

揺動機構を有する新規な車いすの開発 Development of a new wheelchair having Rocking motion Mechanism

○布施泰史 (宮崎県工業技術センター) 日高四郎 (医療法人いなほ会 日高医院)
小薮国夫 (都城高専) 黒木保善 ((株)昭和) 村上収 ((株) Design.En)

Yasufumi FUSE, Miyazaki Prefecture Industrial Technology Center
Shiro HIDAKA, Hidaka Hospital
Kunio KOYABU, Miyakonojo National College of Technology
Yasunori KUROKI, Syowa Co., Ltd.
Osamu MURAKAMI, Design.En Co., Ltd.

Key Words: Wheelchair, Rocking motion, EMG

1 はじめに

本研究では、車いすに座ったまま下肢のリハビリを支援する新規な車いすを提案する。高齢や障害等により寝たきりになっている人にとって、筋力の低下が引き起こす身体的苦痛は、その後の生活の質を奪い介護社会全体の切実な問題である。このような高齢者や障害者の自立を補助する器具として体型にあわせた低床型やモジュール型等の車いすが用いられている。しかしながら、この種の車いすは、移動のために用いられるケースがほとんどであり、リハビリを兼ね備えたものは一つとしてない。そこで、今回われわれは、利用者自ら車いすに座ったまま下肢の訓練や低負荷のリハビリができる、これまでにはない座面が揺動する車いすを開発したので報告する。

2 揺動機構を有する車いすの開発

2-1 揺動機構および試作機について

開発した車いすは、背もたれと一体となった座面が揺動することにより、座ったまま両下肢を屈曲・伸展側に低負荷の運動が繰り返しできる構造となっている。Fig.1 に揺動位置と傾斜角を示す。

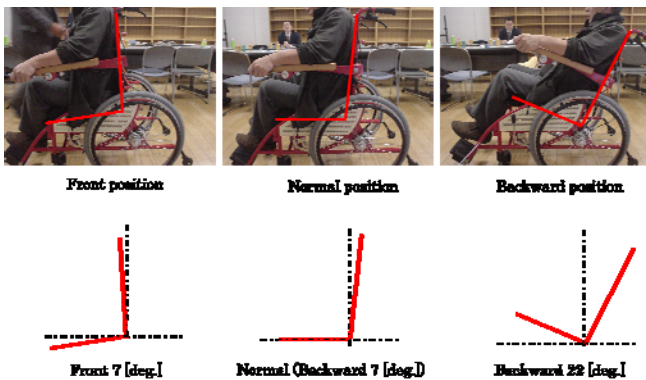


Fig. 1 Rocking position and angle of inclination

車いすは常にノーマルポジションを保ち、使用方法は、フットレストを踏み込むことによりロッキング（後傾）状態となり座面下に蓄勢されたスプリング機構により前方（前傾）位置に座面が戻る。この動作を繰り返すことにより、ロッキングチェアのような揺れ動く動作が可能となる（Fig.2は試作機）。



Fig. 2 Wheelchair prototype

3 車いすを使った計測実験

3-1 実験方法

本研究で試作開発した揺動機構を有する車いすの動作特性や運動負荷を検証するため、(1)運動解析、(2)表面筋電位計測、(3)体圧分布計測を実施した。被験者は、94歳女性（基礎疾患：慢性呼吸不全）で在宅介護を必要とする患者と健常男性1名（41歳）の2名である。

3-2 運動解析について

開発した車いすの動作特性や被験者との適合性を検証する目的から、ビデオカメラで撮影した画像を2次元運動解析（株式会社DITECT製Dipp-Motion Pro）で検証した。頭部からつま先までの各部位ごとの動きをスティックピクチャーで表した（Fig.3）。部位ごとの軌跡から体幹部の可動域が非常に大きいことがわかった。

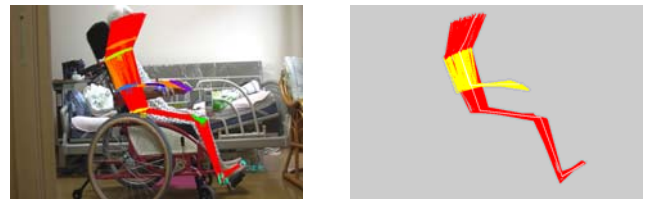


Fig. 3 Stick picture of Rocking Mechanism

3-3 表面筋電位計測による両下肢の運動負荷について

車いすの運動効果を検証するため、両下肢の大腿四頭筋、ハムストリングス、前脛骨筋の筋負担量をEMG計測装置（株式会社追坂電子製）を使って表面筋電位の直流電圧成分を計測した。実験では、各部位ごとに筋電積分平均電圧値（IEMG）を求め通常歩行と比較した（Fig.4）。

