大阪公立大学 Osaka Metropolitan University 学術情報リポジトリ

スキー滑走動作における下肢筋活動について：模擬斜面上での姿勢保持と雪上での滑走動作との比較(自然科学系)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2009-08-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 吉本, 陽二, 佐藤, 睦美, 中田, 研, 小柳, 磨毅, 井上, 悟, 史野, 根生 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24729/00010820

大阪府立看護大学医療技術短期大学部紀要，Vol. 8, p.43-45, 2002
Bulletin of Osaka Prefecture College of Health Sciences

報　告

スキー滑走動作における下肢筋活動について
－模擬斜面上での姿勢保持と雪上での滑走動作との比較－

吉本陽二[1)]，佐藤睦美[2)]，中田　研[3)]，
小柳磨毅[4)]，井上　悟[2)]，史野根生[1)]

([1)]大阪府立看護大学医療技術短期大学部理学療法学科，[2)]大阪大学医学部附属病院理学療法部，
[3)]大阪大学医学部器官制御外科学講座，[4)]四條畷学園短期大学リハビリテーション学科理学療法専攻)

A Trial: Comparing Electromyographic Activity in Slope-Standing and Downhill Skiing

Yoji Yoshimoto[1)], Mutsumi Sato[2)], Ken Nakata[3)],
Maki Koyanagi[4)], Satoru Inoue[2)] and Konsei Shino[1)]

([1)]Department of Physical Therapy, Osaka Prefecture College of Health Sciences, [2)]Rehabilitation Unit, Osaka University Hospital, [3)]Department of Orthopaedic Surgery, Osaka University Medical School and [4)]Division of Physical Therapy Shijonawate Gakuen Junior College)

Key words: スキー滑走; 静止姿勢; 下肢筋活動

はじめに

膝前十字靱帯 (Anterior Cruciate Ligament; 以下，ACL) 損傷は，スキーによる膝関節傷害の中でも，最も発生頻度の高い外傷として知られてきた。そこで，我々はACL損傷の予防を目的としてスキー滑走動作の分析を行っている。先行研究として静止斜面上にスキー板を固定し，前傾と後傾姿勢を保持した時の下肢筋活動を分析した。その結果，後傾姿勢では下肢前面筋の筋活動が増大し，加えて下肢後面筋の筋活動が減少するため，脛骨を前方に引き出す力が大きく働き，ACL損傷を受傷する危険性の高い姿勢であることが推察された[1)]。

今回はゲレンデ滑走中のスキーヤーの筋電図学的検討を行い，ACL損傷との関係について検討した。

対　　象

49歳，男性(身長173 cm，体重65 kg)。職業はスキーインストラクターである。

紀要委員会注：本報告は，平成13年度大阪府立看護大学医療技術短期大学部共同研究補助金を用いてなされた研究成果の報告である。

(受付日 2002年8月29日，受理日 2003年1月6日)

方　　法

1. 滑走様式

傾斜が約15°の初心者用ゲレンデにおいて，膝屈曲角度を60°に保持した直滑降を行わせた。測定は前傾姿勢 (図1C) と後傾姿勢 (図1D) の2条件で行った。

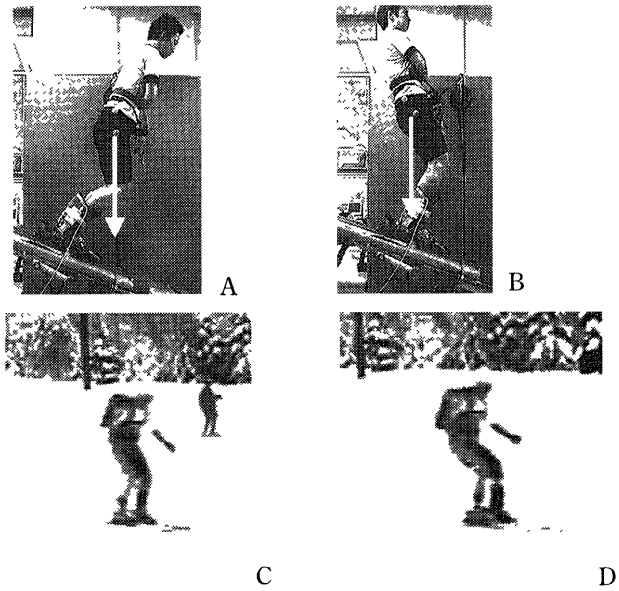

図1　測定場面での姿勢

2. 測定項目

1) 足底圧分布

前傾および後傾姿勢の確認を目的に足底圧の分布をF-SCAN (Tekscan社) にて測定した。センサーシートをブーツの中敷きの下に入れて記録し，パーソナルコンピューターで専用ソフトを用いて解析した。足底圧は約25 mm^2ごとに分割して測定され，足圧中心も同時に表示される。

