lieu de + 0,6 points en faveur du BWSTT. Cette différence pourrait être statistiquement et cliniquement significative mais l'IC n'a pas pu être calculé car l'écart-type de cette différence n'est pas disponible. Donc, nous ne pouvons pas conclure avec certitude.

- **Signification clinique :**

L'étude de *Burns2011* [76], a permis de déterminer le MDC pour l'échelle WISCI II. Les résultats de cette étude concluent sur le fait que le changement d'un niveau dans le score peut être considérée comme une réelle différence et présenter un intérêt clinique [77].

Aucune des études, analysant l'effet du BWSTT sur la capacité de marche n'a donné de résultats statistiquement ou cliniquement significatifs. En effet, aucune des études n'a trouvé une taille d'effet supérieure à 1.

- **Conclusion :**

Concernant la capacité de marche, les études de *Senthilvelkumar2015*, *Dobkin2006* et *Yang2014* ne présentent pas de résultats statistiquement significatifs en faveur du BWSTT ou d'une rééducation conventionnelle. Dans ces études, aucun traitement ne montre sa supériorité par rapport à l'autre.

L'étude de *Gupta2009* ne nous permet de tirer aucune conclusion car les résultats sont donnés en médiane sans écart-interquartile ce qui ne nous permet pas de calculer la taille de l'effet ni son IC.

L'étude de *Sadeghi2014* aurait pu plaider en faveur du BWSTT si les auteurs nous avaient donné l'écart-type de la différence intergroupe calculé grâce à l'évolution au sein de chaque groupe.

L'hétérogénéité des études, le faible nombre de participants ainsi que les différents biais inhérents à chaque étude peuvent être à l'origine de ces résultats et nous font rester prudents.

4.1.5. Risques de biais, limites et hétérogénéité des études

L'entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps ne semble pas être plus efficace qu'une rééducation conventionnelle avec entraînement à la marche sur sol plat. Les deux formes d'entraînement améliorent les critères de jugement étudiés sans qu'une approche soit supérieure à l'autre.

Seules deux études (*Yang2014* et *Lucareli2011*) évaluant l'effet de l'intervention sur la distance de marche parcourue présentent des résultats statistiquement significatifs en faveur du BWSTT mais ces résultats ne sont pas cliniquement significatifs. Par ailleurs, la qualité méthodologique de ces deux études est moyenne (score PEDro = 6/10).

Pour la force musculaire, seule une étude évaluant ce critère (*Sadeghi2014*) présente des résultats statistiquement et cliniquement significatifs en faveur du BWSTT. Ce résultat est à considérer avec beaucoup de prudence au vu de la faible qualité méthodologique de l'étude (score PEDro = 3/10).

En effet, certains éléments nous font rester prudents quant aux résultats observés :

- Biais et limites inhérents à chaque étude
- Hétérogénéité des études

- **Biais et limites inhérents à chaque étude :**

Certains biais, diminuant la qualité méthodologique, et des limites apparaissent dans les études et nous font rester prudents face aux résultats observés.

Dans toutes les études, la mise en aveugle des participants et des thérapeutes n'a pas été respectée car l'intervention à laquelle s'intéresse notre revue (BWSTT) nécessite un matériel spécifique, non dissimulable, que ne nécessite pas le groupe contrôle. Ces deux biais sont malheureusement communs en kinésithérapie.

D'autre part, dans la plupart des études incluses, le nombre de participants est assez faible ce qui peut diminuer la puissance statistique des essais et rendre les résultats moins fiables car cela peut ne pas permettre d'observer une différence significative entre les groupes.

D'autres biais et limitations peuvent influencer les résultats et les rendre moins fiables.

Dans l'étude de **Piira2019**, **Senthilvelkumar2015** et **Alexeeva2011** les résultats des participants perdus de vue n'ont pas été analysés.

A cela, dans l'étude de **Piira2019**, s'ajoute la lenteur du recrutement des sujets, ce qui n'a permis de recruter que les deux tiers de la taille d'échantillon prévue. Les groupes étaient donc légèrement déséquilibrés sur certains critères au départ. Cependant, la fiabilité des résultats a pu être augmentée en effectuant des analyses ajustant les variables différentes entre les deux groupes au départ, variables potentiellement liées à l'effet du traitement. De plus, dans les deux groupes, deux participants incapables de marcher au départ n'ont pas acquis une marche indépendante à la fin de l'étude. Seuls sept sujets sur neuf dans chaque groupe, étaient disponibles pour l'analyse de la vitesse de marche et de la distance parcourue en post-intervention. Un participant du groupe contrôle n'a pas pu, lui non plus, effectuer le 6MWT en fin d'étude à cause de douleurs dans les membres inférieurs. Enfin, dans le groupe contrôle, deux sujets ont augmenté leur entraînement pendant l'essai, ce qui peut atténuer l'ampleur de l'effet de l'intervention.

De même, l'étude de **Senthilvelkumar2015** présente une limite, seul 16 sujets sur 40 prévus ont été recrutés. Les auteurs pensent que les critères d'inclusion étaient trop restrictifs car seuls des patients tétraplégiques avec un score ASIA C ont été inclus.

Dans l'étude de **Yang2014** et de **Field-Fote2011**, la répartition des sujets dans les deux groupes n'a pas respecté une assignation secrète et les participants perdus de vue n'ont pas été analysés. Par ailleurs, dans l'étude de **Yang2014**, les auteurs n'ont pas précisé la source de recrutement des sujets. Dans l'étude de **Field-Fote2011**, les auteurs se sont concentrés sur l'augmentation de la vitesse de marche en demandant aux patients de marcher le plus vite possible pendant l'entraînement plutôt que de se concentrer sur la cinématique de la marche. Bien qu'il ait été démontré que l'entraînement à des vitesses plus rapides était associé à une plus grande augmentation de la fonction de marche chez les personnes ayant subi un accident vasculaire cérébral, cela n'a pas été démontré chez les patients blessés médullaires.

Dans l'étude de **Lucareli2011** les mesures n'ont pas été obtenues chez plus de 85% des participants randomisés en début d'étude et les résultats des participants perdus de vue n'ont pas été analysés.

Dans l'étude de **Dobkin2006** et **Dobkin2007**, la répartition des sujets n'a pas respecté une assignation secrète et les mesures n'ont pas été obtenues chez plus de 85% des participants randomisés en début d'étude.

De plus, l'étude de **Dobkin2006** ne nous fournit pas les résultats des effets du traitement post intervention (3 mois) mais seulement des résultats à 6 mois.

Dans l'étude de **Dobkin2007** aucune précision n'est donnée sur la similarité des participants assimilés aux deux groupes en début d'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants.

Dans l'étude de **Gupta2009**, de nombreux biais apparaissent. En effet, les auteurs ne précisent pas si la répartition des participants a respecté une assignation secrète, si les examinateurs étaient en aveugle. Ils ne précisent ni la source de recrutement, ni le nombre de sujets analysés, ni s'il y a eu des abandons. Cela peut entraîner un biais d'allocation, de performance, de suivi et d'attrition.

Dans l'étude de **Sadeghi2014**, en plus des différences entre les groupes dans les mesures de départ pour la vitesse, la distance et la capacité de marche, de nombreux biais apparaissent. Aucune précision n'est donnée sur les caractéristiques des participants des deux groupes, ni si la répartition a respecté une assignation secrète, ni si les examinateurs étaient en aveugle. D'autre part, un biais de suivi apparait et les résultats des participants perdus de vue n'ont pas été analysés.

Enfin, une autre limite des études apparait. Parmi toutes les études incluses, seule l'étude de **Dobkin2007** a fait un suivi à long terme (follow up) et a réévalué seulement la vitesse de marche chez les participants 12 mois après le début de l'étude.

Un suivi à long terme permet de voir si les effets persistent dans le temps après le traitement.

- **Hétérogénéité des études :**

Les principales différences rencontrées entre les études peuvent aussi expliquer l'hétérogénéité des résultats notamment ceux sur la distance de marche parcourue et la force musculaire. Ces différences sont :

- Les critères d'éligibilité différents entre les études.
- Les protocoles d'entraînement non identiques du groupe expérimental et du groupe contrôle dans toutes les études.
- Les modalités d'utilisation du BWSTT qui diffèrent d'une étude à l'autre. En effet, le nombre de séances, la fréquence et la durée d'entraînement ainsi que le pourcentage d'allègement corporel et la vitesse du tapis de marche ne sont pas toujours les mêmes. Les auteurs des études ont basé le dosage d'entraînement sur un jugement clinique subjectif du fait de l'absence de preuves expérimentales.
- Niveau lésionnel et temps depuis la lésion différents entre les études. Dans certaines études les patients sont en phase aiguë, dans d'autres en phase chronique ; d'autres études combinent des patients dans les deux phases. Parmi les études qui montrent des résultats significatifs pour la distance parcourue, les participants de l'étude de

Lucareli2011 sont en phase aiguë (lésion médullaire inférieure à 12 mois). Dans l'étude de *Yang2014* certains patients sont en fin de phase aiguë (LM supérieure à 7 mois) et d'autres sont en phase chronique. Concernant l'étude de *Sadeghi2014*, qui montre des résultats significatifs pour la force musculaire, les participants ont une lésion médullaire depuis plus de 6 mois. Les autres études, ne montrent pas de résultats significatifs que les patients soient en phase aiguë ou chronique. Le temps depuis la lésion ne semble pas être un facteur influençant les résultats bien que normalement le potentiel de récupération est meilleur en phase aiguë.

- La capacité de marche des patients en début d'étude diffère d'une étude à l'autre. Dans certaines études les patients étaient totalement dépendants d'un fauteuil roulant alors que dans d'autres ils arrivaient à se déplacer sur quelques mètres. Par ailleurs, les participants des études montrant des résultats significatifs sur la distance parcourue et en faveur du BWSTT étaient déjà capables de marcher sur quelques mètres avec aide technique. Ce critère est un des facteurs principal pouvant influencer et biaiser les résultats.

Tout cela nous fait rester prudents quant aux résultats observés et sur l'effet réel du traitement analysé.

4.2. Applicabilité des résultats en pratique clinique

D'après les résultats des différentes études, l'entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps ne semble pas avoir plus d'intérêt qu'une rééducation conventionnelle avec marche sur sol plat.

A l'analyse de ces résultats doit s'ajouter l'analyse d'éléments qui pourraient en plus contrebalancer l'effet du traitement afin de déterminer si les tailles d'effets observées sont assez importantes pour justifier l'application de l'intervention en pratique clinique.

L'utilisation du BWSTT peut présenter certaines limites pratiques.

En effet, cette technique de rééducation nécessite un matériel spécifique, coûteux et encombrant. Ce dispositif est donc plus accessible dans les centres de rééducation spécialisés en neurologie disposant de moyens suffisants pour l'acheter et d'un espace assez grand pour l'installer. Les possibilités d'accès à ce type d'entraînement à la marche sont donc restreintes. De plus, l'installation du patient dans ce dispositif nécessite du temps et la participation de plusieurs thérapeutes.

D'autre part, cette technique de rééducation à la marche est surtout étudiée chez les blessés médullaires incomplets et notamment chez les blessés médullaires incomplets moteur avec un score ASIA C ou D. La population étudiée dans les différents articles est donc assez restreinte et spécifique car elle ne s'adresse pas à tous les blessés médullaires qu'ils soient complets ou incomplets. De plus, certaines études analysent l'effet du BWSTT sur des sujets en phase chronique ou en phase aiguë ou qui présentent les deux phases.

Enfin, le traitement étudié dans cette revue n'est pas suffisamment bien décrit et détaillé pour être reproductible et appliqué de la même façon par n'importe quel thérapeute du fait de

l'absence de preuve sur l'existence d'un protocole standardisé et optimal. Chaque étude a appliqué un protocole différent avec des fréquences et durées d'entraînement variant d'une étude à l'autre ainsi que des modalités d'utilisation différentes telles que la vitesse du tapis ou encore le pourcentage d'allègement corporel. Le pourcentage d'allègement du poids du corps est souvent déterminé selon les capacités individuelles de chaque patient après une évaluation de celles-ci mais dans certaines études le pourcentage d'allègement est le même pour tous les participants.

Cependant, l'entraînement à la marche avec ce dispositif n'entraîne que de très rares effets secondaires. Le système de suspension permet au patient de se tenir debout en toute sécurité sans risque de chute. Il permet aux thérapeutes de surveiller et d'aider le patient à corriger son schéma de marche contrairement à un entraînement sur sol où le thérapeute passe plus de temps à sécuriser et soutenir le patient. Un harnais trop serré peut quant à lui créer des lésions cutanées avec risque secondaire d'apparition d'escarre.

Au vu des tailles d'effets observées dans chaque étude et des différents éléments mis en lumière ci-dessus, l'utilisation du BWSTT en pratique clinique ne semble pas être justifié.

4.3. Qualité des preuves

Le système GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluations) permet de déterminer le niveau de preuve d'un résultat ; c'est-à-dire le niveau de crédibilité d'un résultat. Plus ce niveau augmente plus nous pouvons avoir confiance en ce résultat.

Il permet d'évaluer la qualité des preuves des résultats par critère de jugement et ne donne pas seulement un niveau de preuve global de la revue. En effet, dans une revue de littérature, selon les critères de jugement, les résultats peuvent avoir des niveaux de preuves différents. Il y a 4 niveaux de preuves : élevé, modéré, faible et très faible.

Pour évaluer le niveau de preuve des résultats de chaque critère de jugement le système GRADE se base sur certains facteurs pouvant diminuer le niveau de preuve d'un résultat : le type d'étude, le risque de biais, l'imprécision des résultats, l'inconstance des résultats et le risque de biais de publication [78][79].

- **Type d'étude :**

Le type de schéma d'étude des articles inclus dans une revue permet d'établir le niveau de preuve et de confiance initial. Dans cette revue de littérature seuls des essais cliniques randomisés ont été inclus. Ce type d'étude est le plus approprié pour répondre à une question thérapeutique. Le niveau de confiance initial est donc élevé.

Cependant d'autres facteurs, présentés ci-dessous, sont à prendre en compte et peuvent faire diminuer ce niveau.

- **Risque de biais :**

L'échelle PEDro a été utilisée pour évaluer la qualité méthodologique des articles et identifier les différents biais présents dans les études incluses. Chaque article a donc obtenu un score PEDro sur 10.

Pour chaque critère de jugement étudié dans cette revue, un score PEDro moyen a été calculé à partir des scores PEDro des articles s'intéressant au critère de jugement :

- Les neuf études traitant la vitesse de marche obtiennent un score PEDro moyen de 5,6/10
- Les sept études s'intéressant à la distance de marche parcourue obtiennent un score PEDro moyen de 5,6/10
- Les sept études analysant la force musculaire obtiennent un score PEDro moyen de 5,9/10
- Les cinq études évaluant la capacité de marche obtiennent un score PEDro moyen de 5,2/10

Nous observons que la qualité méthodologique des études, sur lesquelles repose l'effet estimé, est moyenne pour tous les critères de jugement étudiés. Cela abaisse le niveau de preuve des résultats.

- **Imprécision des résultats :**

L'imprécision des résultats est mise en évidence à partir des IC à 95% et des « p value ». Les résultats sont peu précis lorsque les IC sont larges et croisent la valeur nulle et lorsque $p > 0,05$. De plus, de faibles tailles d'échantillon, ce qui est le cas dans les études incluses dans cette revue, peuvent augmenter l'imprécision des résultats.

Concernant la vitesse et la capacité de marche, tous les résultats sont imprécis car les IC englobent la valeur nulle et sont assez larges. De plus les « p value » sont supérieures à 0,05.

Pour la distance de marche parcourue, seuls dans 2 études les résultats sont assez précis.

Dans l'étude de *Yang2014*, $p < 0,05$ cependant l'IC ne nous est pas donné et aurait permis de confirmer avec certitude la précision du résultat.

Dans l'étude de *Lucareli2011*, l'intervalle de confiance (IC 95% = [5,33 ; 19,17]) ne croise pas la valeur nulle, il est cependant assez large.

Les résultats dans les autres études sont imprécis car les IC englobent la valeur nulle et sont assez larges. De plus les « p value » sont supérieures à 0,05.

Enfin, pour la force musculaire, seule l'étude de *Sadeghi2014* montre des résultats précis. L'intervalle de confiance (IC 95% = [7,09 ; 9,19]) ne croise pas la valeur nulle et est étroit.

Les résultats dans les autres études sont imprécis car les IC englobent la valeur nulle et sont assez larges. De plus les « p value » sont supérieures à 0,05.

- **Inconstance des résultats :**

Ce facteur correspond à l'hétérogénéité des résultats. Si l'estimation de l'effet est différente entre les études, le niveau de preuve sera alors plus faible. Au contraire, si l'estimation de l'effet est cohérente entre les différentes études incluses, le niveau de confiance sera plus élevé.

Concernant la vitesse de marche, les tailles d'effets retrouvées dans chaque étude varient de - 0,09 m/s à + 0,27 m/s. Ces résultats sont donc assez hétérogènes car certaines études montrent des résultats légèrement en faveur du groupe contrôle (entraînement conventionnel) et d'autres en faveur du BWSTT. Cependant, aucune des différences entre les groupes n'est statistiquement significative. Les résultats ne montrent pas la supériorité d'un traitement par rapport à l'autre.

A propos de la distance de marche parcourue, l'étude de *Sadeghi2014* présente une taille d'effet de - 174,29 m, montrant l'efficacité supérieure d'un entraînement conventionnel par rapport au BWSTT. Cependant cette taille d'effet est à prendre en considération avec beaucoup de prudence car les mesures de départ entre les deux groupes étaient très différentes. Les tailles d'effet retrouvées dans les autres études varient de - 15,3 m à + 20 m. Ces résultats sont donc assez hétérogènes. Par ailleurs, les résultats des études de *Yang2014* et *Lucareli2011* sont statistiquement significatifs en faveur du BWSTT. Les autres résultats ne sont pas significatifs.

