

Wheelie 動作による車椅子使用者のバランス保持能力と 上肢筋力の関係の検討

Analysis of the relationship between muscle strength of upper arm and
the balance ability of wheelchair users.

研究代表者：岡川 暁（情報社会科学部教授）

共同研究者：小林培男（福祉経営学部教授）

研究期間 2006 年度～2007 年度

Abstract

This research was aimed at analyzing the relationship between muscle strength of upper arm and the balance ability of wheelchair users. Four male wheelchair basketball players participated in this research as a subject (30.3 ± 10.5 years old, 178.3 ± 2.89 cm, 69.0 ± 11.14 kg). Three of them had spinal cord injuries and one had lower limb amputation. Static muscle strengths of elbow extension and shoulder flexion were measured using digital dynamometer. Each subject performed wheelchair wheelie movements of 30 seconds three times. They were instructed to be in the stationary state keeping the front wheels up as long as possible until 30 seconds. These movements were videoed at the sagittal plane of the right side and frontal plane simultaneously. Markers were set at apex, both auricles, both acromions, both elbows, both wrists and the point on the wheelchair approximately corresponding to right greater trochanter. Based on the video information of the sagittal plane, elbow angle was fixed using three markers i.e., acromion, elbow and wrist, and trunk angle was fixed using two lines, i.e., vertical line and the line linking apex and right greater trochanter. In this study, the ability to keep balance or to keep

the same position during the stationary wheelie movement was defined as the difference between the maximal value of the trunk angle and its minimal value. As for muscle strength, right shoulder flexion strength was 41.6 ± 9.80 kg, left shoulder flexion strength was 41.3 ± 8.15 kg, right elbow extension strength was 18.9 ± 6.37 kg, and left elbow extension strength was 25.7 ± 11.55 kg. Balance ability was 7.63 ± 3.63 degree. Significant negative correlation coefficients were found between balance ability and right shoulder flexion strength ($r = -0.727, p < 0.01$), and between balance ability and left shoulder flexion strength ($r = -0.822, p < 0.01$).

It was concluded that there was a strong relationship between static muscle strengths of shoulder flexion and balance ability of wheelchair users.

はじめに

車椅子を使つての Wheelie 動作とは、キャスト（前輪）を床から持ち上げ、後輪でバランスを保持しながらキャストを浮かせた状態を持続する動作である。この動作は、静止状態で前述の動作を行う場合と、動きを伴いながら行う場合とに大別されるが、どちらの場合であっても、車椅子使用者のバランス保持能力が大きく関与する動作であり、車椅子技能テストの種目としても広く使用されている動作である（Kilkens, et al; 2003）。また、車椅子ダン

ス等の障害者スポーツの分野では、競技レベルに直結する技能としての側面を持ち、極めて重要なスキルである。

また、車椅子を使つての Wheelie 動作は、車椅子を急激に前方へ押し出す際、慣性により上体がとり残され、これが後輪上での後方への回転運動に繋がりが、キャストが浮くことによって実現する動作である。車椅子に座っている動作者からすれば、先ず上体が後方へ倒れ、その直後上体が前方へ復帰しつつキャストを浮かせた状態を保つ、という動作になるが、この際、上体の前後動を制御し、バランスを調節するのは主として上肢の伸展および屈曲による。すなわち、上体を後方から前方に復帰させる時は肩関節を伸展させつつ肘関節を屈曲させ、車椅子を後方へ押し戻すことで上体を引き起こし、上体が前方へ復帰しすぎた場合は、肩関節を屈曲させつつ肘関節を素早く伸展させて車椅子を前方へ押し出すことによって再び上体を後方傾ける、という調節を繰り返すことでキャストを浮かせた状態を保つことになる。