大腿四頭筋、ハムストリングスにおいては車いすによる運動負荷が歩行に比べ、約2倍になっていることがわかった。前脛骨筋については、揺動機構動作（ロッキング）では歩行時の約半分の負荷となっていた。

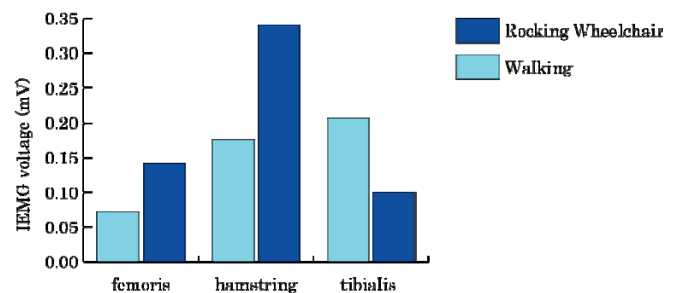


Fig. 4 IEMG voltage comparison every part

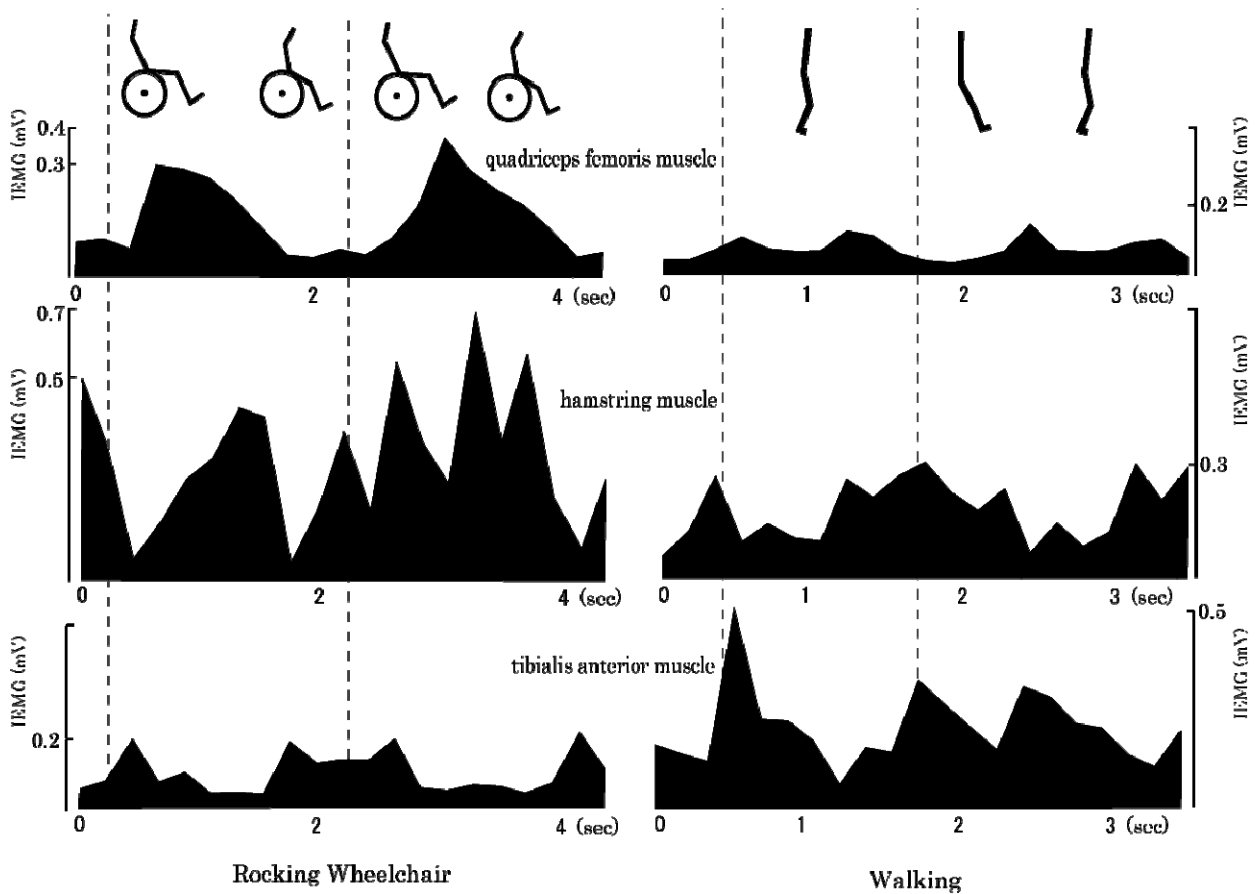


Fig. 5 The comparison of muscle burden quantity (Rocking Wheelchair and Walking)

Fig. 5 に車いすと歩行における表面筋活動を表した。縦軸は筋電位の強さを表し、横軸は経過時間を示す。揺動機構を有する車いすは、フットレストを蹴り上げるときに、前脛骨筋から大腿四頭筋の順に力が加わり後方にロッキングすることがわかった。次に戻し操作として、後方から蓄勢されたスプリングの反力により前方へと座面が移動し、ハムストリングスから前脛骨筋へと筋負担が加わる。以上のような揺動を繰り返すことにより前後方へのスイングと筋負担を同時に訓練できる機構であることがわかった。

一方、歩行においては立脚期と遊脚期の筋負担を示しているが、車いすと比較したところ大腿四頭筋とハムストリングスは車いす優位、前脛骨筋については歩行優位となった。

3-4 体圧分布計測について

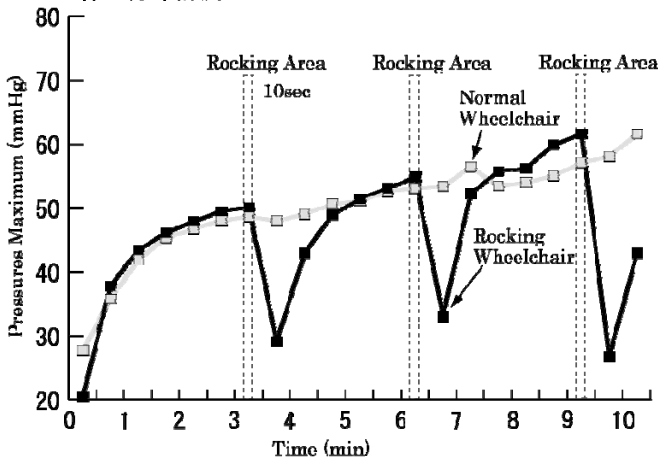


Fig. 6 Pressures of bearing surface