Pour la force musculaire, les tailles d'effet retrouvées dans chaque étude varient de - 1,2 à + 8,14 points. Ces résultats sont donc assez hétérogènes car certaines études montrent des résultats légèrement en faveur du groupe contrôle et d'autres en faveur du BWSTT. Par ailleurs, les résultats de l'étude de *Sadeghi2014* sont statistiquement significatifs en faveur du BWSTT. Les autres résultats ne sont pas significatifs.

Pour la capacité de marche, les tailles d'effet retrouvées dans chaque étude varient de - 0,8 à + 0,06 points. Ces résultats sont assez proches mais hétérogènes car certaines études montrent des résultats légèrement en faveur du groupe contrôle et d'autres en faveur du BWSTT. Cependant les résultats ne sont pas statistiquement significatifs, ils ne montrent pas la supériorité d'un traitement par rapport à l'autre.

- **Biais de publication :**

Un biais de publication correspond au fait que les auteurs d'études ont plus tendance à diffuser et publier leur étude lorsque les résultats sont positifs. Ce type de biais est très compliqué à évaluer.

Cependant, tous les ECR identifiés grâce à notre recherche bibliographique et répondant à notre question thérapeutique ont été inclus et analysés dans cette revue que leurs résultats soient ou ne soient pas statistiquement significatifs.

Même si au départ le niveau de preuve des résultats était élevé du fait que cette revue n'inclut que des ECR, le risque de biais, l'imprécision des résultats et l'inconstance des résultats abaissent le niveau de preuve et de confiance que l'on peut avoir dans les résultats obtenus pour chaque critère de jugement.

4.4. Biais potentiels de la revue

Au même titre qu'une étude, une revue de littérature doit être soumise à une évaluation de sa qualité méthodologique. En effet, les revues sont des études secondaires résumant des données d'études primaires ; la manière dont est élaborée une revue peut donc engendrer des biais et fausser les conclusions qui en ressortent.

L'échelle AMSTAR-2 [80], outil permettant d'évaluer une revue de littérature systématique, a été utilisée afin de coter la qualité méthodologique et donc la validité interne de notre revue.

Cette échelle est composée de 16 items permettant d'évaluer les biais potentiels d'une revue. Le tableau suivant présente les différents items traduits en français ainsi que leur validation ou non [36][81]. En annexe, se trouve la grille AMSTAR-2 complétée en détail (*Annexe 9*).

Tableau 9 : Échelle AMSTAR-2 [81]

Items	Validation et justification
1. Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?	Oui : cf. sous-partie 2.1. de la partie Méthode.
2. Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?	Partiellement : cf. la partie Méthode pour l'explication détaillée du protocole de recherche. Protocole non enregistré dans un registre.
3. Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	Oui : cf. sous partie 2.1.1 de la partie Méthode (seulement des ECR inclus).
4. Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	Partiellement : cf. partie Méthode. Tous les critères ont été respectés sauf la recherche dans les registres d'essais/études et la consultation du contenu/avis des experts dans le domaine.
5. Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	Non : Un seul auteur.
6. Les auteurs ont-ils effectué en double l'extraction des données ?	Non : Un seul auteur.
7. Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	Oui : cf. tableau 1 et annexe 3.
8. Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	Oui : cf. tableau 3 et annexe 4.
9. Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	Oui : cf. sous-partie 2.3.2 de la partie Méthode et sous-partie 3.2 de la partie Résultats (échelle PEDro utilisée).
10. Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	Oui : Informations recherchées dans chaque articles inclus.
11. Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	Non évaluable : Méta-analyse non effectuée dans cette revue.
12. Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?	Non évaluable : Méta-analyse non effectuée dans cette revue.
13. Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?	Oui : cf partie 4.1 de la Discussion

14. Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?	Oui : cf partie 4.1 de la Discussion
15. S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont-ils discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?	Non évaluable : Une synthèse qualitative a été menée dans cette revue et non une synthèse quantitative.
16. Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	Oui : Aucun conflit d'intérêts déclaré et aucun financement n'a été reçu pour réaliser la revue.

En résumé, sur 16 critères, cette revue de littérature en respecte totalement 9 et partiellement 2. Cette revue présente donc une certaine qualité méthodologique.

Cependant, 3 critères ne sont pas évaluable et 2 critères ne sont pas respectés et mettent en évidence la présence de certains biais.

En effet, s'agissant d'un mémoire de fin d'étude individuel, la sélection des études incluses dans cette revue de littérature ainsi que l'extraction et l'interprétation des données n'ont été faites que par une seule personne. Bien que cette revue ait suivi une méthode rigoureuse, la participation d'au moins un autre auteur aurait permis d'avoir deux analyses, deux points de vue et lors de la mise en commun, de discuter sur les sources de désaccord, et ainsi de renforcer les conclusions et la qualité méthodologique de cette revue.

De plus, une méta-analyse n'a pas été effectuée dans cette revue du fait de l'hétérogénéité des données. Les caractéristiques des échantillons de population (niveau lésionnel, temps depuis la lésion, capacités de marche avant d'entrer dans l'étude) de chaque article inclus mais aussi des protocoles d'entraînements présentent des différences dans chaque étude. Par ailleurs, du fait de l'inexistence de consensus sur la fréquence et durée d'entraînement optimales ces données diffèrent aussi entre les articles. La réalisation d'une méta-analyse, c'est-à-dire une revue dans laquelle une analyse statistique combinant tous les résultats des études incluses est effectuée, aurait permis d'augmenter la puissance statistique et donc la qualité de cette revue.

D'autres biais potentiels ressortent dans cette revue comme le fait de n'avoir recherché des essais cliniques que dans 4 bases de données et dans les références bibliographiques des études incluses et donc la possibilité d'être passé à côté d'études potentiellement intéressantes pour répondre à notre question. Cependant parmi ces 4 bases de données, Pubmed, une des principales bases de données, et PEDro, base de données de la physiothérapie fondée sur les preuves et regroupant des ECR, ont été utilisées pour la recherche bibliographique des articles de la revue.

5. Conclusion

L'objectif de cette revue était de faire un état des lieux des données présentes dans la littérature sur la rééducation de la marche avec allègement du poids du corps afin de savoir si cette technique de rééducation permet d'améliorer de façon significative les paramètres de marche (la vitesse et la distance de marche), la force musculaire et la capacité de marche par rapport à une rééducation conventionnelle chez les patients blessés médullaires incomplets.

Les résultats observés n'ont pas soutenu l'hypothèse de départ de notre revue selon laquelle le BWSTT entraînerait une meilleure récupération de la marche en permettant aux patients n'ayant pas assez de force musculaire au niveau des membres inférieurs de pouvoir pratiquer un travail de la marche précoce, de façon intensive et en sécurité.

D'après les résultats obtenus dans les différentes études, l'entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps ne montre pas plus d'intérêt qu'une rééducation conventionnelle avec marche sur sol plat.

Seules, pour la distance parcourue, deux études (*Lucareli2011* et *Yang2014*) présentent des résultats statistiquement significatifs en faveur du BWSTT mais ces résultats ne sont pas cliniquement significatifs. Pour la force musculaire, seule une étude (*Sadeghi2014*) présente des résultats statistiquement et cliniquement significatifs en faveur du groupe expérimental. En ce qui concerne la vitesse et la capacité de marche, aucune étude ne présente une différence statistiquement et cliniquement significative entre le groupe expérimental et contrôle.

Les deux techniques de rééducation permettent une amélioration de la fonction locomotrice mais aucune ne montre sa supériorité par rapport à l'autre.

Néanmoins, la disparité de la qualité méthodologique des études, le faible nombre de participants et les différences entre les études peuvent être source de biais des résultats obtenus et être à l'origine de la variabilité de ces résultats. Tout cela diminue le niveau, la qualité des preuves et donc la confiance que l'on peut avoir en ces résultats.

D'autre part, vu le coût du matériel nécessaire pour le BWSTT, le fait que le traitement est insuffisamment décrit et détaillé pour être reproductible, vu l'absence de preuves sur l'existence d'un protocole standardisé et optimal (fréquence et durée d'entraînement, vitesse du tapis, pourcentage d'allègement...) et vu les tailles d'effets observées, l'entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps ne semble pas être justifié.

Cependant, des études seraient nécessaires pour déterminer un protocole d'entraînement optimal et standardisé avec des modalités d'utilisation bien décrites (fréquence et durée d'entraînement, vitesse du tapis, pourcentage d'allègement corporel...) afin que de futurs essais cliniques randomisés, avec des échantillons de population plus importants et de haute qualité méthodologique, soient menés pour confirmer les résultats observés, notamment ceux sur la distance de marche parcourue et ceux sur la force musculaire qui sont assez hétérogènes. De plus, dans ces études il serait judicieux que les participants aient les mêmes capacités de marche au départ et que les effets du traitement soient suivis dans le temps. Il

serait aussi pertinent que certaines de ces études ne s'intéressent qu'à des patients en phase aiguë et que d'autres ne s'intéressent qu'à des patients en phase chronique afin de déterminer si le BWSTT peut avoir plus d'intérêt dans une phase que dans l'autre.

L'objectif pour nous, en tant que thérapeutes, est de savoir quelles sont les stratégies thérapeutiques présentant des preuves fiables sur lesquelles nous pouvons nous baser pour permettre aux patients atteints d'une lésion médullaire de bénéficier du meilleur traitement possible afin de maximiser leur chance de retrouver une autonomie fonctionnelle et une amélioration de la fonction locomotrice.

Par ailleurs, il serait peut-être intéressant de regarder les données présentes dans la littérature concernant d'autres techniques de rééducation qui permettent, comme le BWSTT, d'effectuer un entraînement à la marche avec allègement du poids du corps. En effet, la balnéothérapie pourrait être un moyen pour améliorer les fonctions locomotrices des patients blessés médullaires, le poids du patient étant allégé.

Il faut aussi s'intéresser aux nouvelles innovations technologiques qui sont de plus en plus performantes comme les assistances robotisées (exosquelettes) qui pourraient être un dispositif d'avenir permettant un entraînement à la marche précoce des patients blessés médullaires ainsi qu'un gain d'autonomie. De plus, l'entraînement à la marche sur tapis avec allègement corporel peut être couplé à un exosquelette (Lokomat). Bien que ce dispositif soit plus coûteux il serait intéressant d'étudier les données présentes à ce sujet dans la littérature et regarder si ce dispositif permet d'améliorer les fonctions locomotrices des patients blessés médullaires de façon significative.

Conflit d'intérêts :

L'auteur de cette revue déclare n'avoir aucun conflit d'intérêts et n'avoir reçu aucun financement pour réaliser ce travail de recherche.

6. Bibliographie

- [1] Haute Autorité de Santé (HAS). Guide Affection De Longue Durée : Paraplégie (Lésions Médullaires). 2007.
- [2] Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Lésions de la Moelle Epinière : Perspectives Internationales. 2013.
- [3] Seuret F. Portrait chiffré des blessés médullaires. Faire Face Paratétra N°11 2011.
- [4] Middleton JW, Dayton A, Walsh J, Rutkowski SB, Leong G, Duong S. Life expectancy after spinal cord injury: A 50-year study. *Spinal Cord* 2012;50:803–11. <https://doi.org/10.1038/sc.2012.55>.
- [5] Kang Y, Ding H, Zhou H, Wei Z, Liu L, Pan D, et al. Epidemiology of worldwide spinal cord injury: a literature review. *J Neurorestoratology* 2018;6–7. <https://doi.org/10.2147/JN.S143236>.
- [6] Rabinstein AA. Traumatic Spinal Cord Injury 2018. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000581>.
- [7] Consortium National de Formation en Santé - Ottawa Université. Lésion médullaire 2019. <https://cnfs.ca/pathologies/lesion-medullaire>.
- [8] Bulletin de l'académie nationale de médecine. Les lésions traumatiques de la moelle épinière. 2005.
- [9] Ho C, Wuermser LA, Priebe MM, Chiodo AE, Scelza WM, Kirshblum SC. Spinal Cord Injury Medicine. 1. Epidemiology and Classification. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:1–6. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.12.001>.
- [10] Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur : Tête et tronc. 2017.
- [11] Colonne vertébrale - Moelle spinale n.d. <https://clemedicine.com/2-colonne-vertebralemoelle-spinale/>.
- [12] Reinhard Rohkamm. Atlas de poche de Neurologie. 2005.
- [13] Braillon G. Le système nerveux central à l'usage des étudiants en médecine. 1990.
- [14] J-F. Désert. Les lésions médullaires traumatiques et médicales (paraplégies et tétraplégies). 2002.
- [15] Ahuja CS, Wilson JR, Nori S, Kotter MRN, Druschel C, Curt A, et al. Traumatic spinal cord injury. *Nat Rev Dis Prim* 2017;3. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.18>.
- [16] Collège des Enseignants de Neurologie. Syndromes médullaires n.d. <https://www.cen-neurologie.fr/premier-cycle/semiologie-topographique/syndromes-peripheriques/syndromes-medullaires>.
- [17] Ditunno JF, Young W, Donovan WH, Creasey G. The international standards booklet for neurological and functional classification of spinal cord injury. *Paraplegia* 1994;32:70–80. <https://doi.org/10.1038/sc.1994.13>.

- [18] American Spinal Injury Association (ASIA) and The International Spinal Cord Society (ISCoS). International Standards For Neurological Classification of Spinal Cord injury (ISNCSCI). 2019.
- [19] National Spinal Cord Injury Statistical Center (NSCISC). Spinal cord injury facts and figures at a glance. *J Spinal Cord Med* 2013;37:117–8. <https://doi.org/10.1179/1079026813Z.000000000249>.
- [20] Mailhan L, Genêt F, Raibaut P, Sheikh Ismael S, Roche N, Demaille-Wlodyka S, et al. Paraplégie et tétraplégie d'origine traumatique. *Neurol N°45* 2002;5.
- [21] Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Lésions de la moelle épinière 2013. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury>.
- [22] The International Spinal Cord Society (ISCoS). International Standards for the Classification of Spinal Cord Injury : Key Sensory Points. 2008.
- [23] The International Spinal Cord Society (ISCoS). International Standards for the Classification of Spinal Cord Injury : Motor Exam Guide. 2008.
- [24] The International Spinal Cord Society (ISCoS). The 2019 revision of the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI)—What's new? *Spinal Cord* 2019;57:815–7. <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0350-9>.
- [25] Behrman AL, Bowden MG, Nair PM. Neuroplasticity after spinal cord injury and training : An emerging paradigm shift in rehabilitation and walking recovery. *Phys Ther* 2006;86:1406–25. <https://doi.org/10.2522/ptj.20050212>.
- [26] Isambert JL, Bébin Y, Injeyan S. Innovations en rééducation neurologique. *La Lett Médecine Phys Réadaptation* 2006;22:29–30. <https://doi.org/10.1007/s11659-006-0003-1>.
- [27] Yu P, Zhang W, Liu Y, Sheng C, So KF, Zhou L, et al. The effects and potential mechanisms of locomotor training on improvements of functional recovery after spinal cord injury. *Int Rev Neurobiol* 2019;147:199–217. <https://doi.org/10.1016/bs.irn.2019.08.003>.
- [28] Arazpour M, Sharifi G, Mousavi ME, Maleki M. Role of Gait Training in Recovery of Standing and Walking in Subjects with Spinal Cord Injury. *Essentials Spinal Cord Inj Med* 2018. <https://doi.org/10.5772/intechopen.71312>.
- [29] SCIRE Community Team, Lam T, Sproule S. Body Weight Supported Treadmill Training 2017:1–8.
- [30] Harvey L. Management of Spinal Cord Injuries : A Guide for Physiotherapist 2008.
- [31] Wilson MS, Qureshy H, Protas EJ, Holmes ; S Ann, Krouskop TA, Sherwood AM. Equipment specifications for supported treadmill ambulation training. vol. 37. n.d.
- [32] Wilcox D, Otr L, Boyd K, Feeley J, Corwin L. Body-Weight Support Treadmill Training (BWSTT) with Transition to Overground Ambulation : A Clinical Guideline for the Treatment of Patients with Neurological Conditions using Biodex Unweighing System and Gait Trainer 2012;6339.
- [33] Widerström-Noga EG, Felipe-Cuervo E, Broton JG, Duncan RC, Yezierski RP. Perceived difficulty in dealing with consequences of spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:580–6. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(99\)90203-4](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90203-4).

