

AFA

ASSOCIATION
FRANCAISE POUR L'
APPAREILLAGE

Agrément formation n° 11752965575

ANPAN

Association Médicale de
Perfectionnement en Appareillage
Nationale

Agrément formation n° 41.54.01934.54
N° siret 392 813 507 00028
Code APE 8559A - Association loi 1901

CLERMONT FERRAND 2018



EXOSQUELETTE ATALANTE : INTÉRÊT CLINIQUE DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

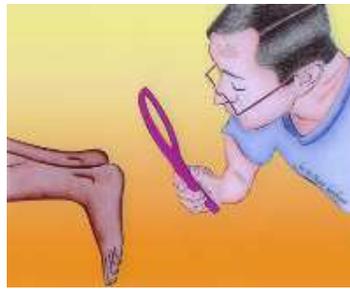
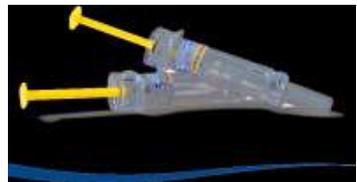
VULCANIA LE 14/06/2018

DR PANTERA ERIC *MÉDECIN CHEF CENTRE MÉDECINE PHYSIQUE ET RÉADAPTATION DE PIONSAT*

MR COSTANZA JEAN LOUIS *CHIEF CLINICAL AND DEVELOPMENT OFFICER WANDERCRAFT*



CONTEXTE ET JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE



Diapositive 3

EP2

La perte de la station debout et de la marche chez une personne paraplégique quelle qu'en soit l'étiologie entraîne des déficiences et des incapacités à l'origine de restriction de participation impactant à la fois au niveau somatique et psychique. Les conséquences physiques de l'alitement sont nombreuses : risque cutéano-trophique (escarre...), diminution des capacités cardio-respiratoires (déconditionnement, restriction volume pulmonaire), troubles digestifs et vésico-sphinctériens (constipation...), risque thrombo-embolique pouvant mettre en jeu le pronostic vital. Les conséquences psycho-sociales sont également indéniables : perte de qualité de vie, syndrome dépressif avec sensation de dévalorisation par perte de la station bipodale et de la capacité de marche propre à l'espèce humaine et difficulté de réinsertion socio-professionnelle dans une société inadaptée aux personnes en situation de handicap.

