

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：34104

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01608

研究課題名(和文) 脳性まひ者における体重免荷運動がおよぼす身体運動とフィットネスの効果に関する研究

研究課題名(英文) Effects of the Body Weight Support Movement on Motion and Fitness in Cerebral Palsy patients.

研究代表者

多田 智美 (Tada, Satomi)

鈴鹿医療科学大学・保健衛生学部・助教

研究者番号：70746007

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、弾性体による四方向吊り上げ式体重免荷装置による運動が、人の動きにどのような影響を及ぼすかを明らかにし、特に脳性まひ者の新しい運動療法としての可能性を探ることを目的としている。弾性体による体重免荷運動は、健常者において安定性と運動性を与えることが可能であると考えられ、免荷運動中に股関節屈曲モーメントが減衰し、伸展運動を促す可能性があることが明らかになった。また、クラウチング歩行を示す脳性麻痺者においては、体重免荷運動中に股・膝関節の屈曲関節モーメントが減少する可能性がみとめられた。

研究成果の概要(英文)：In this study, we examine the effect of a new therapeutic device that uses stretchable suspension to support the body weight, and contributes to new exercise for cerebral palsy patients. The stretchable suspension spring used in this study provided the movement that supplemented the stability and mobility of the patient, the hip joint was able to expand with the flexor moment of the hip decreased, and the extension angle of the hip joint was improved. The exercise with the body weight supported using stretchable suspension could decrease the flexion moment of the hip and knee joints in the crouch knee gait of a cerebral palsy patient.

研究分野：複合領域 健康・スポーツ科学

キーワード：四方向吊り上げ 体重免荷運動 弾性体 関節モーメント 脳性まひ

1. 研究開始当初の背景

(1)脳性まひ者における加齢と運動機能の低下

脳性まひは、脳の形成期から発育期の脳障害に起因した姿勢と運動の障害であり、日常生活上の活動制限により心身機能が退行するなどの廃用性症候群が二次障害の発現に大きく関与し、日常的に低活動な状態になると考えられる。実際に、歩行ができる脳性まひ児者でも持久性を高めるための運動時間の不足が指摘されており、特に成人期では運動不足に拍車がかかり心身機能低下が著しい。日本脳性まひの外科研究会では2011年に全国規模で脳性まひ者の健康調査を実施し、痙直型GMFCSレベルⅠ・Ⅱであっても50歳代になると二人に一人の割合で歩行が難しいと報告している。また、40歳以下のアンケート調査では、移動能力のピークは16歳から20歳で、20歳代から機能の低下を感じている人が一番多く、特にGMFCSレベルⅢでは、機能低下している割合が多いということが報告されている。移動能力の低下に関するエピソードでは、体重増加、拘縮の進行、身長伸び、筋力低下、関節痛などとともに、リハビリテーションの機会や支援の減少も理由として考えられるといわれている。

(2)体重免荷による脳性まひ児者の運動療法の可能性

一方、脊髄損傷などの疾病においては、立位の自立が難しい四肢麻痺患者でも、1992年のWernigの報告以来、体重免荷トレッドミル歩行トレーニング（Body weight support treadmill training：BWSTT）が数多く実施されるようになった。本邦でも脳卒中治療ガイドライン2009において、BWSTTは推奨グレードBで中枢神経障害患者の歩行障害に対する治療として、非常に注目を集めている。しかし、脳性まひ者に関するBWSTT実施による報

告は、散見されるにとどまっている。これは、従来のBWSTTは上方から吊り上げてトレッドミルで歩行することに動きが限定されるため、下肢の左右分離性が低くトレッドミル歩行に適応できない脳性まひ児者では実施が困難であることが考えられる。また、BWSTTは装置が高額で大掛かりなため、脳性まひ児が日常的に指導を受けているすべての医療・療育機関での設置が本邦においては難しく、トレッドミル歩行トレーニングは脳性まひガイドラインにおいてグレードBで推奨はされているが研究レベルにとどまり、その指導が日常的に普及していないのではないかと考えた。