- [34] Howick J, Chalmers I, Lind J, Glasziou P, Greenhalgh T, Heneghan C, et al. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine 2011 : Levels of Evidence. 2011.
- [35] Eloy P. Méthodologie des essais thérapeutiques - Hôpitaux Universitaires Paris Nord Val de Seine. 2017.
- [36] Pallot A. Evidence Based Practice en rééducation - Démarche pour une pratique raisonnée. Elsevier Masson 2019.
- [37] CHU de Rouen. HeTOP - MeSH (Medical Subject Heading) 2019. <https://www.hetop.eu/hetop/rep/fr/MESH/>.
- [38] Échelle PEDro - Version Française 2010. <https://pedro.org.au/french/resources/pedro-scale/>.
- [39] Hornby TG. Assessment of robotic-assisted locomotor training in individuals with subacute, motor incomplete SCI: a randomized, controlled pilot study 2007.
- [40] Wernig A, Müller S. Laufband locomotion with body weight support improved walking in persons with severe spinal cord injuries. *Paraplegia* 1992;30:229–38. <https://doi.org/10.1038/sc.1992.61>.
- [41] Wernig A, Nanassy A, Müller S. Maintenance of locomotor abilities following Laufband (treadmill) therapy in para- and tetraplegic persons: Follow-up studies. *Spinal Cord* 1998;36:744–9. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100670>.
- [42] Hicks AL, Adams MM, Martin Ginis K, Giangregorio L, Latimer A, Phillips SM, et al. Long-term body-weight-supported treadmill training and subsequent follow-up in persons with chronic SCI: Effects on functional walking ability and measures of subjective well-being. *Spinal Cord* 2005;43:291–8. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101710>.
- [43] Lucareli PRG, Lima MO, Lima FPS, Garbelotti SA, Gimenès RO, Almeida JG, et al. Gait analysis and quality of life evaluation after gait training in patients with spinal cord injury. *Rev Neurol* 2008;46:406–10. <https://doi.org/10.33588/rn.4607.2007650>.
- [44] Field-Fote EC, Lindley SD, Sherman AL. Locomotor training approaches for individuals with spinal cord injury: A preliminary report of walking-related outcomes. *J Neurol Phys Ther* 2005;29:127–37. <https://doi.org/10.1097/01.NPT.0000282245.31158.09>.
- [45] Jones ML, Evans N, Tefertiller C, Backus D, Sweatman M, Tansey K, et al. Activity-based therapy for recovery of walking in individuals with chronic spinal cord injury: Results from a randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2014;95:2239–2246.e2. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.07.400>.
- [46] Lotter JK, Henderson CE, Plawecki A, Holthus ME, Lucas EH, Ardestani MM, et al. Task-Specific Versus Impairment-Based Training on Locomotor Performance in Individuals With Chronic Spinal Cord Injury: A Randomized Crossover Study. *Neurorehabil Neural Repair* 2020;34:627–39. <https://doi.org/10.1177/1545968320927384>.
- [47] Nooijen C, Ter Hoeve N, Field-Fote E. Gait quality is improved by locomotor training in individuals with SCI regardless of training approach. *J Neuroeng Rehabil* 2009;6. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-6-36>.

- [48] Piira A, Lannem AM, Sørensen M, Glott T, Knutsen R, Jørgensen L, et al. Manually assisted body-weight supported locomotor training does not re-establish walking in non-walking subjects with chronic incomplete spinal cord injury: A randomized clinical trial. *J Rehabil Med* 2019;51:113–9. <https://doi.org/10.2340/16501977-2508>.
- [49] Senthilvelkumar T, Magimairaj H, Fletcher J, Tharion G, George J. Comparison of body weight-supported treadmill training versus body weight-supported overground training in people with incomplete tetraplegia: A pilot randomized trial. *Clin Rehabil* 2015;29:42–9. <https://doi.org/10.1177/0269215514538068>.
- [50] Alexeeva N, Sames C, Jacobs PL, Hobday L, DiStasio MM, Mitchell SA, et al. Comparison of training methods to improve walking in persons with chronic spinal cord injury: A randomized clinical trial. *J Spinal Cord Med* 2011;34:362–79. <https://doi.org/10.1179/2045772311Y.0000000018>.
- [51] Yang JF, Musselman KE, Livingstone D, Brunton K, Hendricks G, Hill D, et al. Repetitive mass practice or focused precise practice for retraining walking after incomplete spinal cord injury? A pilot randomized clinical trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2014;28:314–24. <https://doi.org/10.1177/1545968313508473>.
- [52] Field-Fote EC, Roach KE. Influence of a locomotor training approach on walking speed and distance in people with chronic spinal cord injury: A randomized clinical trial. *Phys Ther* 2011;91:48–60. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090359>.
- [53] Lucareli PR, Lima MO, Lima FPS, De Almeida JG, Brech GC, D'Andréa Greve JM. Gait analysis following treadmill training with body weight support versus conventional physical therapy: A prospective randomized controlled single blind study. *Spinal Cord* 2011;49:1001–7. <https://doi.org/10.1038/sc.2011.37>.
- [54] Dobkin B, Apple D, Barbeau H, Basso M, Behrman A, Deforge D, et al. Weight-supported treadmill vs over-ground training for walking after acute incomplete SCI. *Neurology* 2006;66:484–92. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000202600.72018.39>.
- [55] Dobkin B, Barbeau H, Deforge D, Ditunno J, Elashoff R, Apple D, et al. The evolution of walking-related outcomes over the first 12 weeks of rehabilitation for incomplete traumatic spinal cord injury: The multicenter randomized Spinal Cord Injury Locomotor Trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2007;21:25–35. <https://doi.org/10.1177/1545968306295556>.
- [56] Gupta N, Mehta R. Comparison of Gait Performance of Spinal Cord Injury Subjects: Body Weight Supported Treadmill Training Versus Over Ground Gait Training. *Apollo Med* 2009;6:21–7. [https://doi.org/10.1016/s0976-0016\(11\)60029-x](https://doi.org/10.1016/s0976-0016(11)60029-x).
- [57] Sadeghi H, Banitalebi E, Raeisi Dehkordi M. The Effect of Body-Weight-Supported Training Exercises on Functional Ambulation Profile in Patients with Paraplegic Spinal Cord Injury. vol. 4. *Physical Treatments - Specific Physical Therapy Journal*; 2015.
- [58] Academy of Neurologic Physical Therapy. Core Measure: 10 Meter Walk Test (10mWT). 2014.
- [59] CHU de Poitiers - Actidiane. 10-Meter Walk Test. 2017.
- [60] Moffet H. Tests Cliniques (Locomotion) - Motricité humaine à travers les âges. 2009.

- [61] IRBMS (Institut de Recherche du Bien-Etre de la Medecine et du Sport Santé). Test de marche des six minutes (6 MWT) : protocole, valeurs et calcul 2017.
- [62] Hopitaux Universitaires de Genève (HUG). Test De Marche De 6 Minutes. 2010.
- [63] Academy of Neurologic Physical Therapy. 6 MINUTE WALK TEST (6MWT) 2018. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130032>.
- [64] Academy of Neurologic Physical Therapy. Core Measure : Six Minute Walk Test (6MWT). 2018.
- [65] Gündüz B, Erhan B. Updates in ASIA Examination: Lower Extremity Motor Examination 2015.
- [66] American Spinal Injury Association (ASIA). Reference Manual for the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury 2003.
- [67] Ditunno JF, Ditunno PL, Scivoletto G, Patrick M, Dijkers M, Barbeau H, et al. The Walking Index for Spinal Cord Injury (WISCI/WISCI II): nature, metric properties, use and misuse. *Spinal Cord* 2013;51:346–55. <https://doi.org/10.1038/sc.2013.9>.
- [68] SCIRE Project (Spinal Cord Injury Research Evidence). Walking Index for Spinal Cord Injury (WISCI; version II) Assessment Overview Assessment Area. 2016.
- [69] Fattal C. WISCI II (Walking Index for Spinal Cord injury II) 2012:Scale Library.
- [70] AbilityLab Home | Shirley Ryan AbilityLab n.d. <https://www.sralab.org/>.
- [71] Rehabilitation Measures | Shirley Ryan AbilityLab n.d. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures>.
- [72] 10 Meter Walk Test | RehabMeasures Database n.d. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/10-meter-walk-test>.
- [73] Lam T, Noonan VK, Eng JJ. A systematic review of functional ambulation outcome measures in spinal cord injury. *Spinal Cord* 2008;46:246–54. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3102134>.
- [74] Musselman KE. Clinical significance testing in rehabilitation research: what, why, and how? *Phys Ther Rev* 2007;12:287–96. <https://doi.org/10.1179/108331907X223128>.
- [75] 6 Minute Walk Test | RehabMeasures Database n.d. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/6-minute-walk-test>.
- [76] Burns AS, Delparte JJ, Patrick M, Marino RJ, Ditunno JF. The reproducibility and convergent validity of the walking index for spinal cord injury (WISCI) in chronic spinal cord injury. *Neurorehabil Neural Repair* 2011;25:149–57. <https://doi.org/10.1177/1545968310376756>.
- [77] Walking Index for Spinal Cord Injury | RehabMeasures Database n.d. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/walking-index-spinal-cord-injury>.
- [78] Haute Autorité de Santé (HAS). Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique : état des lieux. 2013.
- [79] What is GRADE? | BMJ Best Practice n.d. <https://bestpractice.bmj.com/info/toolkit/learn-ebm/what-is-grade/>.

- [80] Shea B, Reeves B, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomized or non-randomized studies of healthcare interventions, or both. *BMJ* 2017. <https://doi.org/10.7557/1672-2531.201711005>.
- [81] Pallot A, Rostagno S. AMSTAR-2 : traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques. *Kinesither Rev* 2019;20:1–2. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2019.12.050>.
- [82] Recherche Clinique Paris Centre. Test de marche de 6 minutes n.d.
- [83] Benavent-Caballer V. Schematic illustration of the 6-minute Walk Test 2016.

7. Annexes

Annexe 1 : Normes internationales pour la classification des lésions médullaires (Score ASIA)

ASIA AMERICAN SPINAL INJURY ASSOCIATION		NORMES INTERNATIONALES POUR LA CLASSIFICATION DES LÉSIONS MÉDULLAIRES (ISNCSCI)		ISCOS INTERNATIONAL SPINAL CORD SOCIETY	
Date de l'examen _____ Heure de l'examen _____ Nom de l'examineur _____ Signature _____ Nom de l'examineur _____ Signature _____ ☐ PT ☐ Chirurgien rachidien ☐ Physiatre ☐ Infirmière ☐ Autre (spécifiez): _____					
DROITE MUSCLES-CLÉS MOTEUR MSGD (Membre Supérieur Droit) Flexisseurs du coude C5 Extenseurs du poignet C6 Extenseurs du coude C7 Flexisseurs des doigts C8 Abducteurs des doigts (petit doigt) T1 MIGD (Membre Inférieur Droit) Flexisseurs de la hanche L2 Extenseurs du genou L3 Dorsiflexisseurs de la cheville L4 Extenseurs du gros orteil L5 Flexisseurs plantaires de la cheville S1 (CAV) Contraction anale volontaire (Oui/Non) ☐ S4-5 TOTAUX DROIT (MAXIMUM) (50)		SENSITIF POINTS SENSITIFS-CLÉS Toucher Léger (TL) Piqure (P) C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10 T11 T12 L1 L2 L3 L4 L5 S1 S2 S3 S4-5 (CAV) Myélopathie ☐ Lésion nerveuse périphérique sans lésion médullaire ☐ Lésion nerveuse périphérique avec lésion médullaire ☐ Aucun ☐ Inconnu ☐		GAUCHE MUSCLES-CLÉS MOTEUR MSG (Membre Supérieur Gauche) Flexisseurs du coude C5 Extenseurs du poignet C6 Extenseurs du coude C7 Flexisseurs des doigts C8 Abducteurs des doigts (petit doigt) T1 MIG (Membre Inférieur Gauche) Flexisseurs de la hanche L2 Extenseurs du genou L3 Dorsiflexisseurs de la cheville L4 Extenseurs du gros orteil L5 Flexisseurs plantaires de la cheville S1 (PAP) Pression anale profonde (Oui/Non) ☐ S4-5 TOTAUX GAUCHE (MAXIMUM) (50)	
☐ 0 = Parésie totale ☐ 1 = Contraction visible ou palpable ☐ 2 = Mouvement actif sans gravité ☐ 3 = Mouvement actif contre une certaine résistance ☐ 4 = Mouvement actif contre pleine résistance ☐ NE = Non-évaluable 0: 1, 2, 3, 4; NE = Condition autre que médullaire					
☐ 0 = Absent ☐ 1 = Altéré ☐ 2 = Normal NE = Non-évaluable 0: 1, NE = Condition autre que médullaire					
TLD ☐ + TLG ☐ = TL TOTAL (56) MAX (56)					
FIMMS TOTAL ☐ MID ☐ + MIG ☐ = FIMMI TOTAL (50) MAX (25)					
FIMMS TOTAL ☐ PD ☐ + PG ☐ = P TOTAL (112) MAX (56)					
SOUS-TOTAUX MOTEURS MSD ☐ + MSG ☐ = FIMMS TOTAL (25) MAX (25)					
SOUS-TOTAUX SENSITIFS TLD ☐ + TLG ☐ = TL TOTAL (56) MAX (56)					
RBC: ☐ Présent ☐ Absent ☐ Inconnu ☐ Syndrome de la queue de cheval: ☐ Oui ☐ Non ☐ Inconnu					
BESOIN D'AIDE? Outil de classification informatisée disponible à: www.isncsci.org/algorithm.com (Pour les scores avec absence de fonction motrice ou sensitive au niveau S4-5 seulement)					
NIVEAUX NEUROLOGIQUES 1. SENSITIF ☐ D ☐ 2. MOTEUR ☐ G ☐ Étape 1-6 pour la classification au verso					
3. NIVEAU NEUROLOGIQUE DE LA LÉSION (NLI) ☐					
4. COMPLÈTE OU INCOMPLÈTE? Incomplète = toute fonction sensitive ou motrice en S4-5					
5. ÉCHELLE DE SÉVÉRITÉ ASIA (AIS) Niveau le plus caudal avec intervention PARTIELLE ☐ SENSITIVE ☐ MOTRICE ☐					
Ce formulaire a été modifié à partir de la feuille de travail ISNCSCI version REV 04/19 avec la permission de l'American Spinal Injury Association.					

Évaluation de la fonction motrice

0 = Parésie totale

1 = Contraction visible ou palpable

2 = Mouvement actif, pleine amplitude sans gravité

3 = Mouvement actif, pleine amplitude, contre gravité

4 = Mouvement actif, pleine amplitude contre gravité et résistance modérée dans une position musculaire spécifique.

5 = Mouvement actif (normal), pleine amplitude contre gravité et pleine résistance dans une position musculaire fonctionnelle attendue d'un individu sans déficit.

NÉ = Non évaluable (i.e. en raison d'une immobilisation, de douleur intense limitant l'évaluation, une amputation d'un membre ou une contracture >50 % de l'amplitude normale).

0*, 1*, 2*, 3*, 4*, NÉ* = Condition autre que médullaire

Évaluation de la fonction sensitive

0 = Absente **1** = Altérée, sensation soit diminuée/affectée soit hypersensibilité

2 = Normale **NÉ** = Non évaluable

0*, 1*, NÉ* = Condition autre que médullaire

Note: Les scores moteurs et sensitifs anormaux doivent être identifiés par un * pour indiquer que la déficience est due à une condition autre que médullaire. La condition autre doit être expliquée dans la zone Commentaires, ainsi que des informations sur la manière dont la mesure est déterminée pour les besoins de classification (au moins normal ou anormal pour la classification)

Quand évaluer les muscles non-clés

Pour un patient ayant une classification apparente AIS B, la fonction des muscles non-clés doit être testée sur plus de 3 niveaux sous le niveau moteur de chaque côté pour classer la lésion de façon plus précise (différencier les AIS B et C).

Mouvement

Épaule: Flexion, extension, abduction, adduction, rotation interne et externe.	C5
Coude: Supination.	
Coude: Pronation	C6
Poignet: Flexion	
Doigt: Flexion à l'articulation MCP.	C7
Pouce: Flexion, extension et abduction du pouce.	
Doigt: Flexion à l'articulation MCP.	C8
Pouce: Opposition, adduction et abduction perpendiculaire à la paume.	
Doigt: Abduction de l'index.	T1
Hanche: Adduction.	L2
Hanche: Rotation externe.	L3
Hanche: Extension, abduction, rotation interne.	L4
Genou: Flexion.	
Cheville: Inversion et éversion.	
Orteil: Extension des articulations MTP et IP.	
Hallux et orteil: Flexion et abduction articulations IPP et IPD.	L5
Hallux: Adduction.	S1

Échelle de sévérité ASIA (AIS)

A = Complet. Aucune fonction sensitive ou motrice préservée dans les segments S4-5.

B = Sensitive incomplète. La fonction sensitive est préservée sous le niveau neurologique, mais pas la fonction motrice, et inclut les segments sacrés S4-5 (toucher léger ou piqure en S4-5 ou pression anale profonde) ET aucune fonction motrice n'est préservée à plus de trois niveaux sous le niveau moteur de chaque côté du corps.

C = Motrice incomplète. La fonction motrice est préservée aux segments sacrés les plus caudaux pour la contraction anale volontaire (CAV) OU le patient répond au critère pour le statut sensitif incomplet (fonction sensitive préservée aux segments sacrés les plus caudaux (S4-S5) pour le toucher léger, la piqure et la pression anale profonde) et possède une préservation de la fonction motrice sur plus de trois niveaux sous le niveau moteur ipsilatéral de chaque côté du corps. (Ceci inclut la fonction des muscles clés et non-clés utilisée pour déterminer un statut moteur incomplet). Pour les AIS C, moins de la moitié des muscles clés sous le niveau neurologique a une cote musculaire ≥ 3.

D = Motrice incomplète. La fonction motrice est préservée sous le niveau neurologique, et au moins la moitié (la moitié ou plus) des muscles-clés sous le NNL a une cotation > 3.

E = Normal. Si la fonction sensitive et motrice, testée à l'aide du ISNCSCI, est notée comme normale pour tous les segments alors que le patient avait des déficits antérieurs, le niveau de sévérité sur l'AIS est alors de E. Un individu sans LM initiale ne recevra pas de niveau de sévérité sur l'AIS.

Utiliser ND (Non Déterminé) pour documenter les niveaux sensitifs et moteurs, le niveau neurologique, l'échelle de sévérité ASIA et/ou la zone de préservation partielle lorsqu'ils ne peuvent être déterminés à l'aide des résultats de l'examen.