Eric PANTERA; 24/05/2018

EPIDÉMIOLOGIE ET COMPLICATIONS PARAPLÉGIE



- **France :**

Incidence 19,4 nouveaux cas par million d'habitants

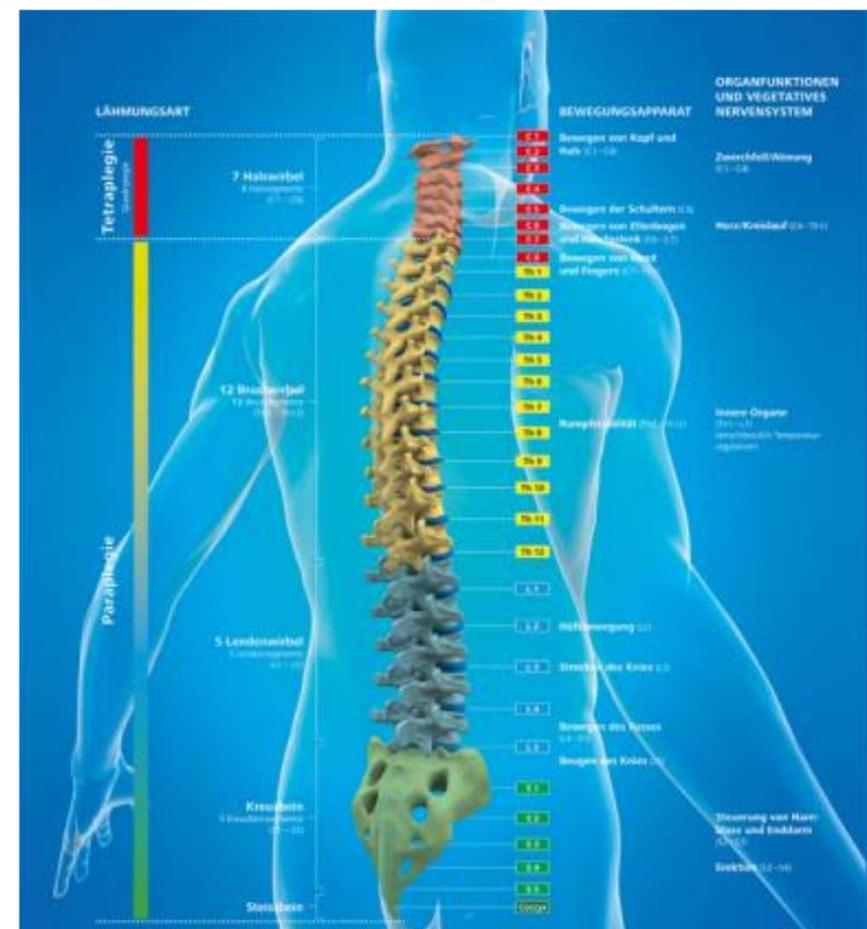
Prévalence 50 000

- **Europe :**

Incidence 10,4 à 29,7 par millions d'habitants

- **Etats Unis :**

Incidence 40 pour un million d'habitants



Diapositive 4

EP3

Les complications d'une paraplégie sont ainsi nombreuses en rapport avec la lésion médullaire elle-même mais surtout à cause de l'alitement qui en résulte [39] :

- Troubles respiratoires (paraplégiques hauts) :

Complications à type de pneumopathies et d'atélectasies (38 %).

- Troubles cardio-vasculaires :

La désafférentation sympathique associée à l'hypertonie parasymphatique entraîne bradycardie et hypotension.

- Troubles thrombo-embolique :

Thrombophlébites (11 %) et embolie pulmonaire (2,7 %) :

- Troubles cutanés :

Escarres (un tiers des patients à la phase aiguë) avec risque infectieux, fragilité ultérieure des peaux cicatricielles.

- Troubles vésico-sphinctériens :

Infections urinaires, pyélonéphrites

- Troubles digestifs :

Ulcère de stress et des complications liées à l'iléus paralytique.

- Complications neuro-orthopédiques :

Attitudes vicieuses, spasticité, paraostéopathie neurogène (POAN)

- Troubles anxio-dépressif

Eric PANTERA; 24/05/2018

ORTHESES EXOSQUELETTIQUES : DÉFINITION



- Dispositifs mécatroniques à base fixe composés d'une structure mécanique à plusieurs degrés de liberté, d'un système d'actionnement utilisant une source d'énergie embarquée, associées à des cartes électroniques de puissance et de commande



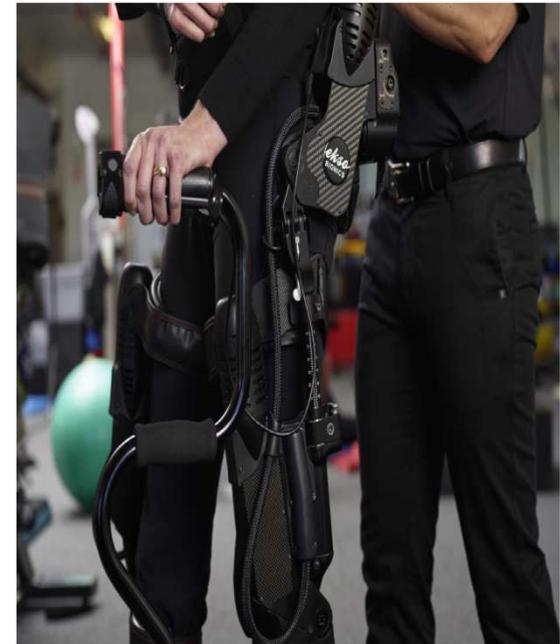
Rewalk



Indego



Exo Cyberdine H2



Esko

ORTHESES EXOSQUELETTIQUES : DEFINITION



- Dispositif médical dont le but est de restaurer les fonctions motrices en restant non invasif.