2) 筋電図

筋電図 (Electromyography; 以下，EMG) は，表面電極ブルーセンサー (Medicotest社) を用いて，サイナアクトMT-11 (日本電気三栄社) にてサンプリング周波数を1000 Hzで測定した。電極貼付前には十分な皮膚処理を行い，電極間の距離は2 cmとした。導出筋は内側広筋 (Vastus Medialis Muscle; 以下，VM)，大腿二頭筋 (Biceps Femoris Muscle; 以下，BF)，腓腹筋 (Gastrocnemius Muscle; 以下，GC) の3筋で，測定肢は右側とした。

3. データ解析

同時にデジタルビデオにて滑走姿勢を撮影し，撮影画面上に光シグナルを入れ，光シグナルに同期した電流波形をAD変換器に取り込むことで筋放電波形とビデオ画像を同期させた。

EMGはAD変換器Power Lab (AD Instruments社) を経由してパーソナルコンピューターにデータを保存した。ビデオカメラに撮影されている画像から滑走姿勢が安定していた約2秒間を規定し，その間のEMGを解析ソフトChart 4.0 (AD Instruments社) を用いて分析した。2秒間の筋電波形を全波整流化して，積分値であるIntegrate EMG (以下，IEMG) を算出し，各筋の最大等尺性収縮時の筋活動を100%として%IEMGを算出した。

結　　果

1. 足底圧分布

前傾姿勢では母趾，前足部への荷重が大きくなり，後傾姿勢で踵部への荷重が大きくなった。足圧中心は後傾姿勢よりも前傾姿勢の方が前方に位置していた。

2. %IEMG

VMの%IEMGは前傾で66.7%，後傾で63.4%であり，BFについても同様に43.4%，16.9%，GCでは260.4%，224.8%であった (図2)。

考　　察

1. 筋活動に影響を及ぼす要因

斜面に板を固定した状態での姿勢保持 (以下，静止姿勢) における筋活動は，前傾姿勢で下肢後面筋の筋活動が大きく，後傾姿勢では下肢前面筋の筋活動が大きかった[2]。今回測定した滑走場面での姿勢保持 (以下，滑走姿勢) における筋活動も，下肢後面筋 (BF，GC) は静止姿勢と同様に前傾で増大する傾向にあったが，下肢前面筋 (VM) は前傾と後傾姿勢の間に差を認めなかった。また，下腿三頭筋の筋活動は前傾，後傾姿勢ともに非常に大きな筋活動が認められた (図2)。

下肢の筋活動は，前傾と後傾の姿勢変化によって身体重心からの各関節の位置関係が変化したことを反映したと考えられた。斜面上での静止前傾姿勢 (図1A) では重心からの垂線が膝関節の前方を通るために，後面筋であるBFとGCの筋活動が大きくなり，さらに後傾姿勢 (図1B) では，膝関節の後方を通るためにVMの筋活動が増大した。静止時の後傾姿勢は体幹が大きく後方に傾斜しているのに対し，滑走時では，両姿勢 (図1C，D) とも上半身の傾斜が同程度であったため，姿勢による大腿四頭筋への依存度に差異が少なく，後傾姿勢におけるVMの活動が減少したと考えられた。

滑走姿勢でのGCの活動は，前方への慣性力による回転モーメントが大きく加わったために，前傾姿勢，後傾姿勢ともに静止時と比較して増大したと推察された。

これらのことより，静止姿勢における下肢筋活動の解析は，滑走時の下肢筋活動を推察するには妥当な方法であると思われる。

2. 滑走姿勢と関節障害

ACLは大腿骨顆間窩の後外側から脛骨高原の前内側に付着し，脛骨の前方移動を制動する。大腿四頭筋は膝蓋骨を介して脛骨近位前面 (脛骨粗面) に付着するため，大腿四頭筋が収縮すると膝関節伸展位付近では脛骨は前方に引き出され，ACLを緊張させる。またハムストリングスは脛骨近位後面に付着して，収縮により脛骨を後方へ