NORMES INTERNATIONNALES POUR LA CLASSIFICATION NEUROLOGIQUE DES LÉSIONS MÉDULLAIRES



Étapes de la classification

L'ordre suivant est recommandé afin de déterminer la classification des individus ayant une LM.

1. Déterminer les niveaux sensitifs pour les côtés droit et gauche.

Le niveau sensitif est le dermatome intact le plus caudal pour les tests de piqure et de toucher léger.

2. Déterminer les niveaux moteurs pour les côtés droit et gauche.

Tel que défini par le muscle-clé le plus bas ayant une cotation d'au moins 3 (en décubitus dorsal), pour autant que la fonction motrice des muscles-clés situés au-dessus de ce niveau soit jugée intacte (cotation de 5).

Note : dans les régions où il n'y a aucun myotome, le niveau moteur est présumé être le même que le niveau sensitif si la fonction motrice située au-dessus de ce niveau est normale.

3. Déterminer le niveau neurologique de la lésion (NNL)

Ceci fait référence au segment le plus caudal où les fonctions sensitives sont intactes et la force musculaire contre gravité est présente (3 ou plus), pour autant que les fonctions motrices et sensitives rostrales sont intactes. Le NNL est le plus céphalique des niveaux sensitifs et moteurs déterminés aux étapes 1 et 2.

4. Déterminer si la lésion est complète ou incomplète.

(i.e. absence ou présence de fonction au niveau du segment sacré)
Si contraction anale volontaire = Non ET tous les scores sensitifs pour les niveaux S4-5 = 0
ET pression anale profonde = Non, alors la lésion est Complète.
Si non la lésion est Incomplète.

5. Déterminer le grade selon l'échelle de sévérité ASIA (AIS):

La lésion est-elle complète? Si OUI, AIS=A et la ZPP peut être enregistrée (dermatome ou myotome le plus bas sur chaque côté avec une certaine préservation)
NON →

La lésion est-elle complète au niveau moteur? Si OUI, AIS=B

NON → (Non: contraction anale volontaire OU fonction motrice sur plus de trois niveaux sous le niveau moteur d'un côté spécifique si le patient a une lésion incomplète sensitive)

Au moins la moitié (la moitié ou plus) des muscles-clés sous le niveau neurologique de la lésion ont une cotation plus grande ou égale à 3?

NON → **NON** → **OUI** → **AIS=C** **AIS=D**

Si la fonction sensitive et motrice est normale pour tous les segments, AIS = E

Note : AIS E est utilisé pour les évaluations effectuées lors des suivis lorsqu'un individu ayant une LM documentée retrouve des fonctions normales. Si aucun déficit n'est trouvé lors de l'évaluation initiale, l'individu est neurologiquement intact et l'échelle ASIA ne s'applique pas.

6. Déterminer la zone de préservation partielle.

La ZPP est utilisée uniquement pour les lésions avec absence de fonction motrice (CAV) OU sensitive (pas de PAP, pas de sensibilité TL et pas de sensibilité P) dans les segments sacrés S4-5 les plus bas, et fait référence aux dermatomes et myotomes partiellement innervés sous les niveaux moteurs et sensitifs. Avec une préservation de la fonction sensitive sacrée, la ZPP sensitive n'est pas applicable et, "NA" est inscrit dans la case. Par conséquent, si CAV est présent, la ZPP motrice n'est pas applicable et est noté NA

Annexe 2 : Échelle PEDro

Échelle PEDro – Français

1. les critères d'éligibilité ont été précisés	non ☐ oui ☐	où:
2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement)	non ☐ oui ☐	où:
3. la répartition a respecté une assignation secrète	non ☐ oui ☐	où:
4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants	non ☐ oui ☐	où:
5. tous les sujets étaient "en aveugle"	non ☐ oui ☐	où:
6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle"	non ☐ oui ☐	où:
7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels	non ☐ oui ☐	où:
8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes	non ☐ oui ☐	où:
9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter"	non ☐ oui ☐	où:
10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels	non ☐ oui ☐	où:
11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité	non ☐ oui ☐	où:

L'échelle PEDro est basée sur la liste Delphi développée par Verhagen et ses collègues au département d'épidémiologie de l'Université de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). Cette liste est basée sur un "consensus d'experts" et non, pour la majeure partie, sur des données empiriques. Deux items supplémentaires à la liste Delphi (critères 8 et 10 de l'échelle PEDro) ont été inclus dans l'échelle PEDro. Si plus de données empiriques apparaissent, il deviendra éventuellement possible de pondérer certains critères de manière à ce que le score de PEDro reflète l'importance de chacun des items.

L'objectif de l'échelle PEDro est d'aider l'utilisateur de la base de données PEDro à rapidement identifier quels sont les essais cliniques réellement ou potentiellement randomisés indexés dans PEDro (c'est-à-dire les essais contrôlés randomisés et les essais cliniques contrôlés, sans précision) qui sont susceptibles d'avoir une bonne validité interne (critères 2 à 9), et peuvent avoir suffisamment d'informations statistiques pour rendre leurs résultats interprétables (critères 10 à 11). Un critère supplémentaire (critère 1) qui est relatif à la validité "externe" (c'est "la généralisabilité" de l'essai ou son "applicabilité") a été retenu dans l'échelle PEDro pour prendre en compte toute la liste Delphi, mais ce critère n'est pas comptabilisé pour calculer le score PEDro cité sur le site Internet de PEDro.

L'échelle PEDro ne doit pas être utilisée pour mesurer la "validité" des conclusions d'une étude. En particulier, nous mettons en garde les utilisateurs de l'échelle PEDro sur le fait que les études qui montrent des effets significatifs du traitement et qui ont un score élevé sur l'échelle PEDro, ne signifie pas nécessairement que le traitement est cliniquement utile. Il faut considérer aussi si la taille de l'effet du traitement est suffisamment grande pour que cela vaille la peine cliniquement d'appliquer le traitement. De même, il faut évaluer si le rapport entre les effets positifs du traitement et ses effets négatifs est favorable. Enfin, la dimension coût/efficacité du traitement est à prendre compte pour effectuer un choix. L'échelle ne devrait pas être utilisée pour comparer la "qualité" des essais réalisés dans différents domaines de la physiothérapie, essentiellement parce qu'il n'est pas possible de satisfaire à tous les items de cette échelle dans certains domaines de la pratique kinésithérapique.

Dernière modification le 21 juin 1999. Traduction française le 1 juillet 2010

Précisions pour l'utilisation de l'échelle PEDro:

- Tous les critères **Les points sont attribués uniquement si le critère est clairement respecté.** Si, lors de la lecture de l'étude, on ne retrouve pas le critère explicitement rédigé, le point ne doit pas être attribué à ce critère.
- Critère 1 Ce critère est respecté si l'article décrit la source de recrutement des sujets et une liste de critères utilisée pour déterminer qui était éligible pour participer à l'étude.
- Critère 2 Une étude est considérée avoir utilisé une *répartition aléatoire* si l'article mentionne que la répartition entre les groupes a été faite au hasard. La méthode précise de répartition aléatoire n'a pas lieu d'être détaillée. Des procédures comme pile ou face ou le lancé de dés sont considérées comme des méthodes de répartition aléatoire. Les procédures quasi-aléatoires, telles que la répartition selon le numéro de dossier hospitalier ou la date de naissance, ou le fait de répartir alternativement les sujets dans les groupes, ne remplissent pas le critère.
- Critère 3 Une *assignation secrète* signifie que la personne qui a déterminé si un sujet répondait aux critères d'inclusion de l'étude ne devait pas, lorsque cette décision a été prise, savoir dans quel groupe le sujet serait admis. Un point est attribué pour ce critère, même s'il n'est pas précisé que l'assignation est secrète, lorsque l'article mentionne que la répartition a été réalisée par enveloppes opaques cachetées ou que la répartition a été réalisée par table de tirage au sort en contactant une personne à distance.
- Critère 4 Au minimum, lors d'études concernant des interventions thérapeutiques, l'article doit décrire au moins une mesure de la gravité de l'affection traitée et au moins une mesure (différente) sur l'un des critères de jugement essentiels en début d'étude. L'évaluateur de l'article doit s'assurer que les résultats des groupes n'ont pas de raison de différer de manière cliniquement significative du seul fait des différences observées au début de l'étude sur les variables pronostiques. Ce critère est respecté, même si les données au début de l'étude ne sont présentées que pour les sujets qui ont terminé l'étude.
- Critères 4, 7-11 Les *critères de jugement* essentiels sont ceux dont les résultats fournissent la principale mesure de l'efficacité (ou du manque d'efficacité) du traitement. Dans la plupart des études, plus d'une variable est utilisée pour mesurer les résultats.
- Critères 5-7 Être "*en aveugle*" signifie que la personne en question (sujet, thérapeute ou évaluateur) ne savait pas dans quel groupe le sujet avait été réparti. De plus, les sujets et les thérapeutes sont considérés être "en aveugle" uniquement s'il peut être attendu qu'ils ne sont pas à même de faire la distinction entre les traitements appliqués aux différents groupes. Dans les essais dans lesquels les critères de jugement essentiels sont autoévalués par le sujet (ex. échelle visuelle analogique, recueil journalier de la douleur), l'évaluateur est considéré être "en aveugle" si le sujet l'est aussi.
- Critère 8 Ce critère est respecté uniquement si l'article mentionne explicitement *à la fois* le nombre de sujets initialement répartis dans les groupes *et* le nombre de sujets auprès de qui les mesures ont été obtenues pour les critères de jugement essentiels. Pour les essais dans lesquels les résultats sont mesurés à plusieurs reprises dans le temps, un critère de jugement essentiel doit avoir été mesuré pour plus de 85% des sujets à l'une de ces reprises.
- Critère 9 Une *analyse en intention* de traiter signifie que, lorsque les sujets n'ont pas reçu le traitement (ou n'ont pas suivi l'intervention contrôle) qui leur avait été attribué, et lorsque leurs résultats sont disponibles, l'analyse est effectuée comme si les sujets avaient reçu le traitement (ou avaient suivi l'intervention contrôle) comme attribué. Ce critère est respecté, même sans mention d'une analyse en intention de traiter si l'article mentionne explicitement que tous les sujets ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle comme attribué.
- Critère 10 Une comparaison statistique *intergroupe* implique une comparaison statistique d'un groupe par rapport à un autre. Selon le plan expérimental de l'étude, cela peut impliquer la comparaison de deux traitements ou plus, ou la comparaison d'un traitement avec une intervention contrôle. L'analyse peut être une simple comparaison des résultats mesurés après administration des traitements, ou une comparaison du changement dans un groupe au changement dans un autre (quand une analyse factorielle de variance a été utilisée pour analyser les données, ceci est souvent indiqué sous la forme d'une interaction groupe x temps). La comparaison peut prendre la forme d'un test sous hypothèses (qui produit une valeur "p", décrivant la probabilité que les groupes diffèrent uniquement du fait du hasard) ou prendre la forme d'une estimation (par exemple: différence de moyennes ou de médianes, différence entre proportions, nombre nécessaire de sujets à traiter, risque relatif ou rapport de risque instantané dit "hazard ratio") et de son intervalle de confiance.
- Critère 11 Une *estimation de l'effet* est une mesure de la taille de l'effet du traitement. L'effet du traitement peut être décrit soit par une différence entre les groupes, soit par le résultat au sein (de chacun) de tous les groupes. Les *estimations de la variabilité* incluent les écarts-types, les erreurs standards, les intervalles de confiance, les intervalles interquartiles (ou autres quantiles) et les étendues. Les estimations de l'effet et/ou de la variabilité peuvent être fournies sous forme graphique (par exemple, les écarts-types peuvent être représentés sous forme de barres d'erreurs dans une figure) à la condition expresse que le graphique soit clairement légendé (par exemple, qu'il soit explicite que ces barres d'erreurs représentent des écarts-type ou des erreurs-standard). S'il s'agit de résultats classés par catégories, ce critère est considéré respecté si le nombre de sujets de chaque catégorie est précisé pour chacun des groupes.

Annexe 3 : Références des études exclues sur la base de l'abstract

Études	Motif d'exclusion
Hornby TG. 2020 "Clinical Practice Guideline to Improve Locomotor Function Following Chronic Stroke, Incomplete Spinal Cord Injury, and Brain Injury"	Revue
Côté MP. 2017 "Rehabilitation Strategies after Spinal Cord Injury: Inquiry into the Mechanisms of Success and Failure"	Revue
Yu P. 2019 "The effects and potential mechanisms of locomotor training on improvements of functional recovery after spinal cord injury"	Revue
Dietz V. 2008 "Body weight supported gait training: from laboratory to clinical setting"	Revue
Dietz V. 2009 "Body weight supported gait training: from laboratory to clinical setting"	Revue
Hubli M. 2013 "The physiological basis of neurorehabilitation--locomotor training after spinal cord injury"	Revue
Kirshblum SC. 2007 "Spinal cord injury medicine. 3. Rehabilitation phase after acute spinal cord injury"	Revue
Kirshblum S. 2004 "New rehabilitation interventions in spinal cord injury"	Revue
Knikou M. 2012 "Plasticity of corticospinal neural control after locomotor training in human spinal cord injury"	Revue
Field-Fote EC. 2000 "Spinal cord control of movement: implications for locomotor rehabilitation following spinal cord injury"	Revue
Fehlings MG. 2017 "A Clinical Practice Guideline for the Management of Patients With Acute Spinal Cord Injury: Recommendations on the Type and Timing of Rehabilitation"	Revue
Hicks AL. 2008 "Treadmill training after spinal cord injury: it's not just about the walking"	Revue
Protas EJ. 2001 "Supported treadmill ambulation training after spinal cord injury: a pilot study"	Schéma d'étude erroné : étude pilote avec 1 seul groupe
Behrman AL. 2005 "Locomotor training progression and outcomes after incomplete spinal cord injury"	Schéma d'étude erroné : étude de cas
Herman R. 2002 "Spinal cord stimulation facilitates functional walking in a chronic, incomplete spinal cord injured"	Schéma d'étude erroné : étude de cas
Gorgey AS. 2010 "Locomotor and resistance training restore walking in an elderly person with a chronic incomplete spinal cord injury"	Schéma d'étude erroné : étude de cas

Morisson SA. 2012 "NeuroRecovery Network provides standardization of locomotor training for persons with incomplete spinal cord injury"	Schéma d'étude erroné : étude de cas
Leahy TE. 2010 "Impact of a limited trial of walking training using body weight support and a treadmill on the gait characteristics of an individual with chronic, incomplete spinal cord injury"	Schéma d'étude erroné : étude de cas
Fox EJ. 2017 "Retraining walking adaptability following incomplete spinal cord injury"	Schéma d'étude erroné : étude de cas
Buehner JJ. 2012 "Relationship between ASIA examination and functional outcomes in the NeuroRecovery Network Locomotor Training Program"	Schéma d'étude erroné : étude de cohorte prospective
Behrman AL. 2012 "Assessment of functional improvement without compensation reduces variability of outcome measures after human spinal cord injury"	Schéma d'étude erroné : étude de cohorte prospective
Harkema SJ. 2012 "Balance and ambulation improvements in individuals with chronic incomplete spinal cord injury using locomotor training-based rehabilitation"	Schéma d'étude erroné : étude de cohorte prospective
Forrest GF. 2012 "Ambulation and balance outcomes measure different aspects of recovery in individuals with chronic, incomplete spinal cord injury"	Schéma d'étude erroné : étude de cohorte prospective
Forrest GF. 2014 "Are the 10 meter and 6-minute walk tests redundant in patients with spinal cord injury?"	Schéma d'étude erroné : étude de cohorte prospective
Morisson SA. 2017 "Longitudinal Recovery and Reduced Costs After 120 Sessions of Locomotor Training for Motor Incomplete Spinal Cord Injury"	Schéma d'étude erroné : étude de cohorte prospective
Wilson M. 2000 "Equipment specifications for supported treadmill ambulation training"	Schéma d'étude erroné : Manuscrit sur l'équipement et la pratique clinique du BWSTT
Barela AMF. 2019 "Gait alterations during walking with partial body weight supported on a treadmill and over the ground"	Population erronée : sujets sains
Awai L. 2017 "Preserved gait kinematics during controlled body unloading"	Population erronée : sujets sains
Worthen-Chaudhari L. 2015 "Training conditions that best reproduce the joint powers of unsupported walking"	Population erronée : sujets sains
Wang P. 2011 "Modulation of weight off-loading level over body-weight supported locomotion training"	Population erronée : sujets sains
Van Hedel HJ. 2006 "Modulation of leg muscle activity and gait kinematics by walking speed and bodyweight unloading"	Population erronée : sujets sains
Bannwart M. 2020 "Mediolateral damping of an overhead body weight support system assists stability during treadmill walking"	Population erronée : sujets sains