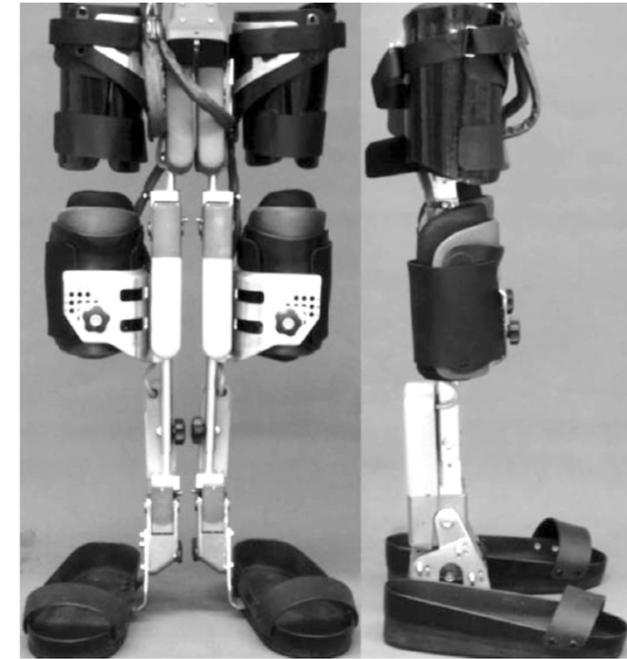
Rex



Robin



Mina



WPAL

ORTHÈSES EXOSQUELETTIQUES : REVUE DE LA LITTÉRATURE



■ Utilisation sécurisée des orthèses exosquelettiques

4 études bon niveau méthodologique Rewalk et Esko *

Evaluation risque (nombre de chutes,, du rachis...) **

Tolérance cutanée * ** ***

Tolérance cardio-respiratoire * ** ***



* Esquenazi, A., Talaty, M., Packel, A., Saulino, M. The ReWalk powered exoskeleton to restore ambulatory function to individuals with thoracic-level motor-complete spinal cord injury. *Am J Phys Med Rehabil* 2012, 91, 911–921.

** Yang, A., Asselin, P., Knezevic, S., Kornfeld, S., Spungen, A.M. Assessment of In-Hospital Walking Velocity and Level of Assistance in a Powered Exoskeleton in Persons with Spinal Cord Injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 2015, 21, 100–109.

*** Zeilig, G., Weingarden, H., Zwecker, M., Dudkiewicz, I., Bloch, A., Esquenazi, A. Safety and tolerance of the ReWalk™ exoskeleton suit for ambulation by people with complete spinal cord injury: a pilot study. *J Spinal Cord Med* 2012, 35, 96–101

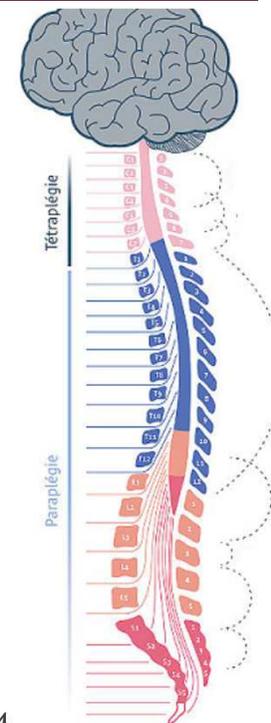
ORTHÈSES EXOSQUELETTIQUES : REVUE DE LA LITTÉRATURE

Facilité d'apprentissage et paramètre de marche

Corrélation entre le niveau d'atteinte médullaire et la vitesse de marche et la consommation énergétique *

Vitesse de marche moyenne, tout exosquelette confondu : 0.26 m/s **

Durée moyenne apprentissage : 4 semaines ***



* Kawashima, N., Taguchi, D., Nakazawa, K., Akai, M. Effect of lesion level on the orthotic gait performance in individuals with complete paraplegia. *Spinal Cord* 2006, 44, 487–494

** Hartigan, C., Kandilakis, C., Dalley, S., Clausen, M., Wilson, E., Morrison, S., Etheridge, S., Farris, R. Mobility Outcomes Following Five Training Sessions with a Powered Exoskeleton. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 2015, 21, 93–9

*** Kozlowski, A.J., Bryce, T.N., Dijkers, M.P. Time and Effort Required by Persons with Spinal Cord Injury to Learn to Use a Powered Exoskeleton for Assisted Walking. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 2015, 21, 110–121. doi:10.1310/sci2102-110

Diapositive 8

EP4

Kawashima et al. [41] en 2006, a ainsi montré l'existence, avec les orthèses exosquelettiques passives (mécanique) d'une corrélation entre le niveau d'atteinte médullaire et la vitesse de marche et la consommation énergétique. Plus la lésion médullaire est haute, plus la dépense énergétique (mesure VO₂) est importante et plus la vitesse de marche est faible. Louis et al. [48] ont confirmé ces hypothèses grâce à une revue de la bibliographie sur les orthèses exosquelettiques motorisées. Ils ont également complété la corrélation de la vitesse de marche au niveau médullaire avec l'âge des patients et le nombre d'heures de session de formation. La vitesse de marche moyenne, tout exosquelette confondu, est de 0.26 m/s