そこで、近年日本に紹介された四方から弾性体により吊り上げる体重免荷運動補助装置(The Spider、日本ではユニバーサルフレームとして(株)アシストが販売)による運動療法の可能性を探ることにした。ユニバーサルフレームはBWSTTに比べて安価であり、脳性まひ以外の症例の運動療法にも発展が期待され、近年普及が進んでいる運動支援機器である。弾性体による四方向吊り上げ式体重免荷運動は下肢の左右分離性が低い脳性まひ児者においても比較的容易に運動が可能であることから、その効果を解明することで分離運動の難しい脳性まひ児者の新しい運動療法の開発に寄与する可能性があるとして大いに期待されるものである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、弾性体による四方向吊り上げ式体重免荷装置による運動が、脳性まひ者の動きにどのような影響を及ぼすかを明らかにし、脳性まひ者の新しい運動療法として開発につなげる基礎的な資料を収集することにある。弾性体による四方向吊り上げ式体重免荷運動が生体に与える影響を評価するため、まずは健常成人において体重免荷運動による効果の検証を行う。つ

いで脳性まひ者における運動による効果を明らかにし、運動により心肺機能にどのような影響を与えるかを解明することが目的である。

3. 研究の方法

(1)弾性体による四方向吊り上げ体重免荷運動の有無による健常成人の関節角度と関節モーメントの検証(即時効果)

神経学的疾患を有さない大学生 7 名(男性 3 名、女性 4 名:21.0 歳±1.15 歳)にて、四方向吊り上げ式体重免荷装置を用いて 20%体重免荷ありと、装置を活用しない体重免荷なしに設定し、交互に前後方向へ足を入れ替えるステップに **Bent Knee** を組み合わせた複合運動を両脚 250 回の 16 分 40 秒間行った。0%免荷運動 (**Full body weight-movement**: 以下 **FBW** 運動) と 20%体重免荷運動 (**20% body weight support-movement**: 以下 **20%BWS** 運動) で運動を実施し比較した。身体の吊上げには、吊上げワイヤーに特注のバネ(沢根スプリング社製:バネ係数 **0.97kgf/cm**)を使用し、張力アタッチメント(竹井機器工業 **100kg** 用、**A/D** コンバータ **T.K.K.5728**)を取り付けて、バネにかかる張力を測定した。運動前後の他動的関節可動域、10m 歩行、閉眼片脚立位時間の測定を行った。またステップの右脚が前方にある状態で離床するところから後方での支持脚を経過し元に戻し離床するまでを一ステップとして、**10points maker methods** で肩峰中央・大転子・大腿骨外側上顆・足関節外果・第 5 中足骨頭にマーカーを張り、サンプリング周波数 **120Hz** にて三次元動作解析装置 (**VICON** 社:**VICON612**)と床反力計 (**AMTI:OR6-6**)で計測した空間座標と床反力から関節角度、関節モーメント、重心の上下移動距離、関節モーメントの減衰率を算出して、**FBW** 比較を行った。

(2) 弾性体による四方向吊り上げ体重免荷

運動の有無による脳性まひ者の関節角度と関節モーメントの検証(即時効果と継時効果)

対象は痙直型両麻痺の男性(20 代、**GMFCS II**)。日常的移動能力は独歩で階段昇降は手すりを用いて可能であった。歩容は、歩行時に左右への体幹動揺があり、両脚支持期が延長し、立脚期に股・膝関節の完全伸展は不可であった。健常者と同様の条件で運動を実施し測定を行い比較した。また、免荷運動前後の歩行の三次元動作解析も行った。加えて、免荷運動は 1 回/2 週に頻度で合計 4 回運動を実施し、継時的な効果についても検証した。

4. 研究成果

(1) 体重免荷運動における健常者の股・膝関節の関節角度と関節モーメントの検証

FBW 運動と **20%BWS** 運動とそれぞれの運動の前後で比較を行った。運動前後の他動的関節可動域は、**FBW** 運動と **20%BWS** 運動の間では差はなかった。**FBW** 運動では運動前後で右股関節 **SLR** 外転、足関節底屈、左股関節屈曲外転の改善が認められ、**20%BWS** 運動では運動前後で右股関節 **SLR** 屈曲、左股関節 **SLR** の改善が認められた。