Domingo A. 2007 "Kinematics and muscle activity of individuals with incomplete spinal cord injury during treadmill stepping with and without manual assistance"	Population erronée : groupe contrôle composé de sujets sains
Schmidt H. 2007 « Gait rehabilitation machines based on programmable footplates »	Population erronée : AVC
Gojanovic B. 2012 "Maximal physiological parameters during partial body-weight support treadmill testing"	Population erronée : sportifs (coureurs)
Neville BT. 2019 "Effects of Performance-Based Training on Gait and Balance in Individuals With Incomplete Spinal Cord Injury"	Intervention erronée : entraînement locomoteur sur sol
Easthope CS. 2018 "Overground walking patterns after chronic incomplete spinal cord injury show distinct response patterns to unloading"	Intervention erronée : entraînement locomoteur sur sol
Fenuta AM. 2014 "Muscle activation during body weight-supported locomotion while using the ZeroG"	Intervention erronée : entraînement locomoteur sur sol
Huber JP. 2020 "Dynamic body-weight support to boost rehabilitation outcomes in patients with non-traumatic spinal cord injury: an observational study"	Intervention erronée : entraînement locomoteur sur sol
Martinez SA. 2018 "Multimodal cortical and subcortical exercise compared with treadmill training for spinal cord injury"	Intervention erronée : entraînement sur tapis roulant avec assistance robotisée
Alcobendas-Maestro M. 2004 "Gait training in incomplete spinal cord injuries with body weight support"	Intervention erronée : entraînement sur tapis roulant avec assistance robotisée
Wirz M. 2017 "Effectiveness of automated locomotor training in patients with acute incomplete spinal cord injury: a randomized, controlled, multicenter trial"	Intervention erronée : entraînement sur tapis roulant avec assistance robotisée
Georgey AS. 2011 "Acute effects of locomotor training on neuromuscular and metabolic profile after incomplete spinal cord injury"	Intervention erronée : entraînement sur tapis roulant avec assistance robotisée
Wu M. 2018 "Facilitating Weight Shifting During Treadmill Training Improves Walking Function in Humans With Spinal Cord Injury: A Randomized Controlled Pilot Study"	Intervention erronée : entraînement sur tapis roulant avec utilisation d'une assistance robotisée (pelvis assistance force)
Yamamoto S. 2011 "Development of gait training system powered by pneumatic actuator like human musculoskeletal system"	Intervention erronée : entraînement sur tapis roulant avec assistance robotisée (orthèse de marche motorisée)
Lünenburger L. 2006 "Modulation of locomotor activity in complete spinal cord injury"	Intervention erronée : entraînement sur tapis roulant avec assistance robotisée (orthèse de marche motorisée)
Wirz M. 2005 "Effectiveness of automated locomotor training in patients with chronic incomplete spinal cord injury: a multicenter trial"	Intervention erronée : entraînement sur tapis roulant

	avec assistance robotisée (orthèse de marche motorisée)
Shibata Y. 2010 "Development of body weight support gait training system using antagonistic bi-articular muscle model"	Intervention erronée : entraînement sur tapis roulant avec assistance robotisée (orthèse de marche motorisée)
Minassian K. 2016 "Spinal Rhythm Generation by Step-Induced Feedback and Transcutaneous Posterior Root Stimulation in Complete Spinal Cord-Injured Individuals"	Intervention erronée : entraînement sur tapis roulant avec assistance robotisée (orthèse de marche robotisée)
Chisholm AE. 2015 "Short-term cortical plasticity associated with feedback-error learning after locomotor training in a patient with incomplete spinal cord injury"	Intervention erronée : entraînement sur tapis roulant avec assistance robotisée (orthèse de marche robotisée)
Duffel LD. 2015 "Interventions to Reduce Spasticity and Improve Function in People With Chronic Incomplete Spinal Cord Injury: Distinctions Revealed by Different Analytical Methods"	Intervention erronée : exosquelette (Lokomat) et produit pharmacologique (tizanidine)
Gant KL. 2018 "Body System Effects of a Multi-Modal Training Program Targeting Chronic, Motor Complete Thoracic Spinal Cord Injury"	Intervention erronée : utilisation de la stimulation fonctionnelle électrique
Rupp R. 2002 "Reha-Stepper locomotion therapy in early rehabilitation of paraplegic patients"	Intervention erronée : table de verticalisation avec pédale permettant une mobilisation des membres inférieurs
Simard C. 1993 "Maximal physiological response during exertion in quadriplegic subjects"	Intervention erronée : ergomètre à bras et propulsion du fauteuil roulant
Alajam RA. 20202 "The feasibility of an 8-Week walking training program using a novel assistive gait training device in individuals with spinal cord injury"	Intervention erronée : système de poulies avec câbles de traction pour mobiliser les membres inférieurs
Wouda MF. 2018 "Effects of moderate- and high-intensity aerobic training program in ambulatory subjects with incomplete spinal cord injury-a randomized controlled trial"	Intervention erronée : programme d'entraînement individuel à domicile, comparaison entre l'entraînement à haute intensité par rapport à celui à intensité modérée
Brazg G. 2017 "Effects of Training Intensity on Locomotor Performance in Individuals With Chronic Spinal Cord Injury: A Randomized Crossover Study"	Comparateur erroné : groupe expérimental et contrôle ont reçu le même traitement, la seule différence était dans l'intensité de l'entraînement locomoteur

Covarrubias-Escudero F. 2017 "Effects of body weight-support treadmill training on postural sway and gait independence in patients with chronic spinal cord injury"	Comparateur erroné : groupe contrôle composé de sujets sains
Stewart BG. 2004 "Treadmill training-induced adaptations in muscle phenotype in persons with incomplete spinal cord injury"	Critères de jugement erronés : phénotypes des muscles squelettiques et profil lipidique sanguin
Kressler J. 2013 "Metabolic responses to 4 different body weight-supported locomotor training approaches in persons with incomplete spinal cord injury"	Critères de jugement erronés : VO ₂ (consommation d'oxygène), utilisation des substrats à différentes vitesses de marche
Fenuta AM. 2014 "Metabolic demand and muscle activation during different forms of bodyweight supported locomotion in men with incomplete SCI"	Critères de jugement erronés : absorption d'oxygène (VO ₂), fréquence cardiaque et signaux EMG (électromyogramme)
Gorassini MA. 2009 "Changes in locomotor muscle activity after treadmill training in subjects with incomplete spinal cord injury"	Critère de jugement erroné : EMG (activité électromyographique)
Meyns P. 2014 "Locomotor training with body weight support in SCI: EMG improvement is more optimally expressed at a low testing speed".	Critère de jugement erroné : EMG (activité électromyographique)
Grasso R. 2004 "Distributed plasticity of locomotor pattern generators in spinal cord injured patients"	Médical : plasticité des réseaux locomoteurs spinaux chez les sujets atteints de lésions médullaires comparée à celle des sujets sains
Tom B. 2018 "Effects of bioengineered scaffold loaded with neurotrophins and locomotor training in restoring H-reflex responses after spinal cord injury"	Animaux
Timoszyk WK. 2005 "Hindlimb loading determines stepping quantity and quality following spinal cord transection"	Animaux
Kao T. 2011 "Functional role of exercise-induced cortical organization of sensorimotor cortex after spinal transection"	Animaux
Zhao B. 2020 "The effects of walking training onset on motor evoked potentials after acute spinal cord injury"	Animaux
Morisson SA. 2007 "Locomotor training: is translating evidence into practice financially feasible ?"	Hors sujet : Viabilité financière d'un programme de LT utilisant le BWSTT manuel

Annexe 4 : Description détaillée des 10 études incluses dans la revue

Piira 2019 [48]	Essai contrôlé randomisé en simple aveugle
Population	N (nombre de participants) = 18 (analysés)/20 (randomisés) <u>Pays</u> : Norvège <u>Critères d'inclusion</u> : - Age entre 18 et 70 ans - Lésion médullaire incomplète motrice avec un score ASIA C ou D - Lésion médullaire chronique : minimum de 2 ans depuis la lésion - Sujets principalement dépendants d'un fauteuil roulant avec ou sans capacité de marche - Indice de masse corporelle (IMC) < 30 - Absence d'atteinte cognitive - Motivation des sujets à participer à un entraînement locomoteur - Consentement éclairé par écrit <u>Critères d'exclusion</u> : - Spasticité et contractures empêchant l'entraînement locomoteur - Ostéoporose - Grossesse - Participation à d'autres programmes d'entraînement intensif - Conditions médicales pouvant interférer avec le protocole d'entraînement - Remplacement antérieur du genou ou de la hanche.
Intervention (Groupe expérimental)	N (nombre de participants analysés dans le groupe) = 9 <u>Protocole d'entraînement</u> : - Entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps < à 40% et avec assistance manuelle de 3 à 5 personnes pour faciliter les mouvements du bassin et des jambes. Retour visuel grâce à un miroir placé devant le sujet. Utilisation de mains courantes minimale. Orthèses et appareils orthopédiques interdits. - Mobilisation et étirement des tissus mous avant et après chaque session (pour préparer à l'entraînement et réduire la spasticité) - Entraînement au sol - Exercices à domicile entre les périodes d'entraînement (pour améliorer les compétences acquises grâce à l'entraînement sur tapis) <u>Fréquence</u> : 60 jours d'entraînement (5 jours par semaine pendant 3 périodes de 4 semaines chacune) <u>Durée</u> : 2 sessions par jour pour une durée totale de 90 minutes par jour environ selon l'endurance et la capacité de chaque sujet à maintenir des mouvements corrects dans les membres inférieurs et à maintenir un rythme de marche normal.

Comparateur (Groupe contrôle)	N (nombre de participants analysés dans le groupe) = 9 <u>Protocole d'entraînement</u> : Soins habituels de leur kinésithérapeute. Les séances ont varié en fréquence et étaient composées de mouvements passifs des articulations des membres inférieurs et étirements pour tous les sujets. Par ailleurs, plus de 50 % des sujets ont également bénéficié de séances d'entraînement à la marche sur sol et d'entraînement en salle de sport.
Critères de jugement	<u>Critères de jugement principaux</u> : - Vitesse de marche : test de marche de 10 mètres (10MWT) à vitesse maximale - Distance de marche : test de marche 6 minutes (6MWT) - Force musculaire : score moteur des membres inférieurs (LEMS) <u>Critères de jugement secondaires</u> : - Équilibre dynamique : échelle de Berg (BBS : Berg Balance Scale) - Contrôle postural assis : test MFR (Modified Functional Reach test) - Capacités aérobiques/Absorption maximale d'oxygène (VO2max) : testée sur un ergomètre à bras à l'aide d'un spiromètre standard informatisé à circuit ouvert <u>Évaluation</u> : avant le début de l'étude et 2 à 4 semaines après la dernière semaine d'entraînement.

Senthilvelku-mar 2015 [49]	Essai contrôlé randomisé en simple aveugle
Population	N = 14/16 <u>Pays</u> : Inde <u>Critères d'inclusion</u> : - Age entre 18 et 60 ans - Lésion traumatique de la moelle épinière avec un niveau neurologique compris entre C5 et C8 (tétraplégie) et un score ASIA C (moteur incomplet) - Lésion médullaire ≤ 2 ans - Médicalement stable - Capacité à s'asseoir indépendamment sur un lit - Capacité à se tenir debout pendant une heure avec un cadre et sans hypotension orthostatique - Consentement éclairé par écrit <u>Critères d'exclusion</u> : - Ossification hétérotopique - Entraînement préalable à la marche avec tout type de système d'allègement du poids du corps

	- Autres problèmes neurologiques et orthopédiques associés de type traumatisme crânien, lésions nerveuses périphériques, fractures ou luxations
Intervention (Groupe expérimental)	N = 7 <u>Protocole d'entraînement :</u> Entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps (BWSTT) et assistance manuelle + entraînement régulier comprenant des exercices de flexibilité et de renforcement des membres et du tronc, travail de l'équilibre, des soins personnels et un entraînement fonctionnel. Précision sur l'entraînement à la marche sur tapis : - Les patients devaient pouvoir se tenir debout avec un allègement approprié de leur poids (environ 40%). L'allègement ne devait pas provoquer de décollement du talon ni de flexion du genou sur la jambe en charge pendant la phase d'appui. - Assistance manuelle autorisée pour faciliter le mouvement des membres inférieurs jusqu'à ce que les patients soient autonomes - Marche à une vitesse initiale de 1,6 km/h (= 1 mile/h) <u>Fréquence et durée d'entraînement :</u> 30 minutes d'entraînement à la marche par jour, 5 jours par semaine pendant 8 semaines (40 séances).
Comparateur (Groupe contrôle)	N = 7 <u>Protocole d'entraînement :</u> Entraînement à la marche sur sol (terrain plat) avec allègement du poids du corps (BWS overground training) + entraînement régulier comprenant des exercices de flexibilité et de renforcement des membres et du tronc, travail de l'équilibre, des soins personnels et un entraînement fonctionnel. Précision sur l'entraînement à la marche sur sol : - Les patients marchaient avec l'aide d'un déambulateur à roues - Au départ 40% du poids des patients était supporté à l'aide d'une poulie et d'un système de poids puis l'allègement a été ajusté jusqu'à ce que les patients adoptent une démarche efficace et confortable - L'assistance d'un thérapeute a été permise pour les personnes ayant des difficultés à saisir et déplacer le déambulateur correctement - Aucune vitesse n'était imposée, chaque participant pouvait marcher à la vitesse qu'il souhaitait. <u>Fréquence et durée d'entraînement :</u> 30 minutes d'entraînement à la marche par jour, 5 jours par semaine pendant 8 semaines (40 séances).
Critères de jugement	<u>Critère de jugement principal :</u> - Capacité de marche/niveau fonctionnel : WISCI II <u>Critère de jugement secondaire :</u> - Force musculaire : LEMS <u>Évaluation :</u> au départ et après huit semaines d'entraînement.

Alexeeva 2011 [50]	Essai contrôlé randomisé multicentrique en simple aveugle
Population	N = 35/40 <u>Pays</u> : États-Unis <u>Critères d'inclusion</u> : - Age entre 16 et 70 ans - Lésion médullaire au niveau ou au-dessus de T10 - Lésion médullaire ≥ 1 an - Lésion médullaire incomplète motrice avec un score ASIA C ou D - Mouvements volontaires présents au moins dans une jambe - Capacités à se lever avec aide modérée à partir de la position assise et avancer indépendamment au moins une jambe - Les participants ont accepté de maintenir leur routine médicale et leur niveau d'activité pendant l'entraînement - Autorisation médicale du médecin de l'étude après évaluation de l'état de santé général et radiographies bilatérales de la hanche et du genou pour exclure toute pathologie comme une ostéoporose importante, une arthrose importante, une ossification hétérotopique ou une subluxation articulaire - Consentement éclairé par écrit <u>Critères d'exclusion</u> : - Myélopathie dégénérative, tumeur (bénigne ou maligne) ou anomalies congénitales de la moelle épinière - Sujet ayant déjà eu recours à un entraînement à la marche avec allègement du poids du corps - Nécessité d'orthèses bilatérales genou-cheville-pied pour permettre la station debout - Sujet capable de courir
Intervention (Groupe expérimental)	N = 9 <u>Protocole d'entraînement</u>: entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps (BWSTT) - Allègement du poids du corps de 30% - Rythme de marche choisi par le patient - Pause dès que le participant en éprouve le besoin - Assistance manuelle d'un thérapeute si nécessaire - Rampes de soutien latérales enlevées pour éviter que les participants déchargent leur poids avec leurs membres supérieurs - Utilisation de chaussures de course - Orthèse pied-cheville à l'intérieur de la chaussure utilisée chez certains participants <u>Fréquence</u> : 3 séances par semaine pendant 13 semaines <u>Durée</u> : 1 heure par jour

Comparateur (Groupe contrôle)	N = 12 <u>Protocole d'entraînement :</u> Rééducation conventionnelle (PT) → séances individualisées et spécifiques à chaque participant à base de : - Marche - Travail de l'équilibre - Renforcement musculaire - Étirements - Travail cardio-vasculaire : travail aérobie - Utilisation de chaussures de course - Orthèse pied-cheville à l'intérieur de la chaussure utilisée chez certains participants <u>Fréquence</u> : 3 séances par semaine pendant 13 semaines <u>Durée</u> : 1 heure par jour
Critères de jugement	<u>Critère de jugement principal :</u> - Vitesse de marche : 10MWT à vitesse maximale <u>Critères de jugement secondaires :</u> - Force musculaire : ASIA International Standard Manual Muscle Test (MMT = UEMS + LEMS) - Indépendance fonctionnelle AVQ : FIM - Équilibre : test de Tinetti - Qualité de vie : questionnaires "Satisfaction with Abilities and Well-Being Scale" (SAWS) et "SF-36 Short-Form Health Survey" - Forme physique et absorption maximale d'oxygène pendant le mouvement des bras : test d'exercice maximal gradué du haut du corps (GXT) <u>Évaluation</u> : avant le début de l'entraînement et après sa fin.
Notes	Cette étude à analyser 3 méthodes d'entraînement : - Rééducation conventionnelle (PT) : n = 12 - Entraînement à la marche sur tapis avec allègement corporel (TM) : n = 9 - Entraînement à la marche sur sol avec allègement corporel (TRK) : n = 14 Seuls les résultats des groupes TM (intervention) et PT (comparateur) sont analysés et comparés dans cette revue. Le groupe PT a été utilisé comme comparateur car ce groupe suit un protocole de rééducation conventionnel.

