

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：16401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650319

研究課題名(和文) 平行棒付き回転盤を用いて、平行棒内の回転動作やトイレ動作を容易にする機器の開発

研究課題名(英文) Development of an apparatus facilitating the rotary movement and restroom movement in parallel bars using the revolving plate with parallel bars

研究代表者

上野 将之 (UENO, Masayuki)

高知大学・医学部附属病院・理学療法士

研究者番号：80626177

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)： 平行棒付き回転盤の有用性と安全性を、健常者と方向転換困難な障害者1名ずつにおいてそれぞれ筋電図、心拍数、酸素飽和度を用いて評価を行った。平行棒の両端に回転盤を設置し、方向転換時の筋活動を測定したが、健常者、障害者ともに回転盤を用いた際筋活動は低下し、労を要せず方向転換が可能であった。心拍数、酸素飽和度においても回転盤使用時は心拍数上昇が少なく、酸素飽和度の低下も少なかった。健常者、障害者の意見として「安心して方向転換ができる。」、「安心感がある。」とのことであった。また障害者の歩行時介助を行った介助者の意見も同様に「転倒のリスクも少なく安全に方向転換ができる。」とのことであった。

研究成果の概要(英文)： I evaluated usefulness and the safety of the revolving plate with parallel bars using an EMG, a heart rate, oxygen saturation in a physically unimpaired person and one person with a disability who were hard to change direction each. I installed a revolving plate in the both ends of parallel bars and measured the line activity at the time of the turn, but the verge line activity using the revolving plate decreased a physically unimpaired person, a person with a disability together, and a turn was possible without requiring trouble. There were few rises in heart rate at the time of the revolving plate use in a heart rate, the oxygen saturation, and there were few drops of the oxygen saturation, too.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学 リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：平行棒付き回転盤 歩行訓練時の安全性

1. 研究開始当初の背景

超高齢社会の到来とともに、脳や脊髄の器質的障害や骨関節障害により移動・移乗機能が損なわれた障害者が増加している。これら障害者の機能回復を図るために、種々の訓練が行われるが、その中でも、平行棒内での立位歩行訓練は、頻用される理学療法訓練の一つである。平行棒は、病院や介護施設に必ず存在し、それをを用いた歩行訓練は、理学療法の運動療法として頻用されている。しかし平行棒の長さは短く、歩行訓練を継続するには、必ず先端でUターンする必要がある。平行棒内で歩行訓練を行わなければならない障害者は、回転動作に難渋することが多い。これまで理学療法士は、自力で介助して方向転換をさせてきた。

平成13年、石田健司(研究分担者)は、トイレ用の手動式移乗介助機器を試作した。それは障害者の中には、体の回旋はできなくとも、支えがあれば立位可能な症例が多く、平行棒内に立ち回転盤を回せば、180度回転できることを利用したトイレ介助移乗介助機器であった。実際の使用方法のイメージを図1-5に示す。



図1：車いすを回転盤に付ける



図2：回転盤に立つ



図3：回転盤を回し



図4：180度回転させ



図5：(便座に)すわる

さらに石田健司(研究分担者)は、この介護機器を電動式に改良させて、その結果を次のように報告している。

【電動機器(図6)の概要】車椅子で洋式トイレ内に真っ直ぐに入り、平行棒付き回転台まで進み、便座、平行棒(回転台)、車椅子を直線状に配置する。そこで平行棒のどちらか一方または両側の棒を持ちそれを支えとして、回転板に立位をとらせる。次に回転板の中央を中心に(手動又は電動で)180度回転させ、臀部を便座に向け便座に座らせる。用が足せば、先の手順を逆にして車椅子に乗せるといった機器である。



図6 電動式介護機器(2号機)

【対象および方法】対象者は、脳卒中後遺症患者5名・パーキンソン患者2名および介護者5名である。各人に、今回作成した機器を使用して頂き、使用時の問題点や感想を調査すると共にトイレ動作に要する時間測定を行なった。また介護者には心拍数をモニターした。