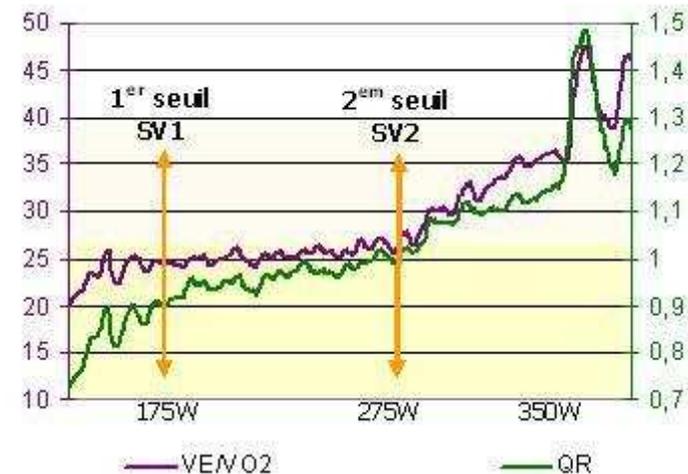
Eric PANTERA; 24/05/2018

ORTHÈSES EXOSQUELETTIQUES : REVUE DE LA LITTÉRATURE

■ Evaluation de la consommation énergétique

Détermination méthode référence orthèse marche paraplégique : mesure directe VO₂*

Dépense énergétique d'une marche avec l'Indego entre 3.5 et 4.5 MET correspondant à une activité physique d'intensité modérée**



* Merati, G., Sarchi, P., Ferrarin, M., Pedotti, A., Veicsteinas, A. Paraplegic adaptation to assisted-walking: energy expenditure during wheelchair versus orthosis use. *Spinal Cord* 2000, 38, 37–44.

** 26. Evans, N., Hartigan, C., Kandilakis, C., Pharo, E., Clesson, I. Acute Cardiorespiratory and Metabolic Responses During Exoskeleton-Assisted Walking Overground Among Persons with Chronic Spinal Cord Injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 2015, 21, 122–132

Diapositive 9

EP6

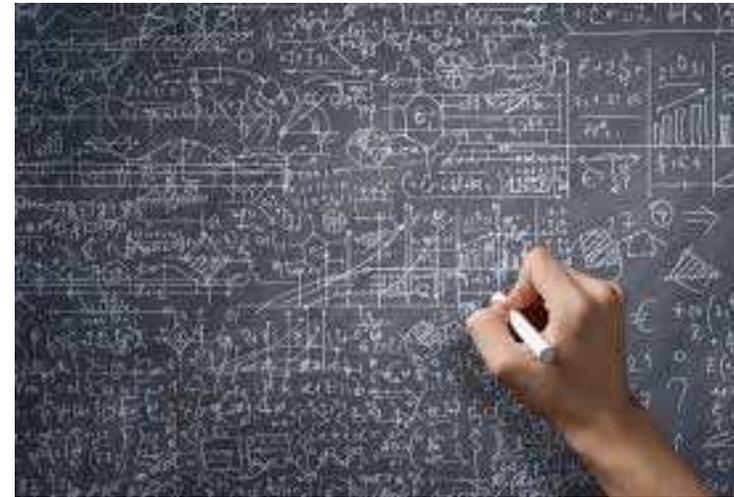
Deux études anciennes [40,55] ont essayé de déterminer le meilleur moyen d'étudier la consommation énergétique chez des patients paraplégiques avec orthèses exosquelettiques passives (mécaniques). Il en ressort que la mesure de VO2 max est la méthode de référence à utiliser. Meruti et al. [53] ont analysé l'impact d'une stimulation électrique cutané musculo-nerveuse lors de la marche en notant une amélioration peu significative sur effet hémodynamique mais sans aucun impact sur la dépense énergétique.

Comme nous l'avons vu précédemment, Massucci et al. [49] ont montré l'augmentation significative de la fréquence cardiaque et de la fréquence respiratoire en standing et que la marche avec orthèse passives demandait une dépense énergétique trop importante raison principale d'abandon.