Yang 2014 [51]	Essai contrôlé randomisé en cross-over et en simple aveugle
Population	N = 20/22 <u>Pays</u> : Canada <u>Critères d'inclusion</u> : - Age entre 21 et 65 ans - Lésion médullaire due à un traumatisme ou à d'autres lésions stables - Lésion médullaire $\geq$ 7 mois - Capable de marcher de manière autonome $\geq$ 5 m avec une aide à la marche et/ou appareil orthopédique - Blessure entre C1 et L1 - Possibilité de participer à des sessions d'entraînement 5 fois par semaine - Consentement éclairé par écrit <u>Critères d'exclusion</u> : - Blessure à la tête - Troubles cognitifs ou musculo-squelettiques limitant l'entraînement à la marche - Implants crâniens empêchant la participation dans les expériences de stimulation magnétique transcrânienne
Intervention (Groupe expérimental)	N = 10 <u>Protocole d'entraînement</u> : Entraînement d'endurance → marche sur tapis avec allègement du poids du corps : - Assistance manuelle si nécessaire - Vitesse du tapis roulant initialement réglée pour être plus rapide que la vitesse de marche au sol mesurée par le test de marche de 10 mètres à vitesse choisie par le patient - Participants encouragés à marcher aussi loin et aussi vite que possible avec un minimum de repos <u>Fréquence et durée</u> : 1 heure par jour, 5 fois par semaine, pendant 2 mois.
Comparateur (Groupe contrôle)	N = 10 <u>Protocole d'entraînement</u> : Entraînement de précision → enjambement d'obstacles de différentes hauteurs + marche sur des cibles de différentes tailles : - Parcours de marche (piste de 15 mètres) différent chaque jour avec environ 15 obstacles à enjamber et cibles. Augmentation de la difficulté du parcours lorsque les participants s'améliorent - Pas supplémentaires entre les obstacles et les cibles autorisés au début de l'étude puis interdits lorsque les participants s'améliorent - Réduction des aides à la marche au fur et à mesure - L'accent est mis sur la précision et non sur la vitesse <u>Fréquence et durée</u> : 1 heure par jour, 5 fois par semaine, pendant 2 mois.

Critères de jugement	<u>Critère de jugement principal :</u> - Capacité de marche : SCI-FAP <u>Critères de jugement secondaires :</u> - Distance de marche : test de marche 6 minutes (6MWT) - Vitesse de marche : test de marche de 10 mètres (10MWT) à vitesse sélectionnée par le patient et à vitesse maximale - Capacité de marche/niveau fonctionnel : WISCI II auto-sélectionnée et maximum - Questionnaire sur la confiance d'un individu lors de la marche : « Activities specific balance confidence scale » - Questionnaire sur la dépression : « Center for epidemiologic studies-depression scale » <u>Évaluation</u> : avant le début de l'étude puis une fois par mois par la suite.
Notes	Étude en cross-over : Après la première phase d'entraînement, les participants se reposent pendant 2 mois sans entraînement, puis passent à l'autre forme d'entraînement pendant 2 mois, suivi de 2 autres mois de repos. Les auteurs ont voulu utiliser un essai croisé pour maximiser le nombre de sujets recevant chaque intervention.

Field-Fote 2011 [52]	Essai contrôlé randomisé en simple aveugle (4 groupes en parallèle)
Population	N = 64/74 <u>Pays</u> : États-Unis <u>Critères d'inclusion</u> : - Lésion médullaire chronique ≥ 1 an - Lésion médullaire incomplète motrice avec un score ASIA C ou D - Lésion médullaire au niveau ou au-dessus de T10 - Fonction de marche minimale : aptitude à faire au moins un pas - Aptitude à se mettre en position debout avec aide modérée d'une tierce personne autorisée (maximum 50 % d'effort d'aide) - Consentement éclairé par écrit <u>Critères d'exclusion</u> : - Problèmes orthopédiques - Antécédents de troubles cardiaques - Affection au niveau de la hanche (avec preuve radiographique) pouvant être aggravée par l'entraînement

Intervention (Groupe expérimental)	N = 17 <u>Protocole d'entraînement</u>: Entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps et assistance manuelle assistance manuelle (TM) : - Allègement du poids du corps $\leq 30\%$ du poids des participants - Assistance manuelle pour guider les pas si besoin - Vitesse du tapis augmentée à chaque début de séance jusqu'à un niveau où la qualité des pas est bonne voire acceptable - Patients encouragés à balancer les bras lors de la marche - Appui sur les mains courantes accepté pour garder l'équilibre si nécessaire mais non pour décharger davantage de poids corporel - Patients encouragés à marcher aussi vite que possible avec autorisation de prendre une pause si nécessaire - Premières séances d'entraînement effectuées sans orthèses pour membres inférieurs chez les participants qui en portent. Cependant, pour plus de sécurité, lorsque les patients sont incapables de maintenir leur articulation en position sûre, l'orthèse est remise en place <u>Fréquence et durée d'entraînement</u> : 5 jours par semaine pendant 12 semaines
Comparateur (Groupe contrôle)	N = 15 <u>Protocole d'entraînement</u> : Entraînement à la marche sur sol (piste de 24,4 mètres) avec allègement du poids du corps et stimulation électrique (OG) : - Allègement du poids du corps $\leq 30\%$ du poids des participants - Stimulation bilatérale des nerfs fibulaires communs pour susciter une flexion dorsale de la cheville pendant la phase d'oscillation - Utilisation d'aides à la marche et appui sur les barres parallèles accepté si nécessaire - Patients encouragés à marcher aussi vite que possible avec autorisation de prendre une pause si besoin - Premières séances d'entraînement effectuées sans orthèses pour membres inférieurs chez les participants qui en portent. Cependant, pour plus de sécurité, lorsque les patients sont incapables de maintenir leur articulation en position sûre, l'orthèse est remise <u>Fréquence et durée d'entraînement</u> : 5 jours par semaine pendant 12 semaines
Critères de jugement	<u>Critères de jugement principaux</u> : - Vitesse de marche : 10MWT - Distance de marche : 2MWT <u>Critères de jugement secondaires</u> : - Force musculaire : LEMS <u>Évaluation</u> : avant le début de l'étude puis à la fin des 12 semaines d'entraînement.

Notes	Cette étude à analyser 4 approches d'entraînement à la marche avec allègement du poids du corps : - Entraînement sur tapis avec assistance manuelle (TM) : n = 19 - Entraînement sur tapis avec stimulation (TS) : n = 22 - Entraînement sur tapis avec assistance robotique (LR) : n = 15 - Entraînement sur sol avec stimulation (OG) : n = 18 Seuls les résultats des groupes TM (intervention) et OG (comparateur) sont analysés et comparés dans cette revue.
-------	---

Lucareli 2011 [53]	Essai contrôlé randomisé en simple aveugle
Population	N = 24/30 <u>Pays</u> : Brésil <u>Critères d'inclusion</u> : - Age entre 18 et 59 ans - Lésion médullaire < 12 mois - Lésion de la moelle épinière incomplète avec un score ASIA C ou D - Lésion médullaire d'origine traumatique - Patients capables de marcher - Légère spasticité acceptée (score ≤ 2 sur l'échelle d'Ashworth modifiée) - Autorisation médicale pour participer à des activités physiques supervisées - Consentement éclairé par écrit <u>Critères d'exclusion</u> : - Incapacité à marcher - Stimulateur cardiaque, angor instable ou toute autre maladie cardiaque décompensée - Maladie pulmonaire obstructive chronique - Dysrèflexie autonome non contrôlée - Fractures des os des membres inférieurs - Trachéotomie - Déformation autonome et rigidité des articulations de la hanche et du genou (20° de flexion ou plus) ou des articulations de la cheville (10° de flexion plantaire ou plus) - Escarres
Intervention (Groupe expérimental)	N = 12 <u>Protocole d'entraînement</u> : Physiothérapie conventionnelle : - Étirement passif de 30 secondes pour chaque groupe musculaire des membres inférieurs (durée totale d'environ 8 min) - Mobilisation passive de la hanche, du genou et de la cheville pendant 5 minutes

	ET Entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps : - Allègement de 40% du poids du corps au départ. Cet allègement est diminué de 10 % toutes les 10 séances tout en maintenant la vitesse choisie par chaque participant à chaque séance. 2 kinésithérapeutes assistent à chaque séance et aident aux mouvements des membres inférieurs pour simuler une démarche normale. <u>Fréquence et durée</u> : 30 séances d'une durée de 30 minutes, 2 séances par semaine.
Comparateur (Groupe contrôle)	N = 12 <u>Protocole d'entraînement</u> : - Étirements passifs pendant 30 secondes pour tous les groupes de muscles des membres inférieurs (durée totale d'environ 8 min) - Mobilisation passive hanches, genoux, chevilles pendant 5 min - Entraînement à la marche sur sol supervisé par un kinésithérapeute donnant des consignes verbales et pouvant aider les mouvements (commandes verbales et contact manuel pour la correction des mouvements). Marche entre les barres parallèles pour assurer la sécurité du patient et utilisation des barres comme support pour alléger le poids du corps avec les membres supérieurs si nécessaire <u>Fréquence et durée</u> : 30 séances d'une durée de 30 minutes, 2 séances par semaine.
Critères de jugement	<u>Critères de jugement</u> : - Variables spatio-temporelles : vitesse de marche (m s^{-1}), temps du cycle de marche (s), temps de la phase d'appui (% du cycle de marche), temps de la phase oscillante (% du cycle de marche), longueur du pas (cm), distance parcourue (m) et cadence (pas/minute). - Variables angulaires : flexion dorsale maximale pendant la phase d'appui (degrés), flexion plantaire maximale pendant la phase pré-oscillante (degrés), extension minimale du genou pendant la phase d'appui (degrés), flexion maximale du genou pendant la phase oscillante (degrés), flexion maximale de la hanche pendant le cycle de marche (degrés), extension maximale de la hanche pendant la phase pré-oscillante (degrés) Un système de vidéogrammétrie est utilisé pour recueillir les données nécessaires à l'analyse cinématique. Deux caméras vidéo numériques permettent d'acquérir des images vidéo pour l'analyse cinématique des mouvements des membres inférieurs pendant la marche.

	Des marqueurs réfléchissants sont fixés sur 15 points anatomiques pris comme points de référence pour le système d'analyse des mouvements. Tous les patients marchent pieds nus sur une piste marquée au sol de 90 cm de large et 4 m de long. Ils se déplacent à une vitesse confortable, similaire à leur démarche quotidienne, en utilisant les barres parallèles lorsque cela est nécessaire et effectuent le parcours trois fois pour produire des cycles de marche. Pour chaque marche le long du parcours, un seul cycle de marche est sélectionné et utilisé pour l'analyse des données cinématiques linéaires et angulaires des articulations dans le plan sagittal. <u>Évaluation</u> : avant et après les 30 séances d'entraînement à la marche.
--	--

Dobkin 2006 [54]	Essai contrôlé randomisé multicentrique en simple aveugle
Population	N = 117 /146 <u>Pays</u> : États-Unis <u>Critères d'inclusion</u> : - Âge entre 16 et 70 ans - Lésion médullaire d'origine traumatique - Lésion médullaire aiguë : dans les 8 semaines (56 jours) suivant la blessure - Lésion médullaire incomplète (score ASIA B, C ou D) avec un niveau lésionnel allant de C5 à L3 - Incapacité à se déplacer sur le sol sans une aide au moins modérée (score locomoteur FIM $\leq$ 3) - Score $\geq$ 26 au Mini-Mental State Examination - Consentement éclairé par écrit <u>Critères d'exclusion</u> : - Hypotension orthostatique symptomatique ou chute $>$ à 30 mmHg en position debout dans l'appareil permettant l'allègement corporel - Patient avec un dispositif de stabilisation de la colonne vertébrale, le chirurgien ayant déclaré que le BWSTT est contre-indiqué - Contre-indication à la mise en charge des membres inférieurs (fracture, douleurs articulaires chroniques ...) - Escarre de stade $\geq$ 2 à un endroit où un harnais pourrait affecter la guérison lors de l'entraînement sur tapis roulant - Affection antérieure à la lésion médullaire causant une intolérance à l'exercice et limitant la mobilité et les activités de la vie quotidienne - Utilisation d'un médicament antispasmodique à l'entrée de l'étude, autre que la nuit (l'utilisation initiale pour prévenir les spasmes qui interfèrent avec le sommeil est autorisée)

	- Dépression majeure, psychose, tentative de suicide à l'origine de la lésion médullaire - Personne peu susceptible de terminer l'intervention ou de revenir pour le suivi - Participation à une autre étude
Intervention (Groupe expérimental)	N = 58 <u>Protocole d'entraînement :</u> - 10 minutes d'étirements - Entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps pendant 20 à 30 minutes par tranche de 3 à 10 minutes selon la fatigue de chaque participant. Le soutien du poids et la vitesse du tapis ont été ajustés pour permettre un entraînement à des vitesses supérieures à 0,72 m/s, avec un objectif de plus de 1,07 m/s. - Marche sur sol pendant 10 à 20 minutes lorsque cela est possible - Autorisation d'effectuer des exercices de renforcement des membres inférieurs et du tronc <u>Fréquence</u> : 12 semaines d'entraînement à la marche avec une variation de séances d'entraînement acceptée, entre minimum 45 séances et maximum de 60 séances suivies. <u>Durée</u> : séance de 1 heure maximum. Temps spécifique passé à marcher dépendant du niveau de fatigue induite par l'exercice de chaque sujet.
Comparateur (Groupe contrôle)	N = 59 <u>Protocole d'entraînement :</u> - 10 minutes d'étirements - Station debout pendant 30 minutes minimum pour les participants n'étant pas capables de marcher - Marche entre les barres parallèles ou sur sol avec aides techniques, ainsi qu'avec appareils orthopédiques et assistance de 2 thérapeutes pendant 30 à 45 minutes chez les participants capables de marcher - Autorisation d'effectuer des exercices de renforcement des membres inférieurs et du tronc <u>Fréquence</u> : 12 semaines d'entraînement à la marche avec une variation de séances d'entraînement acceptée, entre minimum 45 séances et maximum de 60 séances suivies. <u>Durée</u> : séance de 1 heure maximum. Temps spécifique passé debout ou à marcher dépendant du niveau de fatigue induite par l'exercice de chaque sujet.
Critères de jugement	<u>Critères de jugement principaux :</u> - Indépendance fonctionnelle : FIM-L - Vitesse de marche : 10MWT à vitesse maximale

	<u>Critères de jugement secondaires</u> : - Distance de marche : 6MWT - Force musculaire : LEMS - Équilibre : échelle de Berg - Capacité de marche/niveau fonctionnel : WSCI II <u>Évaluation</u> : au départ puis à 6 mois du début de l'étude.
--	---

Dobkin 2007 [55]	Essai contrôlé randomisé multicentrique en simple aveugle
Population	123/146 <u>Pays</u> : États-Unis <u>Critères d'inclusion</u> : - Lésion médullaire incomplète (score ASIA B, C ou D) avec un niveau lésionnel allant de C5 à L3 - Score locomoteur FIM < 4 - Consentement éclairé par écrit
Intervention (Groupe expérimental)	<u>Protocole d'entraînement</u> : - Entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps - Entraînement sur sol <u>Fréquence et durée d'entraînement</u> : 45 séances d'1 heure sur 12 semaines
Comparateur (Groupe contrôle)	<u>Protocole d'entraînement</u> : - Entraînement à la marche sur sol <u>Fréquence et durée d'entraînement</u> : 45 séances d'1 heure sur 12 semaines
Critères de jugement	<u>Critères de jugement principaux</u> : - Indépendance fonctionnelle : FIM-L - Vitesse de marche : 10MWT à vitesse maximale <u>Critères de jugement secondaires</u> : - Distance de marche : 6MWT - Force musculaire : LEMS <u>Évaluation</u> : au départ puis à 6 et 12 semaines d'entraînement.

Gupta 2009 [56]	Essai contrôlé randomisé
Population	N = 30 participants randomisés mais pas de précision sur le nombre de participants auprès de qui les mesures ont été obtenues. <u>Pays</u> : Inde <u>Critères d'inclusion</u> : - Age entre 20 et 50 ans - Lésion médullaire incomplète avec un score ASIA C ou D - Lésion depuis plus de 6 mois - Capacité à se déplacer sur au moins 10 mètres sans appareil orthopédique et avec ou sans aide à la marche - Consentement éclairé par écrit <u>Critères d'exclusion</u> : - Choc spinal - Autre pathologie neurologique ou musculo-squelettique - Poids corporel > 125 kg - Taille > 188 cm (6 pieds 2 pouces) - Largeur d'épaule > 91,5 cm (36 pouces) - Dépression sévère (Beck Depression Inventory = 19) - Spasticité sévère (grade 3 et 4 de l'échelle d'Ashworth modifiée) - Déficiência visuelle ou auditive sans possibilité de correction - Sujets peu susceptibles de terminer l'intervention à cause de la distance entre le domicile et l'hôpital - Sujets participants à une autre étude
Intervention (Groupe expérimental)	N = 15 <u>Protocole d'entraînement</u> : - 10 minutes d'étirements des membres inférieurs - 30 minutes de marche (3 x 10 minutes avec repos entre les séries) sur tapis avec allègement du poids du corps (BWSTT) - 20 minutes de marche sur sol Précision sur le BWSTT : - Vitesse initiale du tapis : 3km/h - Assistance manuelle de 2 thérapeutes - Sujets non autorisés à se tenir aux mains courantes - Feedback verbal continu avec les indications suivantes : garder le tronc droit, contact initial avec le talon, éviter les mouvements compensatoires - Miroir placé devant le tapis pour fournir un retour visuel. <u>Fréquence et durée</u> : entraînement d'1 heure, 5 jours par semaine pendant 4 semaines

Comparateur (Groupe contrôle)	N = 15 <u>Protocole d'entraînement :</u> - 10 minutes d'étirements - 50 minutes de marche sur sol avec une aide à la marche (déambulateur, béquille ou canne) et assistance de thérapeutes <u>Fréquence et durée :</u> entraînement d'1 heure 5 jours par semaine pendant 4 semaines
Critères de jugement	<u>Critères de jugement :</u> - Vitesse de marche : 10MWT - Cadence - Longueur de pas - Longueur de foulée - Symétrie des pas - Capacité de marche/niveau fonctionnel : WISCI II <u>Évaluation :</u> au départ et à la fin des 4 semaines d'entraînement.

