

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 60157 A1** (51) Cl. internationale : **A61H 1/02; A61H 3/00**

(43) Date de publication :
31.10.2024

(21) N° Dépôt :
60157

(22) Date de Dépôt :
20.04.2023

(71) Demandeur(s) :
**RAMPEXO, RUE SOUMAYA RES SHEHRAZADE III ETG 5 N 22 PALMIERS
CASABLANCA (MA)**

(72) Inventeur(s) :
Abdelali Laamarti

(74) Mandataire :
LAAMARTI ABDELALI

(54) Titre : **Dispositif robotique de réadaptation pour la récupération neuromotrice chez les enfants atteints de paralysie cérébrale**

(57) Abrégé : La présente invention est un dispositif de rééducation robotique conçu pour soutenir la récupération neuromotrice des enfants atteints de paralysie cérébrale âgés de 2 à 5 ans. Le dispositif guide l'enfant à travers une séquence précise d'étapes de récupération, favorisant le développement d'une fonction psychomotrice normale. En imitant les schémas de mouvement humain naturel, l'invention vise à stimuler le système nerveux central et à améliorer la capacité de l'enfant à reprendre le contrôle des fonctions motrices.

Dispositif robotique de réadaptation pour la récupération neuromotrice chez les enfants atteints de paralysie cérébrale

Abrégé :

La présente invention est un dispositif de rééducation robotique conçu pour soutenir la récupération neuromotrice des enfants atteints de paralysie cérébrale âgés de 2 à 5 ans. Le dispositif guide l'enfant à travers une séquence précise d'étapes de récupération, favorisant le développement d'une fonction psychomotrice normale. En imitant les schémas de mouvement humain naturel, l'invention vise à stimuler le système nerveux central et à améliorer la capacité de l'enfant à reprendre le contrôle des fonctions motrices.

Dispositif robotique de réadaptation pour la récupération neuromotrice chez les enfants atteints de paralysie cérébrale

Domaine de l'invention :

L'invention concerne le domaine de la robotique médicale, plus précisément les dispositifs robotiques conçus pour la rééducation neuromotrice chez les enfants atteints de paralysie cérébrale.

Contexte de l'invention :

La paralysie cérébrale est un trouble neurologique répandu caractérisé par des anomalies du mouvement et de la posture, résultant de lésions prénatales, périnatales ou postnatales du système nerveux central. Les procédures de rééducation traditionnelles consistent en un programme évolutif d'exercices moteurs, souvent assistés par des dispositifs ou des physiothérapeutes. L'efficacité de ces méthodes peut être limitée, et les progrès récents dans le domaine ont été stimulés par des avancées en neurosciences et en technologie. Une approche prometteuse est l'application de la robotique à la rééducation neuromotrice, tirant parti des interactions homme-robot pour améliorer les résultats de la physiothérapie.

Résumé de l'invention :

La présente invention est un dispositif de rééducation robotique conçu pour soutenir la récupération neuromotrice des enfants atteints de paralysie cérébrale âgés de 2 à 5 ans. Le dispositif guide l'enfant à travers une séquence précise d'étapes de récupération, favorisant le développement d'une fonction psychomotrice normale. En imitant les schémas de mouvement humain naturel, l'invention vise à stimuler le système nerveux central et à améliorer la capacité de l'enfant à reprendre le contrôle des fonctions motrices.

Description détaillée :

RAMPEXO est un dispositif robotique qui facilite et simule les mouvements de ramper pour les enfants âgés de 2 à 5 ans atteints de paralysie cérébrale. Le système vise à reproduire les schémas de mouvement normaux en impliquant un maximum d'articulations avec neuf degrés de liberté pour les principales articulations. Il est adapté aux enfants mesurant entre 85 cm et 110 cm et peut être ajusté en fonction des proportions corporelles.

Des signaux sinusoïdaux contrôlent les servo-moteurs pour permettre le contrôle de l'implication des articulations (A1, A2, ..., A9) (figure 2), de la vitesse de mouvement (10-30 pas/min), de l'orientation et du chemin de déplacement. Un moteur servo de 60 Kg.cm est choisi sur la base du scénario le plus défavorable d'un enfant de 5 ans pesant 20 kg.

