

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 29 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350674

研究課題名(和文) 障がい児・者の平衡機能を促進するリハビリテーション機器の開発

研究課題名(英文) Development of rehabilitation device to facilitate equilibrium reaction for disabled people

研究代表者

米津 亮 (Yonetsu, Ryo)

大阪府立大学・総合リハビリテーション学研究科・准教授

研究者番号：50363859

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、障がい児・者の詳細な運動解析から平衡機能を高めることができるリハビリテーション機器を試作し、その有効性を検討することである。今回、試作したリハビリテーション機器は座位で実施できる点で安全性が担保されている。試作したリハビリテーション機器を使用した障がい者の筋活動を賦活し、姿勢改善を導引する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to produce a new rehabilitation prototype device which could facilitate equilibrium reactions and to assess kinetic and kinematic data on sitting position following one session in people with disabilities. The characteristic of this prototype device is to use sitting position. By using this device, electromyography was increased in people with disabilities. This finding suggests that our produced device could improve their equilibrium reaction and posture.

研究分野：リハビリテーション医工学

キーワード：障がい児・者 リハビリテーション機器 平衡反応

1. 研究開始当初の背景

平衡機能が正常に作用しなくなったヒトは、座位や立位・歩行などの基本動作の遂行が困難となり、活動の参加が制約される。それ故に、障がい児・者へのリハビリテーションでは、平衡機能を高め、基本動作の習得を支援することが重要である。障がい児・者の平衡機能を回復させる手段として、療法士による個別のリハビリテーション介入が最も有効であるが、この介入は一日に限られた時間しか提供できず、平衡機能を回復させる量的な担保が課題である。このような観点から、障がい児・者自身が自ら身体のバランスを強化できるリハビリテーション機器（以下、リハビリ機器と略す）の導入は、有効な解決策として期待される。

しかし、既存のリハビリ機器の多くは立位姿勢で行われるが、障がい児・者はバランス喪失時に正常な姿勢制御機構が発揮されにくく、異常な定型化した運動でしか対応できないという問題がある。そのため、立位姿勢でのリハビリ機器を用いてのトレーニングは、障がい児・者の転倒と隣り合わせの状況であり、安全性や有効性に課題がある。このような現状から、より多くの障がい児・者に導入できる新たなリハビリ機器の開発が望まれる。

2. 研究の目的

本研究の最終目標は、障がい児・者の安全性を確保しながら、平衡機能を高めることができるリハビリ機器を開発することである。そこで、本研究では障がい児・者の詳細な運動解析から平衡機能を高めることができるリハビリ機器を試作し、その有効性を検討することが目的である。

3. 研究の方法

本研究を実施するに当たり、大阪府立大学総合リハビリテーション学類研究倫理委員会からの承諾を得て（承認番号 2013-107）、被験者には書面による同意を得たうえで実施した。

(1) 健常成人男性 3 名に被験者とした。被験者には、下腿長とほぼ同じ高さの椅子を用意し、下腿部と床面が垂直になるよう座位を保持させた。体幹はできるだけ垂直位に保った状態と障がい児・者を模した状態を想定した姿勢の 2 条件で、両上肢を前方に床面に水平に拳上させた状態を初期位置とした。初期位置での肩峰の位置から目標までのリーチ距離 l を設定した。リーチ距離 l まで、両上肢は水平に維持した状態で、体を前に倒してもらった。このような運動を、ワイヤレス筋電計 (MQ-Air: キッセイコムテック社製) と三次元解析装置 (kinema tracer: キッセイコムテック社製)、および床反力計 (TF-3040-A: テック技販製) を用いて記録し

た。表面筋電図 (1000Hz) の電極は特に抗重筋に着目して、脊柱起立筋、外側腓腹筋、ヒラメ筋の 3 筋に貼付した。三次元動作解析には、4 台のカメラ (30Hz) を被験者の両側斜前方および側方に設置した。床反力計 (100Hz) は 2 枚使用し、1 枚は椅子の下にもう 1 枚は両足部の下に設置した。

そして、実験で得られた関節角度、関節角速度などの人間の挙動を剛体リンクモデルに代入し逆ダイナミクスによって関節モーメントを算出した。この時、床反力計を考慮した関節モーメントを算出した。そして、得られた関節モーメントと実験で得られた各部の挙動を筋骨格モデルに代入し、相対的筋負担度 (RML; Relative Muscle Load) の算出を行った。

(2) 研究 (1) の結果を基に、試作しようとするリハビリ機器の設計を行った。そして、試作したリハビリ機器の効果を検証するため、機器無しと有りの実験を行った。被験者は健常者 1 名と障がい者 2 名の計 3 名とした。運動課題および記録方法は研究 (1) と同様とし、主に EMG のデータを基に機器の効果を判定した。

4. 研究成果

(1) 今回実施した実験を図 1 に示す。また、実線のデータが EMG を表し、破線のデータは体幹の角度を表している。破線のデータは山の部分で目標位置に到達し、谷の部分で初期位置付近に戻っている状態を示している。今回の実験からリーチ運動での抗重力筋の活動を得ることができた。