Asselin et al. [4] ont évalué la consommation énergétique du Rewalk montrant une consommation de VO2 max supérieure lors de la marche qu'en standing retrouvant les résultats de Massucci [49]. Cependant la consommation énergétique des orthèses exosquelettiques motorisées semble bien moins importante que la dépense engendrée par les orthèses passives en comparaison des données des études de Bernardi et al. en condition de rééducation (marche) [10] et lors des activités de la vie quotidienne [11].

Enfin, Evens et al. [25] ont analysé la dépense énergétique d'une marche avec l'Indego entre 3.5 et 4.5 MET correspondant à une activité physique d'intensité modérée

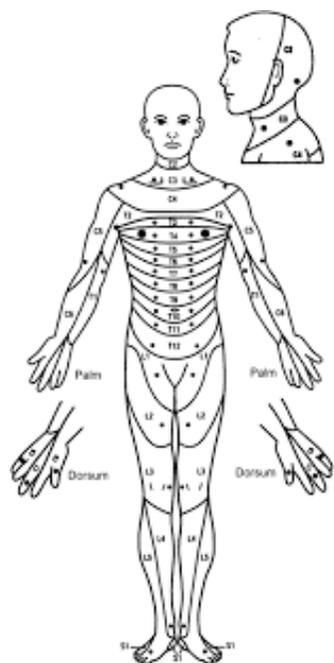
Eric PANTERA; 24/05/2018



ORTHÈSES EXOSQUELETTIQUES

DÉTAILS UTILISATION

ReWalk



Esquenazi A, Powered Exoskeletons for Walking Assistance in Persons with Central Nervous System Injuries: A Narrative Review. *PM R.* 2017 Jan;9(1):46-62. doi: 10.1016/j.pmrj.2016.07.534. Epub 2016 Aug 24. Review

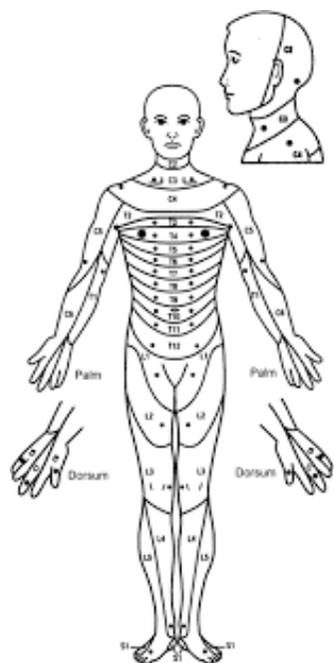
Diapositive 11

EP8

Nom : Rewalk Date : 2006 Prix 77000 euros Inclusion : niveau ASIA A C7 18 55 ans de 160 à 190 cm poids inférieur à 100 kg contre indication spasticité sévère Asworth supérieur 4 et limitation amplitude articulaire hanche et genou de moins de 15 ° de mobilité Fonction : transfert assis debout debout assis marche avec équilibre latéral assuré par deux cannes béquilles batterie lithium 3 ou 4 h autonomie assistance totale par deux cannes béquilles ou entre bare parallèle

Eric PANTERA; 04/06/2018

Indego



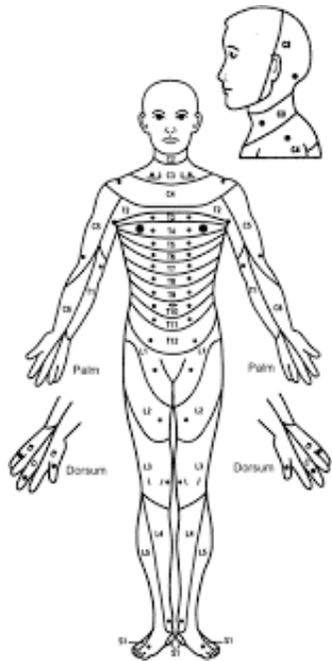
Esquenazi A, Powered Exoskeletons for Walking Assistance in Persons with Central Nervous System Injuries: A Narrative Review. *PM R.* 2017 Jan;9(1):46-62. doi: 10.1016/j.pmrj.2016.07.534. Epub 2016 Aug 24. Review