RAMPEXO dispose de deux modes de rééducation : statique et dynamique. En mode statique, le dispositif est relié à une armoire de commande avec un système d'automatisation et un écran tactile pour suivre les signaux myoélectriques et les mouvements articulaires en temps réel. En mode dynamique, le dispositif déplace le patient sur une surface plane pour un retour sensoriel, en utilisant un Raspberry Pi pour le contrôle.

La conception mécanique de RAMPEXO est adaptable aux enfants âgés de 2 à 5 ans (voir figure 1), avec des systèmes d'ajustement faciles qui respectent l'anatomie de l'enfant. Le dispositif utilise 16 roulements à billes pour faciliter le mouvement de ramper et dispose d'un système de fixation pour les membres de l'enfant, garantissant un mouvement sûr sans basculer ni tomber (voir figure 3).

Avant de commencer la rééducation, le physiothérapeute définit les angles articulaires minimum et maximum en fonction de l'état du patient. RAMPEXO prend en charge deux types de rééducation du ramper : le Schéma homolatéral et le Schéma croisé. Le physiothérapeute sélectionne la vitesse de mouvement et le pourcentage de déplacement des pas en fonction de la phase de rééducation du patient.

Le dispositif fonctionne en mode test sans le patient pour des raisons de sécurité, permettant au physiothérapeute de vérifier la précision des réglages. Une fois le patient attaché à RAMPEXO, la séance de rééducation peut commencer avec une vitesse minimale (10 pas/min) et une amplitude moyenne (50 %).

La surveillance et l'évaluation impliquent d'évaluer l'efficacité et la sécurité de RAMPEXO pendant la rééducation. Les physiothérapeutes et les aidants doivent suivre les progrès, le confort de l'enfant et les signes éventuels d'inconfort. Des inspections régulières et des opérations de maintenance des composants du système doivent être effectuées pour garantir la sécurité et le bon fonctionnement. L'amélioration continue basée sur les commentaires des utilisateurs est essentielle pour améliorer l'expérience utilisateur globale, la sécurité et l'efficacité des séances de thérapie.

Revendications

1 - Un système de rééducation pour enfants atteints de paralysie cérébrale, comprenant :

- a. un exosquelette conçu pour être porté par un enfant et permettant des angles articulaires, une vitesse de mouvement, une amplitude et une durée de séance personnalisables ;
- b. des moyens pour mettre en œuvre des exercices de ramper à schéma homolatéral et croisé pour répondre aux divers besoins de développement des compétences motrices ;
- c. des moyens d'intégration de biofeedback pour détecter et traiter les signaux myoélectriques provenant des nerfs périphériques et ajuster les séances de thérapie en conséquence ;
- d. des moyens pour fonctionner à la fois en modes de rééducation statique et dynamique, offrant une gamme d'options de thérapie adaptées aux besoins individuels de chaque enfant ;
- e. des fonctionnalités de sécurité, incluant des modes de test sans l'enfant, des composants mécaniques réglables pour s'adapter à l'anatomie de l'enfant et des systèmes de fixation sécurisés pour prévenir les chutes ou les blessures lors des séances de thérapie ;
- f. des moyens de portabilité et de facilité d'utilisation, permettant un transport et une installation aisés dans divers contextes thérapeutiques ; et
- g. des moyens pour une amélioration continue, permettant un affinement et une adaptation en fonction des commentaires des physiothérapeutes, des aidants et des patients.

2 - Le système de rééducation de la revendication 1, dans lequel l'exosquelette comprend des servomoteurs pour actionner les membres de l'enfant, lesdits servomoteurs ayant une capacité de couple suffisante pour supporter le poids de l'enfant pendant les séances de thérapie.

3 - Le système de rééducation de la revendication 1 comprend des capteurs non invasifs pour détecter les signaux myoélectriques provenant des nerfs périphériques de l'enfant, fournissant un biofeedback pour informer les ajustements de la séance de thérapie.