【結果】トイレ動作に要する時間には、両者間に有意差は認めなかったが、介護する者の意見としては、心拍数の増加が本器機利用の際には認められなかったことからわかるように、本器機の方が楽であると述べていた。介護される側も移乗動作の際に、強く抱きかかえられなくて胸が痛くなく済むという意見もあった。特に苦情は無かった(表1)。

	最大心拍数	所要時間
直接介護	90.8拍/分	4.8秒
2号機使用	79.6	17.2

表1：電動式介護機器(2号機)使用の成果

【考察】脳卒中後遺症や神経筋疾患(主にパーキンソン病患者)の中には、平行棒の中では立位姿勢はとれるが、回転動作や移乗動作のできない症例は意外に多い。そこでこの機器であれば、自力で体の回転ができず移乗動作のできない症例でも、立位が取れる症例であれば、トイレ動作を行わせることができる。また排泄を行う本人もその介護者も大きな

労力が不要であり、本人は介護者に遠慮することなく排泄が行え、介護者も疲労が少ない。そしてトイレに費やす敷地面積を少なくさせることができ、在宅で障害者を見る場合には朗報になるものとする。また平行棒なので、男性健常人がその（洋式）トイレで小便をする際にも邪魔にならずに済むものと思われる。このトイレを利用する適応症例はこれまでより広がるとともに、これまでのトイレならトイレ動作が全介助となるべき症例も部分介助で済むようになると考える。たとえば脳卒中後遺症やパーキンソン病等の平衡機能障害を有し、歩行も移乗動作もできないが、支えがあれば立位の取れる症例等にまでトイレ動作の拡大が図れると思われる。さらに今回の機器は、施設においても充分利用価値があると思われるが、それ以上に平成12年4月より施行された介護保険下でも、在宅のトイレとして有効なものとなるよう今後も開発を進めたい。

【結語】本機器は、場所をとらず介護される側もする側も、トイレ介護負担の軽減が見込める機器の1つとして有用と考える。と述べている。

今回この機構を利用し、平行棒の両端（始点と終点部）に、「平行棒付き回転盤」（図7）（図8）を装着させる。平行棒と同様に、高さ調節できるようにして、回転しても本体の平行棒に当たらない工夫を行えば、世界に通じる新しい平行棒になると考え、本研究に取り組んだ。



（図7 平行棒付き回転盤）



（図8 平行棒付き回転盤）

2. 研究の目的

超高齢社会の到来とともに、脳や脊髄の器質的障害や骨関節障害により移動・移乗機能が損なわれた障害者が増加している。これら障害者の機能回復を図るために、種々の訓練が行われるが、その中でも、平行棒内での立位歩行訓練は、頻用される理学療法訓練の一つである。ただ平行棒は数メートルしかなく、先端まで歩行すると、その場で方向転換し、Uターンする必要が生じる。しかし障害者の多くは、回転動作に非常に難渋し、その回転動作のために疲れ十分な歩行訓練ができないことが多い。また回転動作時に、易転倒性

が高くなり、時に転倒事例も報告されている。

今回、平行棒の両端（始点・終点）に、平行棒付き回転盤が備わった平行棒を作成する。それにより平行棒内の歩行訓練が、安全に容易に、十分行えると予測し検証する。

3. 研究の方法

<研究の年次計画の概略>

平成24年度（前半）：手動式の「平行棒付き回転盤」を試作して、精度・耐久性・安定性・安全性を検討し、問題点を探り、機器に修正を加える。

平成24年度（後半）：前半に作成した機器を、電動式に改良し、前期と同様に、精度・耐久性・安定性・安全性を検討し、問題点を探り、機器に修正を加える。

平成25年度：臨床の現場で試作器を利用して、その有用性をこれまでのものと比較する。その手法として、従来型の平行棒使用時と本機器利用時の健常者並びに障害者の筋電図・心拍数をモニターする。また使用した際の感想を、理学療法士と障害者の調査を行う。