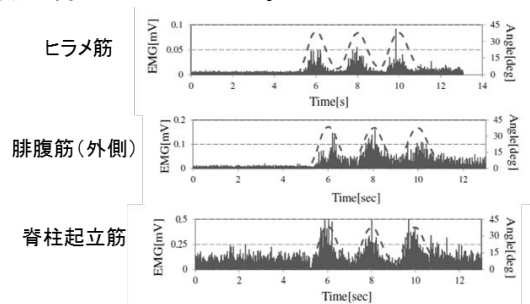


図1 リーチ運動中の筋電図と体幹前掲角度

そして、これら 3 筋に対する RML と実験で得られた EMG を図 2 に示す。腓腹筋の RML は、EMG がリーチ運動に合わせて活動が大きくなっていくにもかかわらず活動していないように見える。ここで、腓腹筋の EMG の値を脊柱起立筋とヒラメ筋と比べると約 1/4 程度しかなく活動が小さいが、RML の結果に問題がないと判断した。また、本研究の筋骨格モデルは全体のエネルギーから考えている。そのため、これら 2 つの筋肉が、妥当な結果を得ていることから、他の筋肉についてもある程度の信頼性があると考えた。

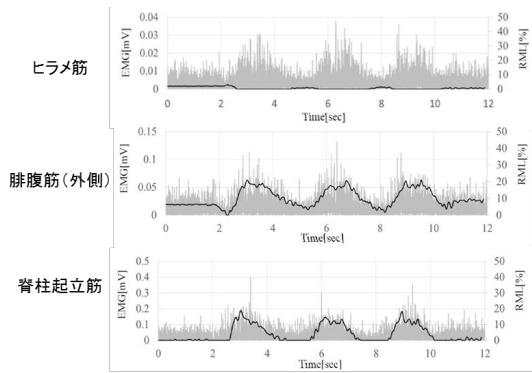


図2 リーチ運動中の相対的筋負担度(黒実線)

しかし、障がい児・者を模し上体を屈曲させた姿勢での動作では、特に脊柱起立筋でのEMGとRMLの筋活動量に差が大きく、筋骨格モデルの構築に支障があると判断した。

(2)障がい児・者でより正常な座位での筋活動を生じさせるために、写真1に示すリハビリ機器を試作した。その構造は、大きく分けて固定部とその固定部に対して回転できる可動部からなる。被験者の体は固定部の内側に置かれ、可動部は上体を支える形となっている。

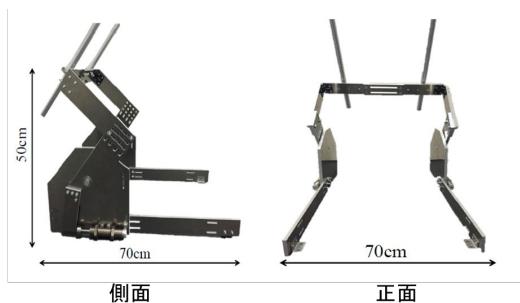


写真1 平衡機能を促進するリハビリテーション機器(プロトタイプ)

このリハビリ機器の使用イメージを図3に示す。リーチ運動を始め目標物に到達するまでは可動部は上体をあまり支えない。一方、目標物到達後スタート位置に戻る際は可動部の下側にある突起部がダンパーを押し込むことで反発力が働き、被験者に負荷がかかる仕組みとなっている。目標物到達前は突起がダンパーと離れる方向に動くので、反発力は働かない。

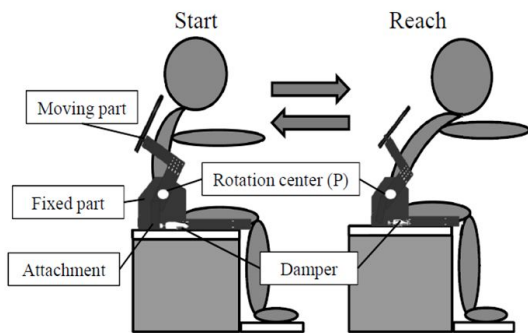


図3 プロトタイプ機の使用イメージ

健常者で使用した際、不具合なく稼動し、

また安全に使用できたため本研究での実験ではこの試作機を使用することにした。

図4に、障がい者2名における試作リハビリ機器の使用の有無における筋活動の変化を示す。その結果、障がい者Aにおいては、使用に伴い波形の谷の部分と比較すると筋電位が少し上昇していることが分かる。このことより、試作機はリーチ運動中において、脊柱起立筋の筋活動の最大値に影響は与えなかったが、全体的な筋活動量は若干増やすことが出来たと考えられる。一方、障がい者Bでは、試作器の使用により、目標物に到達するどのタイミングでもピークの大きさはおおそ同じとなった。すなわち、試作機によって脊柱起立筋の平均筋活動量が増加したことが分かる。