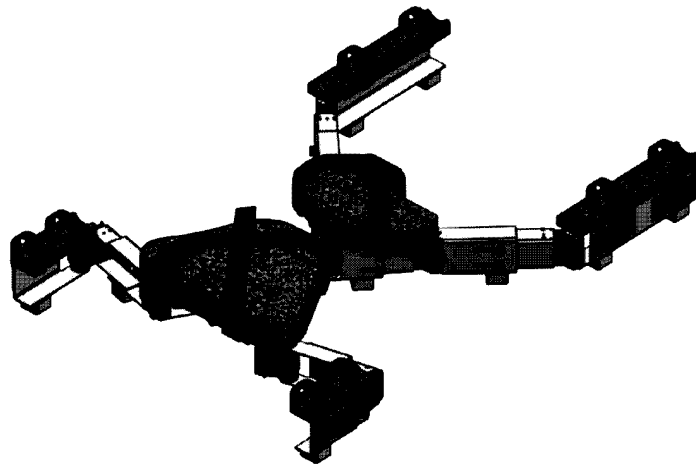
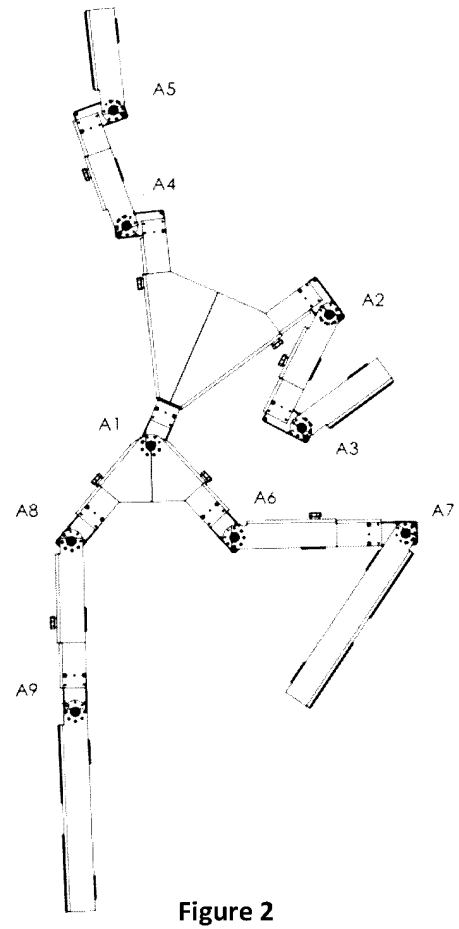
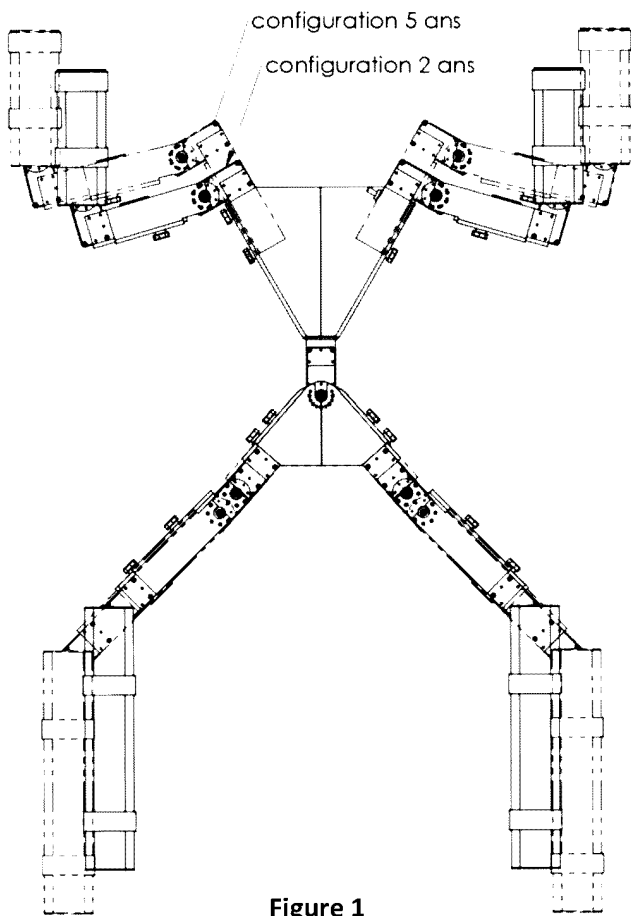
4 - Le système de rééducation de la revendication 1, dans lequel le mode statique comprend un système de contrôle automatisé pour le fonctionnement sécurisé des servomoteurs, tandis que le mode dynamique utilise un système de contrôle Raspberry Pi pour une utilisation à distance via Bluetooth.