Sadeghi 2014 [57]	Essai contrôlé randomisé
Population	N = 17/20 <u>Pays :</u> Iran <u>Critères d'inclusion :</u> - Lésion médullaire incomplète avec un score ASIA B ou C - Lésion médullaire d'origine traumatique - Lésion médullaire depuis plus de 6 mois - Consentement éclairé par écrit <u>Critères d'exclusion :</u> - Maladie cardiovasculaire - Dialyse - Abus d'alcool et de drogues - Diabète - Ostéoporose - Escarres - Hypertension - Maladie pulmonaire - Age avancé - Fractures

Intervention (Groupe expérimental)	N = 10 <u>Protocole d'entraînement :</u> - 15 minutes d'échauffement sur un vélo à vitesse fixe puis étirements passifs - 45 minutes de BWSTT avec allègement de 50% du poids corporel - 10 minutes de récupération Précision sur le BWSTT : - L'allègement était, au départ, de 50% du poids corporel, environ 10 % de charge est ajoutés chaque semaine - Vitesse initiale de 0,3 km/h <u>Fréquence</u> : 4 séances par semaine pendant 12 semaines <u>Durée</u> : 60 minutes par séance
Comparateur (Groupe contrôle)	N = 7 <u>Protocole d'entraînement :</u> - 10 minutes d'échauffement à base d'étirement passifs - 45 minutes d'exercices à base de mobilisation des articulations du membre inférieur, de renforcement, d'étirements et de marche sur sol assistée par des appareils et/ou des exercices de résistance manuelle et des exercices fonctionnels - Période de repos de 10 minutes <u>Fréquence</u> : 4 séances par semaine pendant 12 semaines <u>Durée</u> : 60 minutes par séance
Critères de jugement	- Force musculaire : LEMS - Capacité de marche/niveau fonctionnel : WISCI II - Vitesse de marche : 10MWT - Distance de marche : 6MWT - Masse corporelle : système de comptage de poids suspendu - Graisse corporelle : test de pli cutané à 4 sites mesuré avec un calibre Lafayette Skinfold II - IMC (kg/m^2) = poids (kg) / taille² (m) <u>Évaluation</u> : au départ et à la fin des 12 semaines d'entraînement.

Annexe 5 : Test de 10 mètres de marche ou 10 Meter Walk Test (10MWT) [60]

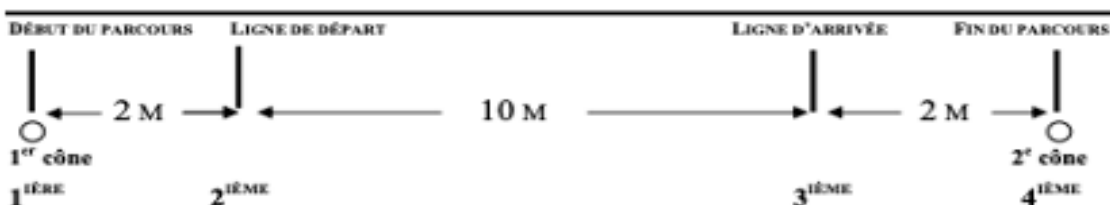
Test de 10 mètres de marche

DESCRIPTION :

Ce test consiste à mesurer le temps requis pour marcher 10 mètres à une vitesse confortable. Il est réalisé sur un parcours de 10 mètres où 2 mètres non comptabilisés en début de parcours sont prévus pour l'atteinte d'une vitesse constante. Les 10 mètres suivant sont donc ceux permettant d'établir la performance locomotrice (durée ou vitesse de marche). Enfin, le cône indiquant la ligne d'arrivée sera placé à une distance de 2 mètres de la fin du parcours afin d'éviter que le client décélère pendant les 10 mètres de marche.

MATÉRIEL :

- Un chronomètre
- Un parcours balisé de 10 mètres avec 2 mètres non comptabilisés en début et en fin de parcours
- Deux cônes



Le sujet est chronométré entre la 2^{ème} et 3^{ème} marque

L'évaluateur est placée à la 2^{ème} marque

PROCÉDURE D'APPLICATION :

Le sujet reçoit les consignes suivantes :

- 1) Ce test consiste à marcher sur une distance de 10 mètres à une vitesse confortable.
 - 2) Le test débute après le compte « 1, 2, 3, go » et se termine lorsque je vous dirai d'arrêter.
 - 3) Vous pouvez utiliser votre accessoire de marche pendant le test si nécessaire.
 - 4) Pendant le test, je ne vous donnerai pas d'encouragement.
 - 5) Avez-vous des questions ?
-
- Au début du test, l'évaluateur est placé à la ligne de départ qui est située 2 mètres après le début du parcours (1^{er} cône), avec un chronomètre en main et part ce dernier lorsque le sujet franchit la ligne de départ.
 - L'évaluateur suit ensuite le sujet tout au long du parcours et arrête le chronomètre lorsque ce dernier franchit la ligne d'arrivée (2 mètres avant la fin du parcours).
 - Tout au long du trajet, l'évaluateur doit éviter d'encourager le sujet.
 - L'évaluateur doit noter sur le formulaire l'utilisation d'une aide ambulatoire, les chaussures portées par le client lors de la réalisation du test, le résultat du test ainsi que des commentaires si nécessaire.

Annexe 6 : Test de marche des 6 minutes ou 6 Minute Walk Test (6MWT) [82][83]

TEST DE MARCHE DES 6 MINUTES

▪ **Recommandations techniques :**

Le 6MWT est un test simple qui exige un parcours de 30 mètres, au calme, en intérieur, plat, idéalement dans un couloir rectangulaire rectiligne. Le trajet doit être balisé tous les 3 mètres par des marques de couleur. Le demi-tour doit être visualisé avec un cône. Quelques études ont utilisé des couloirs de 20 et 50m. Il est souhaitable de matérialiser la ligne de départ par une bande de couleur. Une check-list permet de préparer le matériel nécessaire à la réalisation du test.

▪ **Les instructions :**

Selon l'American Thoracic Society (ATS) protocole, les instructions doivent être données aux patients de la manière suivante:

«Le but de ce test est de marcher le plus possible pendant 6 minutes. Vous marcherez aller et retour dans ce couloir. Marcher six minutes est un temps long et donc vous devez faire un effort. Vous allez sûrement vous sentir hors d'haleine ou fatigué. Vous pouvez donc ralentir, vous arrêter et vous reposer si nécessaire. Vous pouvez vous appuyer contre le mur pour vous reposer, mais reprenez la marche dès que vous en êtes capable. Vous passerez de part et d'autre des cônes. Vous parcourez le couloir aller et retour en tournant autour des cônes rapidement et en continuant dans l'autre sens sans hésitation. Maintenant, je vais vous montrer. S'il vous plaît, regardez la façon dont je fais un demi-tour sans hésiter. »

Faites la démonstration vous-même en tournant autour du cône. Et dites :

« Etes-vous prêt ? Je vais compter les demi-tours que vous faites. Rappelez vous que l'objectif est de marcher autant que possible pendant 6 minutes mais ne courez pas. Allez y maintenant ou dès que vous vous sentez prêt. »

Le patient doit être positionné sur la ligne de départ. L'évaluateur doit rester prêt de la ligne de départ durant tout le test. Le chronomètre est déclenché dès que le patient commence à marcher.

Aucune conversation ne doit avoir lieu durant le test. Un ton de voix identique doit être utilisé pour donner les instructions standardisées (voir plus loin). Le patient doit être surveillé. L'évaluateur doit rester concentré et compter le nombre de tours effectué.

Après 1 minute, le patient doit être informé de la manière suivante :

« C'est très bien. Il vous reste 5 minutes »

Quand il reste 4 minutes, le patient doit être informé :

« Continuez comme cela, il vous reste 4 minutes »

Quand il reste 3 minutes, le patient doit être informé :

« C'est très bien, vous avez fait la moitié du temps »

Quand il reste 2 minutes, le patient doit être informé :

« Continuez comme cela, il vous reste 2 minutes »

Quand il reste 1 minute, le patient doit être informé :

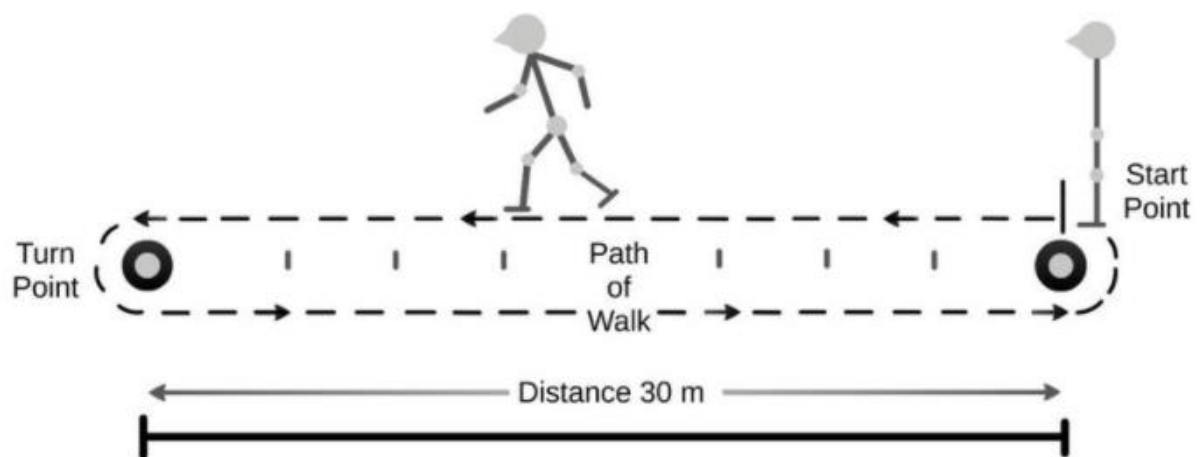
« C'est bien, il vous reste 1 minute à faire »

D'autres termes ou encouragements doivent être évités.

Les éléments suivants doivent être consignés

Score :

- un papier et un crayon doivent être utilisés pour noter le nombre de tours que le patient est capable de réaliser
- La distance parcourue, le nombre et la durée des pauses doivent être mesurées
- Le score est compris entre 0 mètre pour une personne non ambulatoire et à peu près 900 mètres pour un sujet en bonne santé.



Annexe 7 : Lower Extremity Motor Score (LEMS) [23][65]

Table 1. Grading muscle functions (4)

0=	Total paralysis
1=	Palpable or visible contraction
2=	Active movement, full range of motion (ROM) when gravity is eliminated
3=	Active movement, full ROM against gravity
4=	Active movement, full ROM against gravity, and moderate resistance in a muscle-specific position
5=	(Normal) Active movement, full ROM against gravity, and full resistance in a muscle-specific position expected from a healthy person
5*=	(Normal) Active movement, full ROM against gravity, and sufficient resistance to be considered normal if identified inhibiting factors (i.e., pain, disuse) were not present
NT=	Not testable (i.e., due to immobilization, severe pain that can prevent the grading of the patient, amputation of limb, or contracture of >50% of the range of motion)

L2 Hip Flexors | Iliopsoas

Grade 3

Patient Position: The hip is in neutral rotation, neutral adduction/abduction, with both the hip and knee in 15° of flexion.

Examiner Position: Support the dorsal aspect of the distal thigh and leg. Do not allow flexion beyond 90° when examining acute thoraco-lumbar injuries due to the kyphotic stress placed on the lumbar spine.

Instructions to Patient: "Lift your knee towards your chest as far as you can, trying not to drag your foot on the exam table."

Action: The patient attempts to flex hip to 90° of flexion.



Grades 4 & 5

Patient Position: The hip is in 90° of flexion with the knee relaxed.

Examiner Position: Brace the anterior superior iliac spine on the opposite side and place a hand on the distal anterior thigh, just above the knee. Pressure is applied in the direction of hip extension.

Instructions to patient: "Hold your knee in this position. Don't let me push it down."

Action: The patient attempts to resist the examiner's push and keep the hip flexed at 90°.



Grade 2

Patient Position: Place the patient in the gravity eliminated position with the hip in external rotation and 45° of flexion. The knee is flexed at 90°.

Examiner Position: Support the leg.

Instructions to Patient: "Try to bring your knee out to the side," or "Try to flex your thigh toward the side of the body."

Action: The patient attempts to move through the full range of motion in hip flexion.



Grades 0 & 1

Patient Position: Place the patient in the grade 3 position, with the hip in neutral rotation, neutral adduction/abduction and the hip and knee flexed to 15°.

Examiner Position: Support the thigh to eliminate friction while palpating the superficial hip flexors just distal to the anterior superior iliac spine.

Instructions to Patient: Ask the patient to "lift your knee towards your chest as far as you can."

Action: The patient attempts to flex the hip.

Note: For Grade 1, the examiner is actually palpating the more superficial hip flexors, i.e. sartorius and rectus femoris rather than the iliopsoas. The insertion of the iliopsoas is too deep to be seen or felt when it possesses only Grade 1 strength. When examining a patient with an acute traumatic lesion below T8, the hip should not be allowed to flex passively or actively beyond 90°. Flexion beyond 90° may place too great a kyphotic stress on the lumbar spine.



L2 Common Muscle Substitution

Any muscle of the trunk that can elevate or rotate the pelvis can trick the examiner into thinking that the hip flexor muscles are active. This could include the rectus abdominus, the adductor muscles, obliques, or the quadratus lumborum. With accurate palpation, correct patient instructions, and observation of any trunk movement, this substitution can be avoided.

L3 Knee Extensors | Quadriceps

Grade 3

Patient Position: The hip is in neutral rotation, neutral adduction/abduction and 15° of flexion. The knee is in 30° of flexion.

Examiner Position: Place the arm under the tested knee and rest the hand on the patient's distal thigh. This causes the tested knee to flex to approximately 30°.

Instructions to Patient: "Straighten your knee."

Action: The patient attempts to straighten the knee through the full range of motion in extension.



Grades 4 & 5

Patient position: Same as grade 3, except the knee is in 15° of flexion.

Examiner Position: Place the arm under the tested knee and rest the hand on the patient's opposite thigh. Grasp the leg to be tested, just proximal to the ankle.

Instructions to Patient: "Hold this position. Don't let me bend your knee."

Action: Examiner exerts downward force into knee flexion while the patient attempts to hold the knee in 15 degrees of flexion.



Grade 2

Patient Position: The hip is in external rotation and 45° of flexion. The knee is flexed at 90°.

Examiner position: Support the distal thigh and leg.

Instructions to Patient: "Straighten your knee."

Action: The patient attempts to move through the full range of motion.



Grades 0 & 1

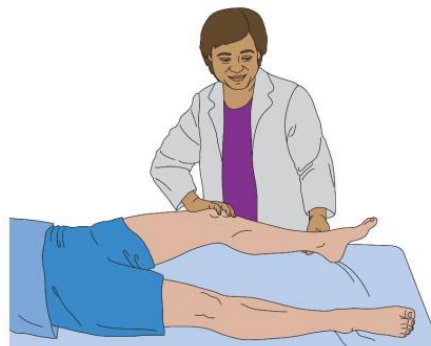
Patient Position: Place the patient with the hip in neutral rotation, neutral adduction/abduction with both the hip and knee in 15° of flexion.

Examiner Position: Support the leg. Palpate the patellar tendon or the belly of the quadriceps muscle for trace function. The muscle belly may also be observed for movement.

Instructions to Patient: "Straighten your knee."

Note: In this position, asking the patient to push the back of the knee downward toward the exam table may be better to elicit trace contraction in the quadriceps.

Action: The patient attempts to straighten the knee.



L4 Ankle Dorsiflexors | Tibialis Anterior

Grade 3

Patient Position: The hip is in neutral rotation, neutral adduction/abduction, with the hip and knee slightly flexed. The hand may be placed under the knee of the tested leg to incorporate slight flexion. The ankle is plantarflexed.

Examiner Position: At the patient's side. Support the leg.

Instructions to Patient: "Pull your toes upward toward your head, letting your ankle bend."

Action: The patient attempts to dorsiflex ankle through a full range of motion.



Grades 4 & 5

Patient Position: Same as grade 3, except the ankle is fully dorsiflexed.

Examiner Position: In the grade 3 position, place the hand on the dorsum of the foot and apply pressure downward in the direction of plantarflexion.

Instructions to Patient: "Hold your ankle in this position. Don't let me push it down."

Action: The patient attempts to resist the examiner and maintain the ankle in full dorsiflexion.



Grade 2

Patient Position: The hip is in external rotation and 45° of abduction. The knee is flexed, and the ankle is fully plantar flexed.

Examiner Position: Support the leg.

Instruction to Patient: "Lift the toes upward toward the head, allowing the ankle to bend."

Action: The patient attempts to dorsiflex ankle through the full range of motion.



Grades 0 & 1

Patient Position: Place the hip in neutral rotation, neutral adduction/abduction, and neutral flexion/extension. The knee is fully extended and the ankle slightly plantarflexed.

Examiner Position: Palpate the proximal lower leg over the tibialis anterior muscle belly or on the tendon of the tibialis anterior muscle as it crosses the anterior ankle. Observe the muscle belly for movement.

Instructions to Patient: "Bring your toes upward toward your head, letting your ankle bend."

Action: The patient attempts to dorsiflex the ankle.



L4 Common Muscle Substitution

Ankle dorsiflexion can be mimicked by the long toe extensors, particularly the extensor hallucis longus. Correct stabilization and observation along with proper patient instruction and palpation can eliminate this substitution.

L5 Long Toe Extensors | Extensor Hallucis Longus

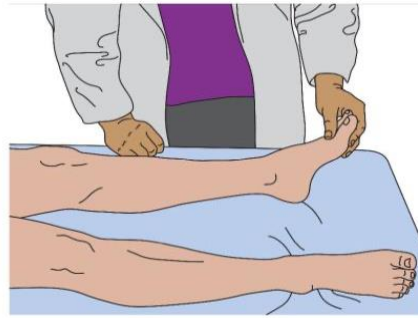
Grade 3

Patient Position: The hip is in neutral rotation, neutral adduction/abduction, and neutral flexion/extension. The knee is fully extended.