<具体的概略>

平成24年度：手動式の「平行棒付き回転盤」を試作して、上下動作のスムーズさ・回転盤の精度・耐久性・安定性・安全性を検討し、問題点を探り、機器に修正を加える。

【精度・耐久性・安定性・安全性の検討方法】

【手動機器の改良・開発とその性能、動作、精度、耐久性、安全性の検証】

下記の課題を解決し、有用な「移乗介助機器」を開発し、性能、動作、精度、耐久性、安全性についての検証を行う。

（1）回転盤と既製の平行棒との安全な一体化。

今回取り付ける回転盤と既製の平行棒との安全な一体化を図る。回転した際に、手を挟むことがないように安全性を確保する。

（2）回転盤から出た平行棒の強度確保（頻繁に利用しても壊れない強度・構造の構築）回転盤とそこに連結された「平行棒」との接合部の強度を確保する。

（3）回転盤の薄型化

回転盤の厚さは、既製の平行棒のベースの厚さになるべく近くなるよう薄く作成する。

（4）障害者が転倒しない安全な回転制御システムの開発

最終的に回転盤に「こけし」等を置いても倒れない様な、緩やかでしなやかな動きが求められる。

（5）回転盤の耐久性調査

電動式の回転盤を150,000回回転させて、問題が生じないか検討する。

（1名が10回使用したとして、1日50名の患者で、300日使用して10年の耐久力を担保する）

（6）移乗介助時の待ち時間の短縮

現在の回転盤が180度回転するのに要する

時間は、17.2秒である。この時間は、理学療法士のユーザーにとってみれば、「待ち時間」に相当することになる。そこで安全な回転時間と待ち時間として受容できる時間を調査し、回転速度を設定する。

平成25年度：臨床の現場で利用して、その有用性をこれまでのものと比較する。従来型平行棒使用時と本機器利用時の健常者並びに障害者の筋電図・心拍数をモニターする。また使用した際の感想を、理学療法士と障害者に調査する。

【ユーザー調査】と【社会への発信】

(1) 開発した機器を実際に使用して、ユーザー評価を行い、有用性を調査する。

①[ユーザー調査対象者]

当院（急性期病院）の脳疾患症例（脳卒中やパーキンソン症候群等）や脊椎脊髄疾患症例のうち、自力で移乗動作ができない症例（1例）と、健常者（1例）。

②[有用性の評価内容]

介助者（理学療法士）については、1. 開発機器使用時と非使用時（従来法）の歩行訓練に要する1往復の時間測定 2. 介助時心拍数の変動 3. 介助時の腰部の筋放電量を比較すると共に、本機器使用後の感想等のアンケート調査を行う。

③健常者と障害者については、開発機器導入前と導入後の平行棒内往復歩行回数の変化や、従来の機器の歩行訓練と今回の機器を使用した歩行訓練について感想を調査する。

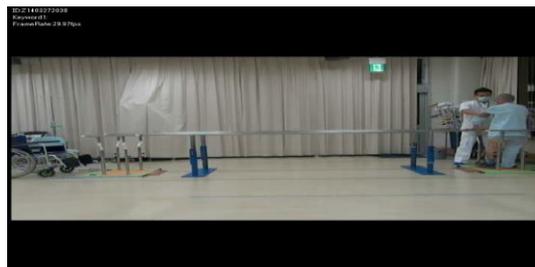
4. 研究成果

臨床の現場で利用し、その有用性をこれまでのものと比較する。従来型平行棒使用時と本機器利用時において、健常者及び障害者の筋電図・心拍数（以後HR）、血圧（以後BP）、末梢酸素飽和度（以後SpO₂）をモニターし、また使用した際の感想を、それぞれの被験者に調査した。また、被験者に対し十分に実験の内容を説明し合意を得、実施した。

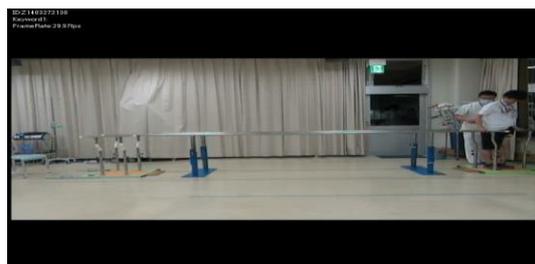
平行棒付き回転盤の有用性と安全性を評価するに当たり、健常者と方向転換困難な障害者1名ずつに従来どおりに平行棒内歩行を行った際と、平行棒の両端に平行棒付き回転盤を設置し歩行した際の筋電図と、安静時、従来どおりに平行棒内歩行を行った後、平行棒の両端に平行棒付き回転盤を設置し歩行した後のHR、BP、SpO₂を用いて評価を行った。