Diapositive 12

EP9

Nom : Indego Date : 2012 Prix : 80 000 euros (kit à 175 000) Inclusion : ASIA complet ou incomplet niveau C5 160 à 190 poids inférieur 100 kg Fonction : transfert assis debout debout assis marche avec équilibre latéral assuré par deux cannes béquilles batterie lithium 2 ou 3 h autonomie assistance totale par deux cannes béquilles ou entre bare parallèle
Eric PANTERA; 04/06/2018

Esko



Esquenazi A, Powered Exoskeletons for Walking Assistance in Persons with Central Nervous System Injuries: A Narrative Review. PM R. 2017 Jan;9(1):46-62. doi: 10.1016/j.pmrj.2016.07.534. Epub 2016 Aug 24. Review

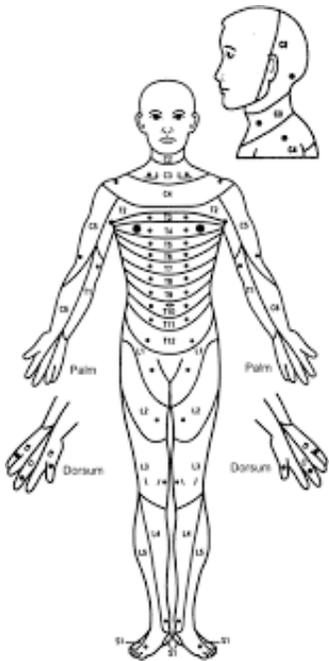
Diapositive 13

EP10

Nom : Esko Date : 2012 Prix : 150 000 euro Inclusion : ASIA complet ou incomplet niveau C7 AVC pathologie neurodegenerative 160 à 190 poids inferieur 100 kg Fonction : transfert assis debout debout assis marche avec equilibre latéral assuré par deux cannes bequilles batterie lithium 2 ou 3 h autonomie assistance totale par deux cannes bequilles ou entre bare parralele

Eric PANTERA; 04/06/2018

Cyberdyne



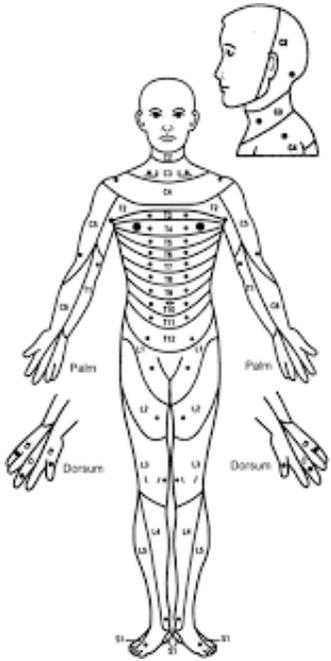
Esquenazi A, Powered Exoskeletons for Walking Assistance in Persons with Central Nervous System Injuries: A Narrative Review. PM R. 2017 Jan;9(1):46-62. doi: 10.1016/j.pmrj.2016.07.534. Epub 2016 Aug 24. Review

Diapositive 14

EP11

Nom : Cyberdyne Date : 2004 Prix : NC Inclusion : 19 67 ans AVC pathologie neurodegenerative 160 à 190 poids inférieur 100 kg Fonction : transfert assis debout debout assis marche avec equilibre latéral assuré par deux cannes bequilles batterie lithium 2 ou 3 h autonomie assistance totale par deux cannes bequilles ou entre bare parralele
Eric PANTERA; 04/06/2018

Rex



Esquenazi A, Powered Exoskeletons for Walking Assistance in Persons with Central Nervous System Injuries: A Narrative Review. PM R. 2017 Jan;9(1):46-62. doi: 10.1016/j.pmrj.2016.07.534. Epub 2016 Aug 24. Review

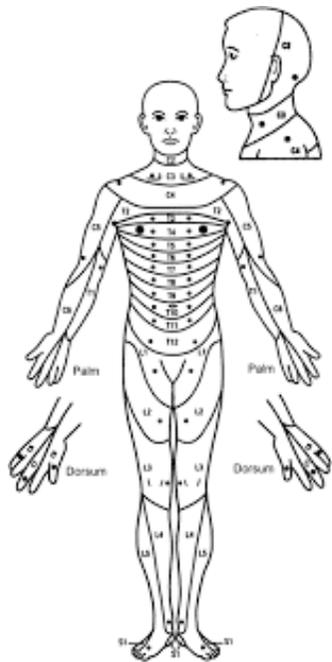
Diapositive 15

EP12

Nom : Rex Date : 2007 Prix : 170 000 euros Inclusion : 19 67 ans medullaire para AVC pathologie neurodegenerative 142 à 193 poids inferieur 100 kg Fonction : transfert assis debout debout assis marche avec equilibre latéral et controle assurée par Joystick

