

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K10883

研究課題名（和文）視覚障害者の運動機能の特徴とバイオフィードバックを用いたトレーニングに関する研究

研究課題名（英文）Research on motor function characteristics of visually impaired people and training using biofeedback

研究代表者

井口 正樹（Iguchi, Masaki）

筑波技術大学・保健科学部・准教授

研究者番号：20637087

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究は「視覚障害者の運動機能の特徴とバイオフィードバックを用いたトレーニングに関する研究」という課題名で行われた。視覚と運動は密接に関連していることから、本研究では垂直跳びに注目し、先天性全盲者の動作の特徴を明らかにした。全盲者は動作速度が同年齢の晴眼者と比較して遅いことが明らかとなった。

加速度などの身体の状態変化を音に変換し、それを手掛かりにより効率よく全盲者が運動できるようにするための基礎的な情報が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、視覚と運動の関係をより明らかにしたことである。視覚は静止立位などのバランス機能に必要な情報源の一つであるため、視覚障害者のバランス機能を調査した研究は一定数、存在するが、本研究のように主に俊敏性が要求される動作での研究は数少ない。

一方、社会的意義は視覚障害者のスポーツ参加率向上や成績向上が期待できることである。最終的には視覚障害者のQOL向上につながることを期待できる。

研究成果の概要（英文）：This research was conducted under the title of ``Research on the characteristics of motor function of visually impaired people and training using biofeedback.``

Since vision and movement are closely related, this study focused on vertical jump and clarified the movement characteristics of congenitally blind people. It became clear that the movement speed of blind people was slower than that of sighted people of the same age.

Basic information necessary to convert changes in the body's state such as acceleration into sound was obtained, and this will lead to an establishment of more efficient training method for blind people. , and use these as cues to help blind people move more efficiently.

研究分野：運動制御

キーワード：視覚障害 垂直跳び

1．研究開始当初の背景

本研究の開始当初は、視覚障害者の運動機能の特徴を明らかにすべく、研究デザインを研究計画に沿って実現可能なものに近づけていた。視覚と運動は密接に関連していることから、視覚障害者の運動機能を晴眼者と比較する研究は一定数、存在するが、視覚が重要な情報源の一つとなるバランス能力に注目している研究が多い。広義での運動機能にはバランス能力以外にも筋力や柔軟性など様々な側面が含まれるが、これらの側面に注目している研究は少ないように思われる。特に本研究で注目した一度、その場でしゃがみ込む反動動作ののちに垂直跳びを行う反動動作ありその場垂直飛びで要求される運動機能は下肢の筋力や俊敏性のみならず、下肢関節の協調性なども含まれる比較的複雑な運動であるため、全盲者の反動動作ありその場垂直跳びの動作を晴眼者のそれと比較することで興味深い結果が得られるのではないかと考えた。

新たな運動の学習やパフォーマンスの改善に、フィードバックが有効とされている。特に関節角度や身体加速度などの身体の状態をセンサで捉え、それをグラフや音に変換し運動学習者にフィードバックする、バイオフィードバックが運動学習において有効と言われている。全盲者に対して聴覚によるバイオフィードバックを用いて運動パフォーマンスを改善した報告も見受けられるが、全盲者を対象として本研究で注目した垂直跳びに聴覚バイオフィードバックを用いた研究は研究代表者の知る限り存在しない。

2．研究の目的

本研究の目的は、1．全盲者と晴眼者の反動動作ありその場垂直跳び動作を比較することで、全盲者の動作の特徴を明らかにすることと、2．もし晴眼者と比較して劣っている側面が明らかとなった場合は、それを改善するために聴覚バイオフィードバックが活用できないかを検討することであった。

3．研究の方法

目的 1

a.被験者：3名の先天性全盲者と10名の晴眼者であった。どちらのグループも20歳代前半で全盲者グループでは視覚のみに障害が、そして晴眼者グループでは特に障害は存在しない健康者であった。

b.データ収集方法：運動力学的データを床反力計で、運動学的データをモーションキャプチャシステムで計測した。加えて、運動習慣に関する質問書の回答も得た。

c.データ収集手順：準備運動（3分間の負荷なしでのエアロバイクと下肢の動的ストレッチ）を行った後に、運動学的データ測定のための反射マーカーを被験者の身体に付けた。練習として、床反力計の上で4から6回の反動動作ありその場垂直跳びを、軽い努力で行った。その後、最大努力で4から6回、垂直跳びを行い、垂直跳び動作の前のしゃがみ込む反動動作の深さの平均を求めた。続いて、この平均の反動動作の深さよりも意図的により深く、より浅く、あるいは自身の好みの深さで反動動作を行うように指示した。