また、従来どおりの平行棒内歩行、平行棒付き回転盤使用時の歩行をそれぞれ2往復行い検討し、方向転換困難な障害者の歩行の際は理学療法士が必要最小限において介助を行い歩行した（図9）。回転盤使用時には被験者それぞれに対し理学療法士が回転盤を操作し方向回転を行った。（図10）筋電図測定はNIHON KOHDEN社製多チャンネルテレメーターシステムWEB-1000を使用し、筋電図解

析にはKISSEI COMTEC社製BIMUTAS-Videoを使用し行った。



(図9)

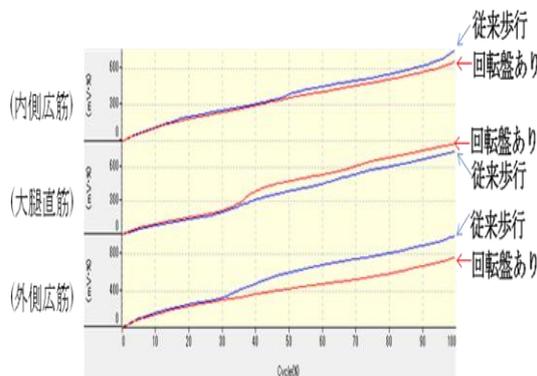


(図10)

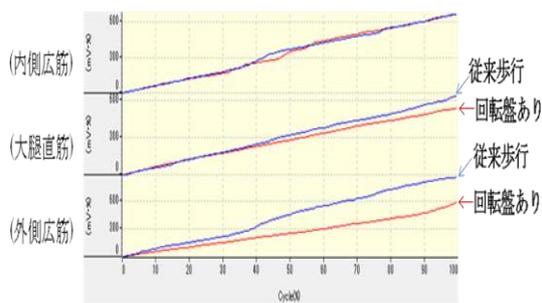
筋電図の電極添付部位は健常者、障害者共に非きき足の大腿直筋、外側広筋、内側広筋のモーターポイントに電極を添付し測定した。なお本研究は当院の倫理委員会の承認を得て行った。

筋電図の解析方法として、算出された筋電波形を正規化し積分し評価した。健常者においては従来どおりに平行棒内歩行を行った際と平行棒付き回転盤を使用し歩行した際とでは歩行時の筋電は大きな差はないが（表2）、方向回転においては外側広筋にて通常歩行と回転盤使用時では明らかに回転盤使用時に筋放電が少ないことが見出された。（表3）

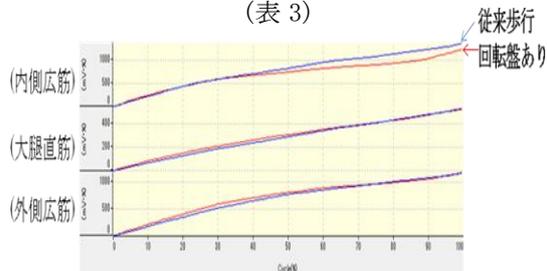
同様に障害者においても平行棒付き回転盤を使用し歩行した際は明らかな筋放電の差はないが、（表4）筋放電が減少していることが分かり、方向回転においては内側広筋、大腿直筋、外側広筋3筋ともに通常歩行と回転盤使用時では明らかに回転盤使用時に筋放電が少ないことが見出された。（表5）



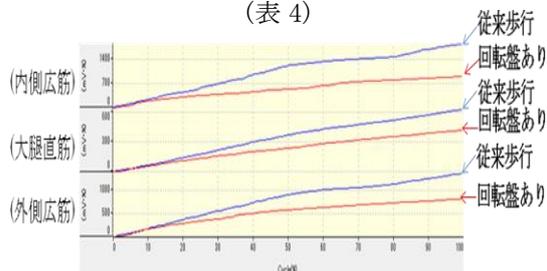
(表2)