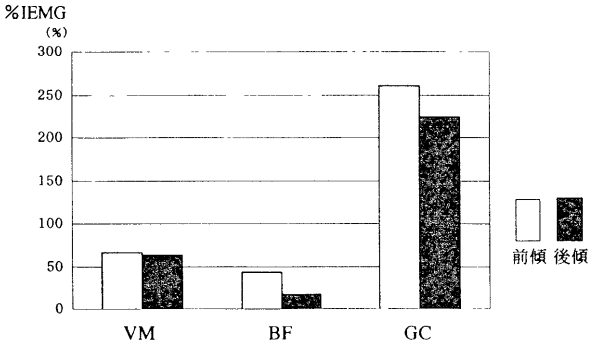

図2 滑走姿勢と模擬滑走姿勢保持の下肢筋活動

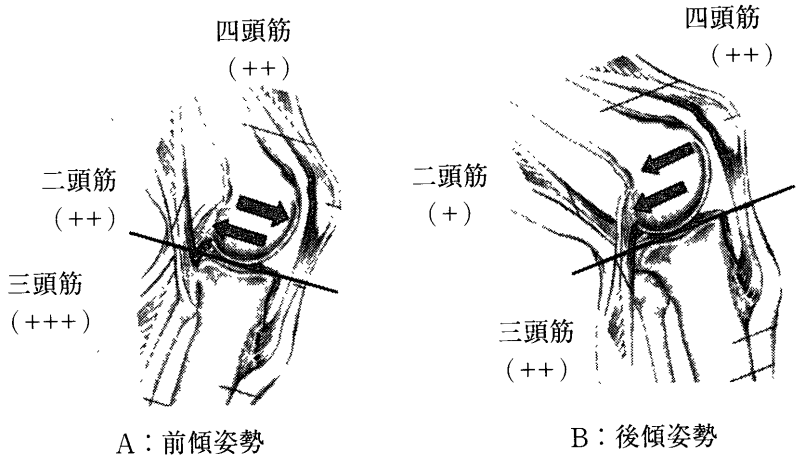

図3 姿勢変化による膝関節へのストレス

引き込むため，ACLに対する剪断力とは拮抗する作用を有する。このため，スキー滑走中に大腿四頭筋の強い収縮が生じた際にハムストリングスの収縮による拮抗作用が働かないとACL損傷に至る危険が大きいと指摘されている[3]。

滑走姿勢によっても膝関節にかかるストレスは変化する。前傾姿勢 (図3A) は脛骨高原が前傾して慣性力が加わるため，大腿骨が脛骨高原を前方に滑るような動きが生じ，ACLに対する剪断力が加わる脛骨の引き出しに対して拮抗的な姿勢となる。今回の結果でも前傾姿勢において下肢後面筋の大きな活動を認めており，大腿四頭筋の筋収縮による脛骨の前方移動は抑制されている。以上のことから，前傾姿勢は，ACLに対する剪断力が少ない姿勢であると推察された。

一方，後傾姿勢 (図3B) では脛骨高原は後方へ傾斜し，大腿骨は脛骨高原を後方に滑り落ちようとするため，大腿骨に対して脛骨が前方に移動する運動，すなわち脛骨の前方引き出しが生じる。さらに，VMなどの大腿四頭筋の収縮が増大して，脛骨を前方に引き出す力が作用するのに対し，これらの運動を抑制するBFの活動は小さい。以上のことから，後傾姿勢はACLに対して剪断力が加わり，ACL損傷が発生する危険性の高い姿勢であることが示唆された。中野と大山[4]は，競技スキーでの後傾姿勢のハイスピードターンや，ジャンプの後傾姿勢での着地後からのリカバリー動作がACL損傷の受傷機転として頻発することを報告している。これらの動作では後傾姿勢と大腿四頭筋の収縮が存在しているため，我々の測定結果と一致している。

今回の測定結果から，スキー滑走姿勢が膝関節へのストレスに及ぼす影響は大きく，正しい姿勢での滑走が膝関節へのストレスを軽減させ，ACL損傷の予防に寄与することが示唆された。

ま と め

スキー滑走時の動作分析より，以下の結果が得られた。

① 前傾姿勢では後傾姿勢よりも大腿二頭筋，下腿三頭筋の筋活動が増大したが，内側広筋は同程度であった。

② ゲレンデ滑走時と静止斜面に板を固定しての姿勢保持の筋活動には強い関連を認めた。

③ 膝関節前十字靭帯に対して前傾姿勢はストレスが小さく，逆に後傾姿勢ではストレスが増大すると考えられた。

謝 辞

本研究に際し，多大なご協力を得ました各先生方に深謝いたします。本研究は平成13年度大阪府立看護大学医療技術短期大学部共同研究費の助成によって行われた。

文 献

1) 吉本陽二，小柳磨毅，史野根生，佐藤睦美，井上悟，濱田雅之，中田　研 (2001) スキー滑降姿勢における下肢筋活動について～傾斜と膝関節角度の及ぼす影響～，第36回日本理学療法学術大会講演抄録集 (広島), p.163.

2) 佐藤睦美，井上　悟，濱田雅之，吉本陽二，小柳磨毅，史野根生，中田　研 (2001) スキー滑走姿勢における下肢筋活動と足底圧分布―屈曲角度による検討―．スポーツ傷害フォーラム会誌，6:17-19.

3) Aune, A.K., Schaff, P. and Nordsletten, L. (1994) Contraction of knee flexors and extensors in skiing the backward fall mechanism of injury to the anterior cruciate ligament. Scand. J. Med. Sci. Sports, 5:165-169.

4) 中野和彦，大山直樹 (1995) スキーに伴う外傷・障害，“スキーの医学”(石井清一，菅原　誠，武藤芳照編)，第1巻，南江堂，東京，p.157-163.