d.データ分析・統計処理：自身が好む反動動作の深さが本当に適切か（最も高いジャンプ高さにつながるか）を明らかにするために、反動動作深さとジャンプ高さに対して2次多項式回帰による最良適合曲線を用いた。サンプルサイズが小さいため、ある変数の群間差の検討では、全盲者全員が晴眼者の平均の2標準偏差外となった場合に、「群間差あり」と判断した。

e.結果：質問書の回答によると全盲者グループと晴眼者グループでは運動習慣に大きな差は見つからなかった。垂直跳びは比較的速行そのものは単純であるため、全盲者含め、全被験者が安全に問題なく垂直跳びを行うことができた。自身の好みの反動動作深さが、適切な反動動作深さではないという結果は、どちらのグループでも見つからなかった。ジャンプ高さは絶対値でも身長で正規化しても、群間差はなかった。反動動作中の身体重心最大速度は、全盲者グループでは、晴眼者グループと比較して、遅かった。

目的 2

a.音に変換する変数の検討：上記より、全盲者は動作速度が晴眼者と比較して遅いことが明らかとなった。動作速度を速くするために聴覚バイオフィードバックを用いる場合、直接的に加速度センサを用いることができるが、そのほかに、膝の関節角度の変化を電子角度計を用いて計測したり、または床反力計で床反力を計測することもできる。

b.システム開発：上記を踏まえ、どの変数を音に変換するのが最も良いかを、全盲者の協力のもと、検討中である。現在、主に加速度センサを用いることで良い結果が得られそうである。

4．研究成果

本研究の成果は、1．全盲者の反動動作ありその場垂直跳び動作は、動作、特に反動動作で速度が遅いことを明らかにできた、そして、2．聴覚バイオフィードバックが、上記の問題改善に活用できる可能性があることが明らかとなったことである。

1 については、まず、垂直跳びのジャンプ高さは、跳び始めたときの初速度によって決まることが良く知られている。そして、その初速度は下肢進展に伴って起こる床をどれだけ力強く押せたか（床反力の正の力積）に依存する。反動動作ありの垂直跳びは反動動作を伴わないスクワット肢位からの垂直跳びであるスクワットジャンプよりも、高く跳べる。これは反動動作あり垂直跳びはスクワットジャンプと比較して、床反力の正の力積がより大きいためであり、この正の力積の大きさは反動動作中の下肢の屈曲に伴って起こる負の力積の大きさと正比例する。全盲者では動作速度、特に反動動作中の動作速度が晴眼者と比較して遅かったため、反動動作の利点を十分に生かせなかったものと思われる。反動動作はしゃがみ込む動作である。全盲者にとっては、日常生活でしゃがみ込むことで顔面を何かにぶつける恐れがあるので、常に注意を必要とする動作である。そのため、実験では練習を何回も行い、危険がないことを確認できたにもかかわらず、苦手であった可能性がある。理想的には、日常生活では常に怪我に注意しながらも、運動時には必要に応じて勢いよく動くことも要求されるので、運動時と日常生活で切り替えられることが望ましいが、本研究の結果からはこの切り替えが全盲者にとっては難しいようである。

2 については、動作速度を向上させるには繰り返しの練習が欠かせないと思われる。その際に、聴覚バイオフィードバックがあることで、練習の成果をより確実に実感できることが考えられる。加速度センサは軽量で身体への貼付も容易であるため、角度計や床反力計などよりは、好都合であると思われる。垂直跳びの1試行は短時間で終了するため、聴覚バイオフィードバックに大きな遅延が存在すると、実際の動作とのずれとして認識され、違和感を引き起こす。しかしながら、ほぼ違和感の感じられない程度には遅延を小さくすることは可能であった。今後もこの聴覚バイオフィードバックを用いて練習を行えるよう、進めていく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Iguchi Masaki、Nozu Shojiro、Sakuma Toru	4. 巻 -
2. 論文標題 Kinetic and Kinematic Analyses of Countermovement Jump in a Small Sample of Individuals with Congenital Vision Loss	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Perceptual and Motor Skills	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/00315125211073024	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件／うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Masaki Iguchi, Shojiro Nozu, Toru Sakuma, Richard K. Shields
2. 発表標題 Countermovement Jump of Blind and Sighted Individuals
3. 学会等名 2020 ISEK Virtual Congress（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井口正樹
2. 発表標題 Countermovement jump of blind and sighted individuals
3. 学会等名 2020 International Society of Electrophysiology & Kinesiology (ISEK) Congress（国際学会）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------