(表 3)



(表 4)



(表 5)

次に HR、BP、SpO₂ の検討にて、健常者において安静時 HR82 拍、安静 BP132/78mmHg、安静時 SpO₂97%であった。そして、従来どおりに平行棒内歩行を行った後の HR は 92 拍、BP121/79 mmHg、SpO₂98%、平行棒の両端に平行棒付き回転盤を設置し歩行した後の HR は 88 拍、BP129/77 mmHg、SpO₂98%であった。方向転換困難な障害者において安静時 HR95 拍、安静 BP99/74 mmHg、安静時 SpO₂96%であり、従来どおりに平行棒内歩行を行った後の HR は 110 拍、BP123/70 mmHg、SpO₂95%、平行棒の両端に平行棒付き回転盤を設置し歩行した後の HR は 106 拍、BP104/68 mmHg、SpO₂96%であった。

被験者それぞれの HR において、従来どおりに平行棒内歩行を行った際と比較すると平行棒付き回転盤を使用し歩行した際は HR の上昇を抑制していた。

健常者の BP、SpO₂ においては従来どおりに平行棒内歩行を行った際と平行棒付き回転盤を使用し歩行した際とを比較すると BP においては回転盤使用時にやや血圧上昇がみられたが、安静時より BP は低下していた。SpO₂ においても従来どおりに平行棒内歩行を行った際と平行棒付き回転盤を使用し歩行した際とでは変化はなく、安静時より上昇がみられた。

障害者の BP、SpO₂ においては従来どおりに平行棒内歩行を行った際と平行棒付き回転盤を使用し歩行した際とを比較すると BP に

おいては血圧上昇抑制がみられ、SpO₂ においても低下抑制がみられた。

健常者においては筋電図、HR、BP、SpO₂ の変化結果より、健常人には回転盤を使用し歩行を行うと筋電図より明らかに筋活動は低下しており、また HR の上昇を抑制できていたにもかかわらず BP が上昇していた理由として、回転盤を使用して回転することに心理的要因が示唆される。SpO₂ においては従来どおりに平行棒内歩行を行った際と平行棒付き回転盤を使用し歩行した際のどちらにおいても労を要せず方向転換ができていたためと考える。

障害者において筋電図、HR、BP、SpO₂ の変化結果より、回転盤使用時は、従来どおりに平行棒内歩行を行った際に比べ筋放電は低下し、HR、BP の上昇を抑制でき、SpO₂ の低下抑制ができていた。HR、BP の上昇を抑制できた要因として、従来の方向転換より、回転盤を使用することにより安心して方向回転が可能であったことが上昇抑制に働いたのではないかと考える。SpO₂ の低下抑制ができた理由として、従来の方法での方向転換では恐怖感より、無意識下で呼吸を止めてしまっていたからではないかと考える。

従来どおりに平行棒内歩行を行った際と平行棒付き回転盤を使用し歩行した際のそれぞれ 2 往復行った歩行時間は健常人において、従来の平行棒内歩行では 30.6 秒、回転盤使用時 41.5 秒、障害者における従来の平行棒内歩行は 58.1 秒、回転盤使用時 71.2 秒であり、被験者両群において回転盤使用時歩行時間が延長する結果であった。

最後に被験者それぞれの意見として「安心して方向転換ができる。」「安心感がある。」とのことであった。また障害者の歩行時介助を行った介助者の意見も同様に「転倒のリスクも少なく安全に方向転換ができる。」とのことであった。

今回、方向転換困難障害者において平行棒付き回転盤を使用することによってリスクを軽減し、安心して方向転換が行える可能性が見出されたが、今後さらなる方向転換困難者のデータ収集を行い平行棒付き回転盤の有用性を追求していく予定である。

5. 研究組織

(1) 研究代表者

上野 将之 (UENO, MASAYUKI)
高知大学・医学部附属病院・理学療法士
研究者番号：80626177

(2) 研究分担者

石田 健司 (ISHIDA, KENJI)
高知大学・教育研究部医療学系・准教授
研究者番号：10274367