Eric PANTERA; 04/06/2018

ROBIN



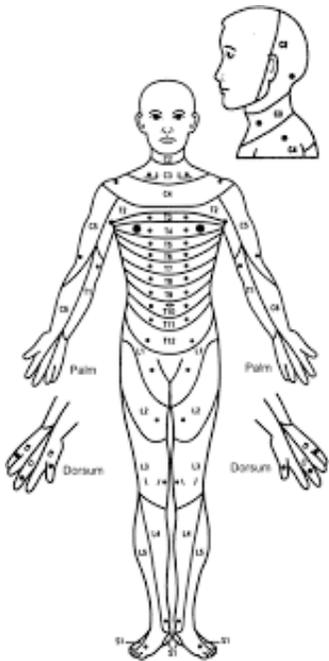
Esquenazi A, Powered Exoskeletons for Walking Assistance in Persons with Central Nervous System Injuries: A Narrative Review. *PM R.* 2017 Jan;9(1):46-62. doi: 10.1016/j.pmrj.2016.07.534. Epub 2016 Aug 24. Review

Diapositive 16

EP13

Nom : ROBIN (Rehabilitation of brain injurie Date : 2012 Prix : NC Inclusion : medullaire jusqu' ASIA AB T11 AVC inconnue
taille poids Fonction : transfert assis debout debout assis marche avec equilibre latéral nécessitant aide technique
Eric PANTERA; 04/06/2018

Mina

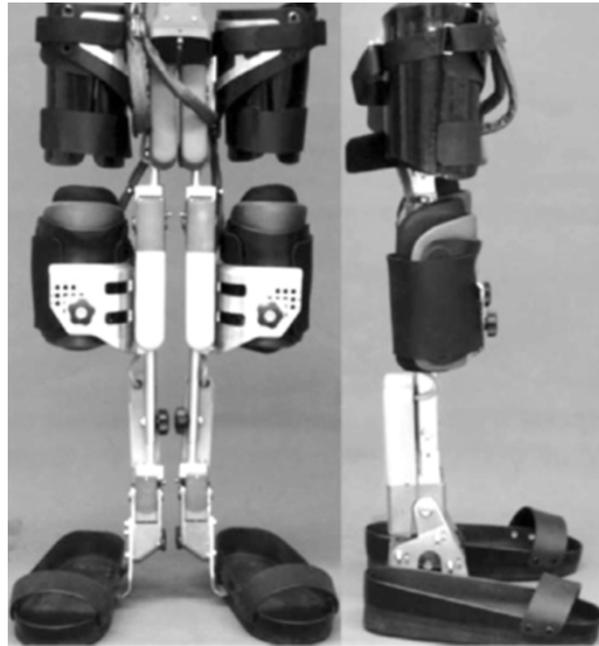
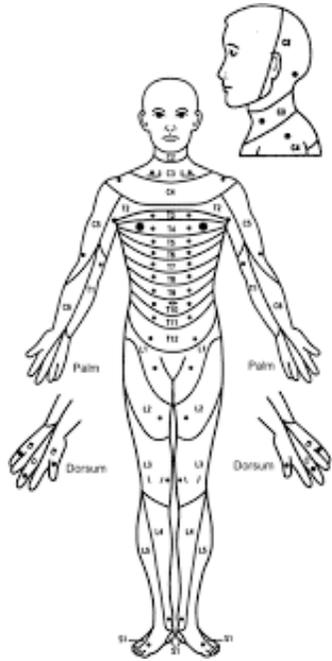


Esquenazi A, Powered Exoskeletons for Walking Assistance in Persons with Central Nervous System Injuries: A Narrative Review. PM R. 2017 Jan;9(1):46-62. doi: 10.1016/j.pmrj.2016.07.534. Epub 2016 Aug 24. Review

Diapositive 17

EP14 Nom : Mina Institute of human and machine cognition Date : 2011 Prix : NC Inclusion : paraplégie et paraparésie niveau inconnu 160 à 190 poids inférieur 100 kg Fonction : marche uniquement avec deux cannes béquilles pour équilibre latéral ou entre barre //
Eric PANTERA; 04/06/2018