本研究では、昨年度に引き続き、静止状態での Wheelie 動作による車椅子使用者のバランス保持能力と上肢筋力との関係を検討することを目的とした。

方法

エリート車椅子バスケットボール競技者 4 名（下腿切断 1 名、胸椎損傷 3 名、 30.3 ± 10.5 歳、 178.3 ± 2.89 cm、 69.0 ± 11.14 kg）を対象とし、静止状態での wheelie 動作を撮影した。撮影は、Frame-DIAS II システム（（株）DKH）を用い、矢状面および前額面での映像を、2 台の CCD カメラおよび 2 台のビデオデッキによってビデオ撮影・録画した。録画に使用したビデオデッキは、一般に使用される家庭用ビデオデッキ（フレームレートは毎秒 29.97 コマ）であった。また、ビデオカウンタ（（株）DKH）を使用し、2 台のビデオデッキを同期させた。被検者は、頭頂、左右耳朶、左右肩峰、両肘（外側上顆）、および両手首（橈骨と尺骨の中間）にマーカーを直接装着し、また、車椅子上で大転子に

相当する部分（右側）にマーカーを装着した。

遂行課題は、開眼で 30 秒間 wheelie を行うことであった。適度な休息をはさみ、3 試行行わせ、30 秒間前輪を持ち上げ続けられなかった場合は、前輪が接地した時点で終了とした。

矢状面での映像に基づき、肘角度および体幹角度を求めた。肘角度は、右肩峰点と右肘を結ぶ線、および右肘と右手首を結ぶ線のなす角度とした。体幹角度は、頭頂と右大転子点を結ぶ線と鉛直軸のなす角度とした（図 1）。本研究では、バランス保持能力を体幹の動揺度の大小で決定した。体幹の動揺度は、体幹角度の最大値と最小値の差として求めた。

肩の静的屈曲力および肘の静的伸展力は、デジタル筋力計を用いて計測した。肩関節では屈曲・伸展は歩行時の腕振りの方向となり、屈曲は、腕を前方へ振り上げる動作となる。本研究では、肘を 90° に曲げ、脇に付けた状態から前方へ振り上げる際に発揮される静的筋力を計測した。肘の静的伸展力は、肘を脇につけ、掌が肩の部分にくるまで肘関節を屈曲させた状態から、肘を伸展させる際に発揮される静的筋力を計測した。各部位で 5~6 回、全力で筋力を発揮させ、そのうちの最大値をそれぞれの筋力とした。また、筋力は左右の肩・肘で計測した。

結果

筋力については、肩の静的屈曲力は右が 41.6 ± 9.80 kg、左が 41.3 ± 8.15 kg、肘の静的伸展力は右が 18.9 ± 6.37 kg、左が 25.7 ± 11.55 kg であった。体幹の動揺度は 7.63 ± 3.63 度であった。有意な負の相関が、体幹の動揺度と右肩の静的屈曲力（ $r = -0.727$, $P < 0.01$, 図 2）、および左肩の静的屈曲力（ $r = -0.822$, $P < 0.01$, 図 3）の間に認められたが、肘の静的伸展力との間には認められなかった（図 4 および図 5）。

考察とまとめ

本件申請者らは、これまで、継続的に車椅子マラソンを行っている脊髄損傷者の筋力、筋パワー、および車椅子駆動フォームの関係を検討し（小林と



図1 体幹角度の決定方法

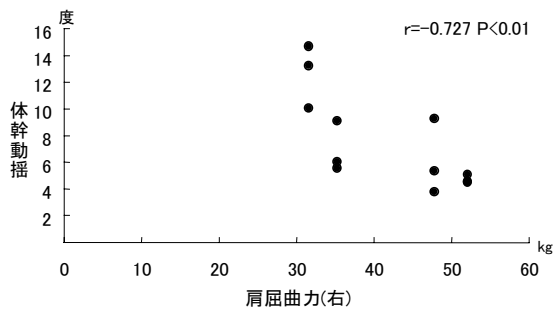


図2 筋力とバランス保持能力 (右肩屈曲力)