Examiner Position: At the patient's side. Support the foot.

Instructions to Patient: "Lift your big toe upwards toward your knee."

Action: The patient attempts to move the great toe through the full range of motion.



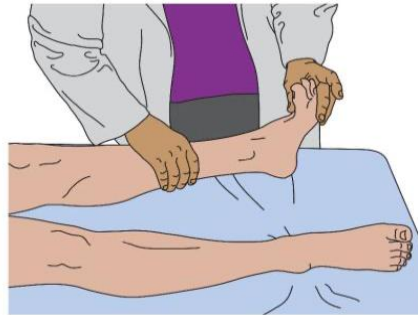
Grades 4 & 5

Patient Position: Same as grade 3, except the toe is fully extended.

Examiner Position: At the patient's side. Place the thumb on the distal phalanx of the great toe and apply pressure downward in the direction of toe flexion.

Instructions to Patient: "Keep your toe lifted upward. Don't let me push it down."

Action: The patient attempts to resist the examiner and maintain the great toe in full extension.



Grade 2

Patient Position: The hip is in external rotation, 45° abduction. The knee is flexed. The ankle and long toe are in a relaxed, neutral position.

Examiner Position: Support the leg.

Instructions to Patient: "Lift your big toe upwards toward the knee."

Action: The patient attempts to extend the great toe through the full range of motion.



Grades 0 & 1

Patient Position: Place the patient in the grade 3 position.

Examiner Position: Support the leg and palpate the extensor tendon of the long toe for trace function.

Instructions to Patient: "Lift your big toe upwards toward your knee."

Action: The patient attempts to extend the great toe.



L5 Common Muscle Substitution

Great toe extension can be facilitated by plantarflexion. If a patient actively plantar flexes the entire foot, passive extension of extensor hallucis longus can be achieved during the active plantarflexion of the foot. This is a type of tenodesis for the foot and can be avoided by proper stabilization to eliminate foot and ankle movement.

Another possible muscle substitution for L5 can occur when the patient actively flexes the big toe and then relaxes. Passive relaxation into a neutral position can be perceived as active extension.

S1 Ankle Plantarflexors | Gastrocnemius, Soleus

Grade 3

Note: Checking for Grades 3-5 is significantly different from what is described in standard manual muscle testing texts. This departure is required for examining patients in the supine position.

Patient Position:

The hip is in neutral rotation and 45° of flexion, with the knee fully flexed and ankle in full dorsiflexion.

Examiner Position: Place one hand behind the knee to assist in stabilizing the leg. The other hand is positioned under the sole of the patient's foot, pushing the foot into dorsiflexion. The patient's heel remains resting on the exam table.

Instructions to Patient: "Push your foot down into my hand and lift your heel off the table."

Action: The patient pushes the forefoot downward into the examiner's hand and raises the heel off the exam table, through a full range of motion in plantarflexion.



Grades 4 & 5

Patient position: The hip is in neutral rotation, neutral flexion-extension, and neutral abduction-adduction. The knee is fully extended and the ankle is in full plantarflexion.

Examiner Position: Place one hand on the distal lower leg while the other hand grasps the foot across the plantar surface of metatarsals. Apply pressure on the bottom of the foot in the direction of dorsiflexion.

Instructions to patient: "Hold your foot pointed down. Don't let me push it up."

Action: Examiner gives pressure on the plantar aspect of the metatarsals in the direction of dorsiflexion. The patient attempts to resist the examiner by maintaining the foot and ankle in full plantarflexion.



Grades 0, 1, & 2

Patient Position The hip is in external rotation and 45° of flexion. The knee is flexed.

Examiner Position: Support the lower leg. For trace function palpate either the gastrocnemius muscle belly or the achilles tendon, or observe the muscle belly for movement.

Instructions to Patient: "Point your toes downward like a ballet dancer."

Action: The patient attempts to plantar flex the foot through a full range of motion.



S1 Common muscle substitution

Visually monitor the hip flexors to assure that these muscles are not being used to facilitate plantarflexion.

Annexe 8 : Walking Index for Spinal Cord Injury II (WISCI II) [67]

WISCI Levels

<i>Level</i>	<i>Devices</i>	<i>Braces</i>	<i>Assistance</i>	<i>Distance</i>
0				Unable
1	Parallel bars	Braces	2 persons	Less than 10 m
2	Parallel bars	Braces	2 persons	10 m
3	Parallel bars	Braces	1 person	10 m
4	Parallel bars	No braces	1 person	10 m
5	Parallel bars	Braces	No assistance	10 m
6	Walker	Braces	1 person	10 m
7	Two crutches	Braces	1 person	10 m
8	Walker	No braces	1 person	10 m
9	Walker	Braces	No assistance	10 m
10	One cane/crutch	Braces	1 person	10 m
11	Two crutches	No braces	1 person	10 m
12	Two crutches	Braces	No assistance	10 m
13	Walker	No braces	No assistance	10 m
14	One cane/crutch	No braces	1 person	10 m
15	One cane/crutch	Braces	No assistance	10 m
16	Two crutches	No braces	No assistance	10 m
17	No devices	No braces	1 person	10 m
18	No devices	Braces	No assistance	10 m
19	One cane/crutch	No braces	No assistance	10 m
20	No devices	No braces	No assistance	10 m

Level Description

- 0 Unable to stand and/or participate in assisted walking.
- 1 Ambulates in parallel bars, with braces and physical assistance of two persons, but less than 10 m.
- 2 Ambulates in parallel bars, with braces and physical assistance of two persons, 10 m.
- 3 Ambulates in parallel bars, with braces and physical assistance of one person, 10 m.
- 4 Ambulates in parallel bars, no braces and physical assistance of one person, 10 m.
- 5 Ambulates in parallel bars, with no braces and no physical assistance, 10 m.
- 6 Ambulates with walker, with braces and physical assistance of one person, 10 m.
- 7 Ambulates with two crutches, with braces and physical assistance of one person, 10 m.
- 8 Ambulates with walker, no braces and physical assistance of one person, 10 m.
- 9 Ambulates with walker, with braces and no physical assistance, 10 m.
- 10 Ambulates with one cane/crutch, with braces and physical assistance of one person, 10 m.
- 11 Ambulates with two crutches, no braces and physical assistance of one person, 10 m.
- 12 Ambulates with two crutches, with braces and no physical assistance, 10 m.
- 13 Ambulates with walker, no braces and no physical assistance, 10 m.
- 14 Ambulates with one cane/crutch, no braces and physical assistance of one person, 10 m.
- 15 Ambulates with one cane/crutch, with braces and no physical assistance, 10 m.
- 16 Ambulates with two crutches, no braces and no physical assistance, 10 m.
- 17 Ambulates with no devices, no braces and physical assistance of one person, 10 m.
- 18 Ambulates with no devices, with braces and no physical assistance, 10 m.
- 19 Ambulates with one cane/crutch, no braces and no physical assistance, 10 m.
- 20 Ambulates with no devices, no braces and no physical assistance, 10 m.

Annexe 9 : Échelle AMSTAR-2 [80]

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?		
For Yes:	Optional (recommended)	
☒ Population	☐ Timeframe for follow-up	☒ Yes
☒ Intervention		☐ No
☒ Comparator group		
☒ Outcome		
2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol?		
For Partial Yes: The authors state that they had a written protocol or guide that included ALL the following:	For Yes: As for partial yes, plus the protocol should be registered and should also have specified:	
☒ review question(s)	☒ a meta-analysis/synthesis plan, if appropriate, <i>and</i>	☐ Yes
☒ a search strategy	☒ a plan for investigating causes of heterogeneity	☒ Partial Yes
☒ inclusion/exclusion criteria	☒ justification for any deviations from the protocol	☐ No
☒ a risk of bias assessment		
3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?		
For Yes, the review should satisfy ONE of the following:		
☒ <i>Explanation for including only RCTs</i>		☒ Yes
☐ OR <i>Explanation for including only NRSI</i>		☐ No
☐ OR <i>Explanation for including both RCTs and NRSI</i>		
4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?		
For Partial Yes (all the following):	For Yes, should also have (all the following):	
☒ searched at least 2 databases (relevant to research question)	☒ searched the reference lists / bibliographies of included studies	☐ Yes
☒ provided key word and/or search strategy	☒ searched trial/study registries	☒ Partial Yes
☒ justified publication restrictions (e.g. language)	☒ included/consulted content experts in the field	☐ No
	☒ where relevant, searched for grey literature	
	☒ conducted search within 24 months of completion of the review	
5. Did the review authors perform study selection in duplicate?		
For Yes, either ONE of the following:		
☒ at least two reviewers independently agreed on selection of eligible studies and achieved consensus on which studies to include		☐ Yes
☒ OR two reviewers selected a sample of eligible studies <i>and</i> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder selected by one reviewer.		☒ No

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?		
For Yes, either ONE of the following:		
☒ at least two reviewers achieved consensus on which data to extract from included studies	☐ Yes ☒ No	
☒ OR two reviewers extracted data from a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder extracted by one reviewer.		
7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?		
For Partial Yes:	For Yes, must also have:	
☒ provided a list of all potentially relevant studies that were read in full-text form but excluded from the review	☒ Justified the exclusion from the review of each potentially relevant study	☒ Yes ☐ Partial Yes ☐ No
8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?		
For Partial Yes (ALL the following):	For Yes, should also have ALL the following:	
☒ described populations ☒ described interventions ☒ described comparators ☒ described outcomes ☒ described research designs	☒ described population in detail ☒ described intervention in detail (including doses where relevant) ☒ described comparator in detail (including doses where relevant) ☒ described study's setting ☒ timeframe for follow-up	☒ Yes ☐ Partial Yes ☐ No
9. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review?		
RCTs		
For Partial Yes, must have assessed RoB from:	For Yes, must also have assessed RoB from:	
☒ unconcealed allocation, <i>and</i> ☒ lack of blinding of patients and assessors when assessing outcomes (unnecessary for objective outcomes such as all-cause mortality)	☒ allocation sequence that was not truly random, <i>and</i> ☒ selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome	☒ Yes ☐ Partial Yes ☐ No ☐ Includes only NRSI
NRSI		
For Partial Yes, must have assessed RoB:	For Yes, must also have assessed RoB:	
☐ from confounding, <i>and</i> ☐ from selection bias	☐ methods used to ascertain exposures and outcomes, <i>and</i> ☐ selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome	☐ Yes ☐ Partial Yes ☐ No ☒ Includes only RCTs
10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?		
For Yes:		
☒ Must have reported on the sources of funding for individual studies included in the review. Note: Reporting that the reviewers looked for this information but it was not reported by study authors also qualifies		☒ Yes ☐ No

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?	
RCTs For Yes: ☒ The authors justified combining the data in a meta-analysis ☒ AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present. ☒ AND investigated the causes of any heterogeneity	☐ Yes ☐ No ☐ No meta-analysis conducted
For NRSI For Yes: ☐ The authors justified combining the data in a meta-analysis ☐ AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present ☐ AND they statistically combined effect estimates from NRSI that were adjusted for confounding, rather than combining raw data, or justified combining raw data when adjusted effect estimates were not available ☐ AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review	
12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?	
For Yes: ☒ included only low risk of bias RCTs ☒ OR, if the pooled estimate was based on RCTs and/or NRSI at variable RoB, the authors performed analyses to investigate possible impact of RoB on summary estimates of effect.	☐ Yes ☐ No ☐ No meta-analysis conducted
13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?	
For Yes: ☐ included only low risk of bias RCTs ☒ OR, if RCTs with moderate or high RoB, or NRSI were included the review provided a discussion of the likely impact of RoB on the results	☒ Yes ☐ No
14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?	
For Yes: ☒ There was no significant heterogeneity in the results ☒ OR if heterogeneity was present the authors performed an investigation of sources of any heterogeneity in the results and discussed the impact of this on the results of the review	☒ Yes ☐ No
15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?	
For Yes: ☒ performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias	☐ Yes ☐ No ☐ No meta-analysis conducted

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?

For Yes:

- ☒ The authors reported no competing interests OR
- ☒ The authors described their funding sources and how they managed potential conflicts of interest

☒ **Yes**
☐ No

To cite this tool: Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, Moher D, Tugwell P, Welch V, Kristjansson E, Henry DA. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*. 2017 Sep 21;358:j4008.

Résumé

Introduction : Une lésion médullaire est une affection du système nerveux central qui va bouleverser et impacter de façon considérable la vie des patients. L'atteinte des fonctions motrices et donc l'incapacité ou la difficulté à marcher est l'une des conséquences la plus invalidante et jugée la plus difficile à vivre par les patients blessés médullaires rendant les activités de la vie quotidienne plus compliquées et impactant de façon considérable leur qualité de vie. La restauration de la fonction locomotrice est donc une priorité pour ces patients.

Objectif(s) : Le but de cette revue est de déterminer si le réentraînement à la marche sur tapis avec allègement corporel chez les patients blessés médullaires incomplets est plus efficace qu'une rééducation conventionnelle pour améliorer les paramètres de marche (vitesse et distance parcourue), la force musculaire et les capacités de marche.

Méthodologie de recherche : La recherche documentaire s'est effectuée dans les bases de données Pubmed, PEDro, Lissa et Kinédoc. Les études incluses sont des essais contrôlés randomisés s'intéressant à des patients blessés médullaires incomplets, en phase aiguë ou chronique, suivant un entraînement à la marche sur tapis avec allègement corporel sans stimulation électrique fonctionnelle et sans utilisation d'assistance robotisée. L'échelle PEDro a été utilisée pour évaluer la qualité méthodologique des études incluses. Le niveau de preuve des résultats a été évalué à l'aide du système GRADE. L'échelle AMSTAR-2 a été utilisée afin de coter la qualité méthodologique de notre revue de littérature. Une synthèse descriptive et qualitative a été menée dans cette revue.

Résultats : Au total, 10 études ont été incluses et analysées dans cette revue. Aucune étude ne présente une différence statistiquement et cliniquement significative entre le groupe expérimental (entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps) et contrôle (traitement conventionnel et entraînement à la marche sur sol) pour le 10MWT et le WSCI II. Pour le 6MWT, deux études présentent des résultats statistiquement significatifs en faveur du groupe expérimental mais ces résultats ne sont pas cliniquement significatifs. Pour le LEMS, seule une étude présente des résultats statistiquement et cliniquement significatifs en faveur du groupe expérimental. Néanmoins, les différents biais inhérents à chaque étude ainsi que le faible nombre de participants et les différences entre les études peuvent être source de biais des résultats obtenus.

Discussion : L'entraînement à la marche sur tapis avec allègement du poids du corps ne semble pas montrer plus d'efficacité qu'un entraînement à la marche sur sol plat et une rééducation conventionnelle. Cependant, des études sont nécessaires pour déterminer un protocole d'entraînement optimal et standardisé avec des modalités d'utilisation bien décrites (fréquence et durée d'entraînement, vitesse du tapis, pourcentage d'allègement corporel) afin que d'autres études, avec des échantillons de populations plus importants et de haute qualité méthodologique, soient menées pour confirmer les résultats, notamment ceux sur la distance de marche et la force musculaire qui sont assez hétérogènes.

Mots clés : Lésion médullaire – rééducation à la marche – marche – tapis roulant – allègement corporel – entraînement locomoteur – paramètres de marche – force musculaire.

Abstract

Background : A spinal cord injury is a disease of the central nervous system that will disrupt and significantly impact the lives of patients. The impairment of motor functions and therefore the inability or difficulty to walk is one of the most disabling consequences and is considered the most difficult to live with by spinal cord injured patients, making activities of daily living more complicated and having a considerable impact on their quality of life. Restoring locomotor function is therefore a priority for patients.

Objective : The purpose of this review is to determine whether body weight supported treadmill training (BWSTT) in incompletely injured spinal cord patients is more effective than conventional rehabilitation in improving gait parameters (walking speed and distance), muscle strength, and walking abilities.

Method : The literature search was performed in the Pubmed, PEDro, Lissa, and Kinedoc databases. The included studies were randomized controlled trials of patients with incomplete spinal cord injury in acute or chronic phase undergoing BWSTT without functional electrical stimulation and without the use of robotic assistance. The PEDro scale was used to assess the methodological quality of the studies and the level of evidence of the results was evaluated using the GRADE system. The AMSTAR-2 scale was used to rate the methodological quality of our review. A descriptive and qualitative synthesis was conducted in this review.

Results : A total of 10 studies were included and analyzed in this review. No study showed a statistically and clinically significant difference between the experimental (BWSTT) and control groups (conventional treatment and overground gait training) for the 10MWT and WSCI II. For the 6MWT, two studies showed statically significant results in favor of the experimental group, but these results were not clinically significant. For LEMS, only one study presented statistically and clinically significant results in favour of the experimental group. Nevertheless, the various biases inherent in each study as well as the small number of participants and differences in studies may be a source of bias in the results obtained.

Discussion : BWSTT does not appear to be more effective than overground gait training and conventional rehabilitation. However, studies are needed to determine an optimal and standardized training protocol with well-described modalities of use (frequency and duration of training, speed of the treadmill, percentage of body weight reduction) so that other studies with larger samples of populations and high methodological quality can be conducted to confirm the results, especially those on walking distance and muscle strength which are quite heterogeneous.

Keywords : Spinal cord injury – gait rehabilitation – walking – body weight supported treadmill training (BWSTT) – locomotor training – gait parameters – muscle strength.