

機関番号：33918

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500563

研究課題名 (和文) Wheelie 動作におけるバランス制御機構の検討

研究課題名 (英文) Analysis of the balancing ability during wheelie movements

研究代表者

岡川 暁 (OKAGAWA SATORU)

日本福祉大学・健康科学部・教授

研究者番号：10233305

研究成果の概要 (和文)：静止状態での wheelie 動作によるバランス制御機構に関し、(1) 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、および(2) 迷路反射、対称性緊張性頸反射、腰反射、および上腕二頭筋または上腕三頭筋における伸張反射等の反射がバランス制御に及ぼす影響、を検討した。バランス保持には、肩の静的屈曲力が重要であること、また、頸反射と迷路反射がお互いにその影響を打ち消し合うことにより、下肢の伸展を阻止することがバランス制御のために重要であることが明らかとなった。

研究成果の概要 (英文)：The purpose of this study was to analyze (1) the relationship between balancing ability during wheelie movements and static muscle strengths of upper arm, and (2) the effects of the postural reflexes (labyrinth reflex, asymmetric tonic neck reflex, lumbar reflex) and the stretch reflexes at biceps brachii muscles or triceps brachii muscles towards balancing ability during wheelie movements. Followings were found: (1) static muscle strengths of shoulder muscles were very important to keep the balance during wheelie movements; (2) In order to control the extension of lower limbs, it was very important to utilize the effects of both labyrinth reflex and asymmetric tonic neck reflex.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2009 年度	200,000	60,000	260,000
2010 年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、スポーツ科学

キーワード：wheelie 動作、バランス制御、上肢の静的筋力、筋電図、頸反射、迷路反射

1. 研究開始当初の背景

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。

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、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、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。この一連のバランスの調節の過程では、頭部が前後へ大きく動揺するため、迷路反射、対称性緊張性頸反射、腰反射、および上腕二頭筋または上腕三頭筋における伸張反射等の反射、および随意運動による肘の屈曲・伸展が相互に関連しながらバランスの保持に関与していることが十分予想される。

これまで、静止状態での wheelie 動作に関しては、視覚の及ぼす影響が大きいこと (McInnes, et al; 2000)、バランスをとる上で、手首による調節が重要であること (Koontz, et al; 2004)、他が検討されているが、上述のように、迷路反射、対称性緊張性頸反射、腰反射、および上腕二頭筋または上腕三頭筋における伸張反射等の反射がバランス制御に及ぼす影響を検討した研究は、本件申請者の知る限り皆無であった。

2. 研究の目的

静止状態での wheelie 動作によるバランス制御機構を検討するうえで、

(1) 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

(2) 迷路反射、対称性緊張性頸反射、腰反射、および上腕二頭筋または上腕三頭筋における伸張反射等の反射がバランス制御に及ぼす影響を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 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 動作を矢状面および前額面にて撮影した。被検者は、頭頂、左右耳朵、左右肩峰、両肘 (外側上顆)、両手首 (橈骨と尺骨の間)、および、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。課題は開眼で 30 秒間 wheelie を行うことで、適度な休息をはさみ 3 試行行わせた。肘角度および体幹角度は矢状面での映像より求めた。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 (図 1)。



図 1 体幹角度の決定方法

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、バランス保持能力は体幹の動揺度 (体幹角度の最大値と最小値の差) の大小で決定した。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で計測し、上腕二頭筋、上腕三頭筋、腹直筋、橈側手根屈筋、尺側手根伸筋より筋電図を導出した。

(2) 対象は、男子大学生 3 名、この内 2 名は健常者であり、もう 1 名は下肢切断者であった。また、健常学生の内 1 名は、5 秒以上安定して wheelie 動作が出来ない者であった。被検者の頭頂、耳垂、第 7 頸椎棘突起、肩峯、外側上顆、手首、大転子、および車椅子後輪の車軸にマーカーを設置し、wheelie 動作開始直前から 10 秒間程度、矢状面にてビデオ撮影を行った。また、三角筋前部および後部、上腕二頭筋および上腕三頭筋より筋電図を導出し、肘関節屈曲・伸展の角度変位をゴニオメーターにて計測した。映像に基づき、(a) 頭頂と耳垂、および第 7 頸椎棘突起と大転子を結ぶ線のなす角度、および (b) 頭頂と耳垂を結ぶ線と鉛直線のなす角度を解析した。尚、(a) は体幹と頭部の位置関係を示す指標とし、頸反射の検討に用いた。また (b) は、頭部と地面の位置関係を示す指標とし、迷路反射の検討に用いた。

(3) 対象は男子大学生 3 名、3 名とも健常者であった。被検者の頭頂、耳垂、第 7 頸椎棘突起、肩峯、外側上顆、手首、大転子、および車椅子後輪の車軸にマーカーを設置した。

測定開始当初は、3名とも5秒以上安定して wheelie 動作が出来なかったため、各自のペースで wheelie 動作を連続して5回行わせ、休息を挟みながら、これを3-4セット行わせ、矢状面にてビデオ撮影を行った。三角筋前部および後部、上腕二頭筋および上腕三頭筋より筋電図を導出し、肘関節屈曲・伸展の角度変位をゴニオメーターにて計測した。映像に基づき、(a)頭頂と耳垂、および第7頸椎棘突起と大転子を結ぶ線のなす角度、および (b)頭頂と耳垂を結ぶ線と鉛直線のなす角度を解析した。尚、(a)は体幹と頭部の位置関係を示す指標とし、頸反射の検討に用いた。また(b)は、頭部と地面の位置関係を示す指標とし、迷路反射の検討に用いた。wheelie 動作ができるようになった健常学生A、出来ないままであった健常学生B、および wheelie 動作中に反射が発生し、下肢の伸展がみられたCの筋電図を比較した。