5 - Le système de rééducation de la revendication 1, dans lequel les composants mécaniques réglables sont conçus pour s'adapter aux enfants âgés de 2 à 5 ans, respectant la proportionnalité de l'anatomie infantile.

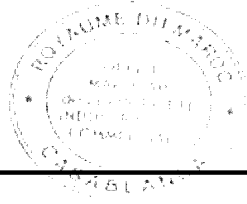
6 - Le système de rééducation de la revendication 1, dans lequel les systèmes de fixation sécurisés comprennent une combinaison de matériaux en bois et en mousse de caoutchouc pour un contact confortable et sûr avec les membres de l'enfant pendant les séances de thérapie.

7 - Le système de rééducation de la revendication 1 comprend une interface utilisateur pour que les physiothérapeutes puissent entrer les paramètres de la séance de thérapie, surveiller les progrès et effectuer des ajustements en fonction des besoins et des progrès individuels de chaque enfant.

Dessin



**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 60157	Date de dépôt : 20/04/2023
Déposant : RAMPEXO	
Intitulé de l'invention : Dispositif robotique de réadaptation pour la récupération neuromatrice chez les enfants atteints de paralysie cérébrale	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté	
<input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: Meslohi Hicham	Date d'établissement du rapport : 09/06/2023
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
2 Pages
- Revendications
7
- Planches de dessin
1 Page

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : A61H1/02 ; A61H3/00

CPC : A63B2208/12

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
A	WO2015006853 A1, BIONIK LAB INC, 22/01/2015	1-7
A	WO2016009022 A1, UNIV PARIS DESCARTES et al, 21/01/2016	1-7

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-7 Revendications Aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-7 Revendications Aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-7 Revendications Aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : WO2015006853 A1

1. Nouveauté

Aucun des documents cités ci-dessus ne divulgue l'ensemble des caractéristiques techniques de la revendication 1, d'où l'objet de ladite revendication est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Par la suite les revendications 2-7 dépendantes sont aussi nouvelles.

2. Activité inventive

Le document D1 qui est considéré comme étant l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 décrit un appareil d'exosquelette pour effectuer des activités telles que la marche. Le dispositif fournit une rééducation active continue, qui a le potentiel de restaurer le mouvement et la sensation dans les membres de certains patients paralysés. [0081]

Dans d'autres modes de réalisation, l'appareil d'exosquelette peut également comprendre des structures de bras et/ou de torse supérieur [0087].

La différence entre la revendication 1 et le document D1 réside en ce que le dispositif détecte et traite les signaux myoélectriques des nerfs périphériques et est adapté à l'anatomie de l'enfant.

L'effet technique lié à cette différence est que le dispositif stimule le système nerveux central de l'enfant et améliore sa capacité à reprendre le contrôle de ses fonctions motrices.

Le problème que la présente demande se propose de résoudre peut-être considéré comme la fourniture d'un dispositif robotique de réadaptation pour la récupération neuromatrice adapté à l'anatomie de l'enfant.

La solution proposée par la présente demande implique une activité inventive. En effet, l'homme du métier ne peut arriver à l'objet de la revendication 1 en prenant en compte simplement les divulgations du document D1 sans faire preuve d'esprit inventif.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications 2-7 dépendent de la première revendication dont l'objet est considéré inventif pour les raisons énoncées ci-dessus, ainsi elles satisfont également, en tant que telles, aux exigences de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 concernant l'activité inventive.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.