運動中では、立脚期においては免荷のあるなしに関わらず股・膝関節が同程度屈曲、この時に **FBW** 運動では股関節屈曲モーメントと膝関節伸展モーメントを示したが、**20%BWS** 運動ではそれぞれが減衰した。また後方ステップでは、**20%BWS** 運動では、股関節伸展モーメントが減少し、股関節の伸展角度の増加傾向が認められた。これらより、**FBW** 運動と **20%BWS** 運動では、運動前後では他動的関節可動域に差はないが、**20%BWS** 運動では股関節屈曲モーメントが減衰し股関節の伸展方向への運動を促す効果が期待された。

また、**20%BWS** 運動前後でバネにかか

る張力を比較すると、四方向すべての懸垂弾性体にかかる張力が運動前に比して運動後には減少した。また運動中に関しても懸垂弾性体の張力は、運動前半に比べて運動後半で四方向ともに平均値が減少する傾向が見られた。これらより、懸垂に弾性体を使用することで懸垂体に運動依存が起こることはなく、三次元解析で示唆された伸展方向への関節運動が即時効果として得られる可能性が示唆された。

(2) 体重免荷運動における脳性まひ者の股・膝関節の関節角度と関節モーメントの検討

後方ステップと **Bent Knee** 複合運動では、運動中の可動範囲を比較すると、FBW運動に比べて20%BWS運動において、健常者では股関節可動範囲は15°減少しているのに対して、脳性まひ者では25°増加、膝関節可動範囲は健常者が5°増加しているのに対して脳性まひ者では10°増加した。この時の股・膝関節の屈曲関節モーメントが小さかったことから、脳性まひ者では、弾性体のサポートによる運動では、関節モーメントを減衰し関節可動範囲を広げていく可能性を示唆した。またBWS運動後は運動前に比べると、歩行において、立脚期の股関節伸展モーメントが増加するとともに立脚後期には股関節伸展可動域の拡大が見られた。また立脚中期の膝関節屈曲角度は減少した。また、20%BWS運動を1回/2週、4回を1クールとして実施した結果、片脚立位保持時間が延長し、10m歩行は短縮が見られ、立位保持や歩行能力において継時的な成果も期待がされた。

ただし、症例数としては少なく、結果を統計的な処理を行うには至っておらず、今後症例を増やして検討を重ねることが課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

[学会発表] (計5件)

- 1) 多田智美, 畠中泰彦, 齋藤恒一, 山口和輝: 体重の部分免荷運動が座位に与える影響についての一考察～重度痙直型四肢麻痺者の座圧の測定より～: 第40回日本重症心身障害学会: 2015年
- 2) 多田智美, 畠中泰彦, 齋藤恒一, 山口和輝: 四方向懸垂による体重部分免荷運動が下肢関節に与える影響—健常成人での検討—: 第53回日本リハビリテーション医学会: 2016年
- 3) 多田智美: 学齢期の支援と連携を考える ～運動障害を中心に～: 第32回東海北陸理学療法士学術大会: 2016
- 4) Tada S, Hatanaka Y, Saitou K, Yamaguchi K: Effects of body weight support exercise by Spider therapy on the walking of a cerebral palsy patient: Gait and Clinical Movement Analysis Society 2017: 2017年
- 5) 多田智美, 畠中泰彦, 齋藤恒一, 山口和輝: 弾性体での四方向懸垂体重免荷トレーニングにおける後方ステップ運動の効果

6. 研究組織

(1) 研究代表者

多田 智美(TADA, Satomi)

鈴鹿医療科学大学・保健衛生学部理学療法学科・助教

研究者番号: 70746007

(2) 研究分担者

畠中 泰彦(HATANAKA, Yasuhiko)

鈴鹿医療科学大学・保健衛生学部理学療法学科・教授

研究者番号: 10309601

高橋 猛 (TAKAHASHI, Takeshi)

鈴鹿医療科学大学・保健衛生学部理学療法学科・教授

研究者番号: 70440849

齋藤 恒一(SAITOU, Kouichi)
鈴鹿医療科学大学・保健衛生学部理学
療法学科・助手
研究者番号：10601734

山口 和輝(YAMAGUCHI, Kazuki)
鈴鹿医療科学大学・保健衛生学部理学
療法学科・助手
研究者番号：20725030