4. 研究成果

(1)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、また体幹の動揺度は 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相関は認められなかった ($r = -0.140$ (図4)および $r = -0.545$ (図5)、ともに $P > 0.05$)。

図2 筋力とバランス保持能力(右肩屈曲力)

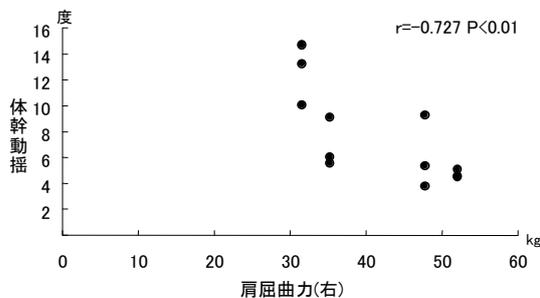


図3 筋力とバランス保持能力(左肩屈曲力)

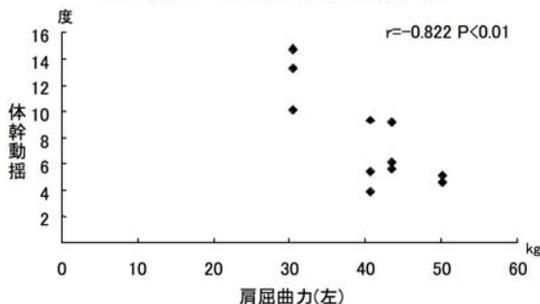


図4 筋力とバランス保持能力(右肘伸展力)

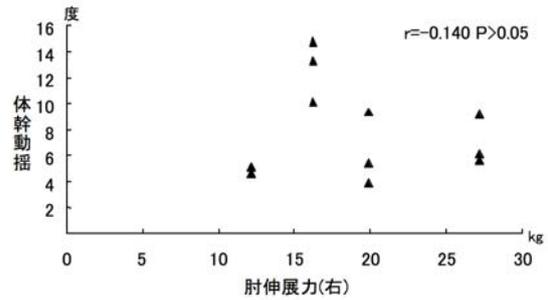
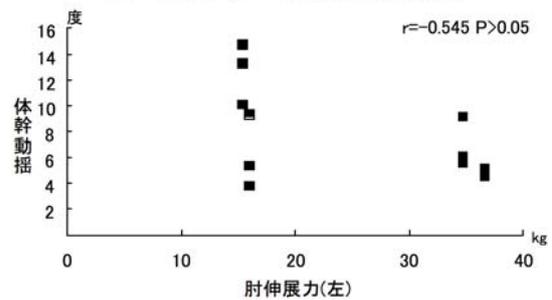


図5 筋力とバランス保持能力(左肘伸展力)



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。

(2)Wheelie 動作ができる健常学生Aと出来ない健常学生Bとの比較より、Bでは下肢の伸展動作が発現することによりバランス調節が困難になっていること、この現象は、頭部が前屈していること、および頭部が地面に対して前屈も後屈もしていないことから、主として頸反射由来であることが推察された(本被検者では、前屈角度が30度を越すと、頸反射が発生し、下肢が伸展し始めていることが推察された)。これに対し、AではBに比して(b)が大きく、頭部が地面に対して後傾していることから、頸反射と迷路反射がお互いにその影響を打ち消し合い、下肢の伸展が発生せず、バランス調節を容易にしていることが伺われた。

(3)静止状態での wheelie 動作によるバランス制御機構を検討した。Aでは、wheelie 動作ができないうちは、三角筋前部および後部、上腕二頭筋および上腕三頭筋すべてが同時に、且つ非常に強く活動していたが、wheelie 動作ができるようになってからは、主として三角筋前部および後部の活動で調整していた。BおよびCでは、一貫して、三角筋前部および後部、上腕二頭筋および上腕三頭筋すべてが同時に、且つ非常に強く活動しており、

このため、バランス調節ができず、wheelie 動作の修得には至らなかった。

今後、下肢の伸展動作が発現する機序を検討に加えるため、外側広筋および腹直筋の筋電図、膝関節の角度変位を計測項目に追加し、さらに映像と同期をとりつつ、静止状態での wheelie 動作によるバランス制御機構の検討を続ける予定である。

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)

[雑誌論文] (計1件)

① Satoru Okagawa: Analysis of the relationship between muscle strength of upper arm and the balance ability of wheelchair users, 2008 ICSEMIS (International Convention on Science, Education and Medicine in Sport) Proceedings Vol. 3, 2008: P. 170

[学会発表] (計2件)

① Satoru Okagawa: Analysis of the relationship between muscle strength of upper arm and the balance ability of wheelchair users., 2008ICSEMIS, Aug. 4, 2008, Guangzhou, China

② 岡川 暁、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、第29回医療体育研究会、第12回日本アダプテッド体育・スポーツ学会/第10回合同大会、京都女子大学、2008年12月7日

[その他]

ホームページ等

① 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と上肢筋力の関係の検討、日本福祉大学情報社会システム研究所ニューズレター15、2008: 25-28

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡川 暁 (OKAGAWA SATORU)

日本福祉大学・健康科学部・教授

研究者番号: 10233305