Fig. 6 に車いすに座ったままの状態(ノーマルポジション)と揺動機構を加えた状態(ロッキング)における座圧分散性を10分間計測した結果を示す。ロッキング回数は、着座開始から3分経過ごとに10秒間揺動を行い、10分間で計3回実施した。結果、ノーマルポジションでは時間の経過と共に最大圧力値も徐々に上昇しており、一方、揺動機構を加えた側の最大圧力値は、揺動直後から体圧の低下が見られその後2分程度で元の体圧に戻る傾向が確認された。

4 考察

本研究では、従来にない揺動機構を有する新規な車いすの開発を行い、被験者に与える運動負荷や動作特性について実験を行ってきた。

試作開発した車いすは、ロッキング動作を取り入れることにより、車いすに座ったまま大腿四頭筋とハムストリングスにある一定の負荷を与えることが可能となった。前脛骨筋については、ロッキング動作以外の方法、例えば足首の背屈・底屈を取り入れるなど新たな運動メニューを加えることで車いすに座ったまま歩行と同様に下肢を訓練できる可能性が示唆された。また、体圧分散効果については、ロッキング動作直後には座面との接触位置を変えることにより除圧の効果が一定時間確認できた。しかしながら、その後は圧力も上昇することから、どのようなタイミングで何回ロッキングを行うかなど適正な運動メニューを構築する必要がある。

今後は、リハビリテーション病院等と連携し操作性や安全性などの検証と製品化に向けた研究を進めていきたい。

謝辞

本研究は、宮崎県福祉機械研究会の連携で取り組み、宮崎県産業支援財団の平成20年度新産業・新事業創出研究開発推進事業(R&D)により実施したものである。