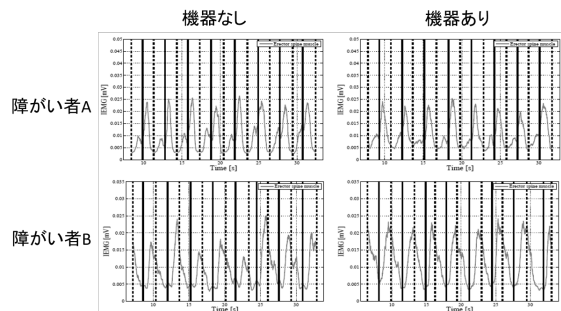


図4 障がい者2名における試作リハビリテーション機器の有無における筋活動(脊柱起立筋)

このような結果より、本研究に参加した2名の障がい者にとっては、ある一定度のバランス機能を補完する筋活動が観察された。このことは、我々が試作したリハビリ機器により障がい児・者の異常な姿勢の改善に寄与することを示唆する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計10件)

新 慎之介、新谷篤彦、中川智皓、米津亮、伊藤智博・肢体不自由者が座位で安全に使用できるリハビリテーション装置の試作及び評価．日本機械学会関西支部第92期定時総会講演会．2017年3月13日．「大阪大学吹田キャンパス(大阪府・吹田市)」

新 慎之介、新谷篤彦、中川智皓、米津亮、伊藤智博・座位姿勢でのリハビリテーション機器使用による障がい者の筋活動や床反力への影響．日本機械学会スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス2016．2016年11月9日．「山形テルサ(山形県・山形市)」

新 慎之介、新谷篤彦、中川智皓、米津亮、伊藤智博・障がい者の座位姿勢の改善を目的としたリハビリテーション装置の作製．LIFE 2016.2016年9月6日．「東北大学青葉山キャンパス(宮城県・仙台市)」

新 慎之介、新谷篤彦、中川智皓、米津

亮、伊藤智博．障がい者の骨盤後傾を伴う座位姿勢を改善するリハビリテーション機器の効果検証．日本機械学会 2016 年度年次大会．2016 年 9 月 13 日．「九州大学 伊都キャンパス（福岡県・福岡市）」
新 慎之介、新谷篤彦、中川智皓、米津亮、伊藤智博．リーチ運動による座位姿勢の骨盤後傾を改善する装置の検討．日本機械学会関西支部第 91 期定時総会講演会．2016 年 3 月 11 日．「大阪電気通信大学 寝屋川キャンパス（大阪府・寝屋川市）」
新 慎之介、新谷篤彦、中川智皓、米津亮、伊藤智博．健常者によるリーチ動作における姿勢の違いが筋活動や床反力に及ぼす影響．日本機械学会 2015 年度年次大会．2015 年 9 月 15 日．「北海道大学（北海道・札幌市）」
新 慎之介、新谷篤彦、中川智皓、米津亮、伊藤智博．健常者によるリーチ運動における姿勢の違いが筋活動などに及ぼす影響．日本機械学会関西学生会平成 26 年度学生卒業研究発表講演会．2015 年 3 月 14 日．「京都大学桂キャンパス（京都府・京都市）」
Nonaka K、Yonetsu R、Taniguchi F、Ueno S、Shintani A、Nakagawa C、Kataoka M、Ito T．A preliminary study of the trunk position on strategies for lower limb function during forward reaching movements．The XX Congress of the international Society of Electrophysiology and kinesiology．2014 年 7 月 16 日．「Roma(Italy)」
上野翔平、新谷篤彦、中川智皓、米津亮、伊藤智博．リーチ運動における運動条件の違いが筋活動に及ぼす影響．日本機械学会関西支部第 89 期定時総会講演会．2014 年 3 月 19 日．「大阪府立大学 中百舌鳥キャンパス（大阪府・堺市）」
上野翔平、新谷篤彦、中川智皓、米津亮、伊藤智博．在姿勢でのリハビリテーションにおける筋肉への負担に関する力学的基礎検討．日本機械学会 2013 年度年次大会．2013 年 9 月 11 日．「岡山大学津島キャンパス（岡山県・岡山市）」

〔その他〕

ホームページ等：無

6．研究組織

(1)研究代表者

米津 亮 (YONETSU、 Ryo)
大阪府立大学・総合リハビリテーション学
研究科・准教授
研究者番号：50363859

(2)研究分担者

野中 紘士 (NONAKA、 Koji)
大阪府立大学・総合リハビリテーション学
研究科・助教

研究者番号：00565327

片岡 正教 (KATAOKA、 Masataka)
大阪府立大学・総合リハビリテーション学
研究科・助教
研究者番号：60611910

中川 智皓 (NAKAGAWA、 Chihiro)
大阪府立大学・工学（系）研究科・助教
研究者番号：70582336

新谷 篤彦 (SHINTANI、 Atsuhiko)
大阪府立大学・工学（系）研究科・准教授
研究者番号：90295725