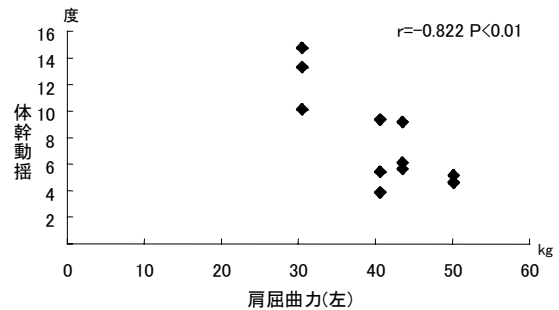


図3 筋力とバランス保持能力 (左肩屈曲力)

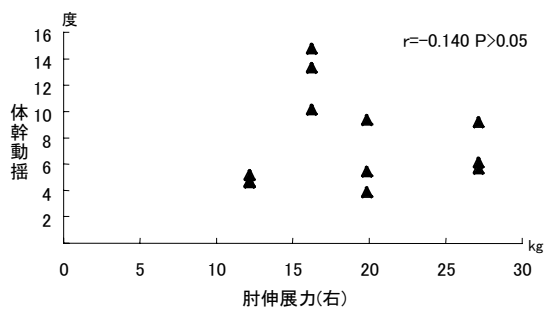


図4 筋力とバランス保持能力 (右肘伸展力)

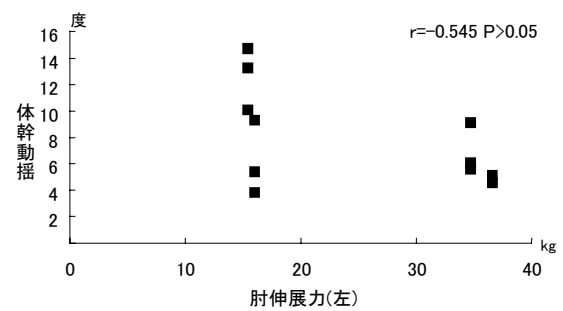


図5 筋力とバランス保持能力 (左肘伸展力)

岡川, 1992), また, 車椅子使用時の使用者の動的特性を, 胸椎に障害を有するエリート車椅子マラソン競技者1名(1996年米国アトランタパラリンピック大会日本代表選手)を被検者として検討してきている(岡川, 1995).

本年度は, 車椅子バスケットボールの大会に積極的に参加している脊髄損傷者および下腿切断者4名を被検者として測定を行った. いずれも競技レベルが非常に高い人たちであるので, 本研究の結果がすべての車椅子使用者に当てはまるとは限らない. 画像解析では, 主として矢状面において上体の動揺, 肘関節の伸展に関する角度変化に注目し, 静止状態での Wheelie 動作によるバランス保持能力と上肢筋力, 特に肩の静的屈曲力との間に強い負の関係があることが明らかとなった. これは, 肩の筋力が強い人ほど体幹の動揺が小さく, 筋力が弱い人ほど体幹動揺が大きいこと, また, fine motor skill を要すると思われる wheelie という微妙な車椅子の操作を, gross motor skill に適していると思われる肩の筋力・肩関節の動きで主として調整していることを意味する. 今回は手関節の橈屈・尺屈に関する角度変化は検討しなかったが, 最も fine motor skill

に適すると思われる手関節の橈屈・尺屈がバランス保持に大きく関与している可能性があり, 引き続き検討課題としたい.

以上より, 静止状態での Wheelie 動作による車椅子使用者のバランス保持能力と上肢筋力, 特に肩の静的屈曲力との間に強い関係があることが明らかとなった.

Reference

- 小林培男, 岡川暁, 車椅子疾走フォームと駆動技術および体力の検討, 日本バイオメカニクス学会第11回大会論集, 北川薫編, 杏林書院, 東京: 499-503, 1992
 岡川暁, 車椅子駆動時の上肢伸展動作に関する研究, 日本福祉大学研究紀要 93 (2) :75-84, 1995
 岡川暁, 小林培男, Wheelie 動作による車椅子使用者のバランス保持能力の検討, 日本福祉大学情報社会システム研究所ニュースレター 14:20-21,2007

謝 辞

本研究は, 本年8月1日~5日に中国・広州市にて開催される 2008ICSEMIS (International Convention for Science, Education and Medicine in Sports) にてポスター発表として採択された.