WPAL



Esquenazi A, Powered Exoskeletons for Walking Assistance in Persons with Central Nervous System Injuries: A Narrative Review. PM R. 2017 Jan;9(1):46-62. doi: 10.1016/j.pmrj.2016.07.534. Epub 2016 Aug 24. Review

Diapositive 18

EP15

Nom : WPAL Wearable Power Assist Locomotor Date : 2013 Prix : NC Inclusion : paraplgie complète niveau inconnu Fonction : marche retournement avec aide technique + essai sans aide technique sur 1 études

Eric PANTERA; 04/06/2018

ORTHÈSES EXOSQUELETTIQUES : REVUE DE LA LITTÉRATURE



■ Synthèse :

Littérature : utilisation possible des exosquelettes pour la marche des personnes paraplégiques

Persiste problème de la non libération des membres supérieurs monopolisés par les aides techniques ne permettant toujours pas une marche fonctionnelle



Diapositive 19

EP6

Deux études anciennes [40,55] ont essayé de déterminer le meilleur moyen d'étudier la consommation énergétique chez des patients paraplégiques avec orthèses exosquelettiques passives (mécaniques). Il en ressort que la mesure de VO2 max est la méthode de référence à utiliser. Meruti et al. [53] ont analysé l'impact d'une stimulation électrique cutané musculo-nerveuse lors de la marche en notant une amélioration peu significative sur effet hémodynamique mais sans aucun impact sur la dépense énergétique.

Comme nous l'avons vu précédemment, Massucci et al. [49] ont montré l'augmentation significative de la fréquence cardiaque et de la fréquence respiratoire en standing et que la marche avec orthèse passives demandait une dépense énergétique trop importante raison principale d'abandon.

Asselin et al. [4] ont évalué la consommation énergétique du Rewalk montrant une consommation de VO2 max supérieure lors de la marche qu'en standing retrouvant les résultats de Massucci [49]. Cependant la consommation énergétique des orthèses exosquelettiques motorisées semble bien moins importante que la dépense engendrée par les orthèses passives en comparaison des données des études de Bernardi et al. en condition de rééducation (marche) [10] et lors des activités de la vie quotidienne [11].

Enfin, Evens et al. [25] ont analysé la dépense énergétique d'une marche avec l'Indego entre 3.5 et 4.5 MET correspondant à une activité physique d'intensité modérée

Eric PANTERA; 24/05/2018

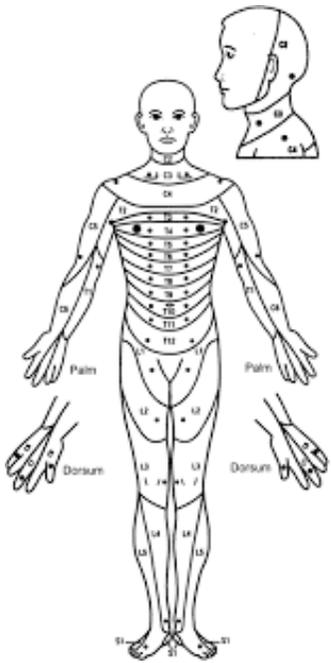


ORTHÈSES EXOSQUELETTIQUES

ATALANTE



ATALANTE



Diapositive 21

EP16

Nom :Atalante Date : 2018 Prix objectif entre 30000 et 40000 euros Inclusion : niveau ASIA A ou B T6 18 65 ans de 160 à 190 cm poids inférieur à 90 kg contre indication spasticité sévère Aswarth supérieur 3 et limitation amplitude articulaire Fonction : transfert assis debout debout assis marche avec équilibre latéral assuré par exosquelette équilibre statique et dynamique et retournement batterie lithium 3 ou 4 h autonomie

Eric PANTERA; 04/06/2018

ETUDE APPEX



Critère inclusion :

- Personne blessée médullaire quelle que soit l'étiologie avec paraplégie complète (ASIA A ou B) et de niveau maximum jusqu'en T6.
- Ancienneté de la lésion de 6 mois
- Capacité à maintenir une posture verticale sans trouble d'hypotension orthostatique.
- Age de 18 à 65 ans.
- Poids maximum de 90 kg permettant un lever de charge de 15 kg.
- Taille entre 1m50 et 1m90.
- Capacité à donner son consentement éclairé.



CONCLUSION



MERCI DE VOTRE ATTENTION...

