

雪上スキー滑走時と陸上運動具の走行時の筋活動について ——表面筋電図法によるアルペンスキーとグレステン・グランジャー、 インラインスケート、ツリスとの比較——

Comparison of the alpine skiing, glestain grandeur, inlineskate,
tris on electromyographic activity

加藤 満 稲田 尚史
Mitsuru KATO Naofumi INADA

目 的

日本スキー教程（全日本スキー連盟，1998）ではスキー技術を高める教本として安全，確実な技術，楽しく快適な技術，そして強く，速い技術を目指す指導の3つの道筋を掲げている。多くのスキーヤーはオフシーズンに実際の雪上スキー技術を維持できるか，あるいは来るシーズンに向けて高めようとあらゆる方法を試みている。用具を使わない，単に動作を模倣する Imitation training (Kemmler, 1976) が簡易な方法として一般的である。しかし，スキーヤーは多少のスピード感が得られ，スキーに要求される体力要素を獲得できる練習具の方に興味を示している。すでに開発されているグレステン・グランジャー（以下，グレステンと称す）は走行，ターン，さらにブレーキングなどの面で性能が近似しており，スキー運動感覚も得ることが可能であるといわれている（本間，1993）。また，1980年に開発されたインラインスケートがスキートレーニングに適した用具（海野義範，2000），さらに最近スキー靴を着用してスキー滑走の感覚が得られる練習具のツリスも普及してきた。これまで，雪上スキー運動を筋電図学的な見地から分析した研究はいくつか報告されている（前嶋ら，1980；Claryet al., 1986；加藤ら，1989；Hintermeister et al., 1997；Hintermeister et al., 1995）。しかし，実際のスキーに代わる練習具の有効性に関しては Zeglinski et al. (1998) がスキーの滑走性と陸上用具としてインラインスケートを取り上げた研究，また加藤ら（2006）が運動時のスキーとグレステンの近似動作についての研究を筋電図学的な立場から検証した報告だけである。

そこで本研究は，雪上のスキー練習具としてグレステンの他に，陸上のインラインスケートおよびツリスを加え，それぞれの運動時による身体的な動きの筋活動を比較し，そしてオフシーズンにおける雪上スキー技術の維持あるいは改善のために使用する練習具の有効性について検討する。

方 法

被験者

被験者は冬季に全日本スキー連盟（Ski Association of Japan, 以下SAJと称す）公認基礎スキー指導員、また夏季にグレステン・グランジャーの指導をしている年齢 30歳の男性 1名の健常者であった。被験者は冬シーズンに向けたアルペンスキー（以下、スキーと称す）の技術力向上のために数種類の用具を用いてトレーニングしている。本測定に当たって、被験者は事前に口頭および文書にて本研究の趣旨の説明を受け、参加に同意し、協力を申し出た。

使用用具の仕様および測定コース

測定時に使用した用具については、以下 4 台であった。

- ① スキーは雪上において上級者向きといわれているピュアカーブタイプのカービングスキー（ノルディカ社製）で、長さ175cmの板を使用した。
- ② グレステン・グランジャーは一定間隔の切れ目のある 2つのブロック車輪、全長117cm、全幅11cm、重量5.5kg、ホイールベース82cmの形状（ホンマ科学社製）の用具にスキー靴を装着し、グレステン専用開発された硬質状グラウンド材のマット上のコースを走行する、
- ③ インラインスケートは靴と縦列に装備された走行用車輪 4 個の一体型、ナイロン混合強化ファイバーの材質で、サイズ長さ850mm×幅230mm×高さ120mm、重量4.1kgのタイプ（Sport Authority 社製）の用具でアスファルト上を走行する、
- ④ ツリス（ツインローラーインラインスキー）は走行面の横に 2列の車輪 4 個が装備され、アルミダイキャストフレーム、幅450mm×長さ800mm×高さ130mmのサイズの用具（ツリス社製）に、スキー靴を装着してアスファルト上の滑走が可能である。

測定時の外的条件および実施場所については、以下の通りである。

- ① アルペンスキー滑走では全長53.5mのコース、スタート地点から第 1 ターンまで12.90m、ターン幅4.0m、第 1 ターンから第 2 ターンまでの間隔15m、平均斜度13.3°（10°～16°の範囲）を 3 ターンとし、ターンの 3 局面における運動経過と準備を陸上と同じ条件とし、気象条件が外気温 + 3°と + 4°（緩い風）、雪温 - 0.5°と - 0.4°（やや強い風）であった。測定では陸上と雪上において同じ条件を計画したが、両用具の走行あるいは滑走スピードが異なり実際の動作を発揮できないため、雪上では陸上よりも測定場所を多少斜度のきついコースで実施した。場所は陸上と雪上ともに北海道網走郡津別町字共和130番地に在る「つべつグレステン特設スキー場」であった。
- ② グレステン・グランジャー走行では全長45.5mの陸上コース、スタート地点から第 1 ターンまでの助走距離9.90m、ターン幅3.0m、第 1 ターンから第 2 ターンまでの間隔13.05m、平均斜度10.5°（10°～11°の範囲）で、3ターンとした。実験ではスタートとゴール地点、2ターン目の始動期と仕上げ期にマーカーを、1～3ターン目の舵取り期の最大傾斜線上にコーンを設置した。被験者の電極を貼った右下肢が 2 ターン目で外足になるように走行

した。気象条件が外気温15°と13°で晴れと曇りであった。

③ インラインスケートおよびツリス

両具の走行では全長15m、幅4mのアスファルト状のコースを設定した。測定ではできるだけ上記の2つの用具と同じ測定条件とするべきであるが、運動時の速度あるいは運動特性を考え、最適な走行が出来るように多少コースを狭くした。コースの平均斜度は5°、外気温が10°の条件で、天候は晴れであった。測定場所は浅井学園大学内のほとんど人通りの少ない、緩い傾斜地と平地の続いた安全な場所を選んだ。

筋電図および関節角度の記録

筋電図測定の対象筋は前脛骨筋、腓腹筋、大腿直筋、内側広筋、大腿二頭筋、大殿筋のすべて右側の計6筋である。以上の筋について、Zeglinksi et al. (1998) ではスキー動作の荷重、角付け、そして回旋に多く関係するものと報告されている。表面筋電計は筋電計ロガー（型番 KTR-2602B, 98.5mm×55.0mm×15.2mm, 重量約66g, 原田電子工業社製, 札幌）を使用した。周波数特性は1000 Hz (±3 dB) に設定した。運動中の筋電図測定では被験者のウエストバックに筋電計を収納して実施した。筋電図信号は記録装置であるSRAMカードに蓄積し、各試行終了時にA/D変換後NECパーソナルコンピュータ（PC-VY12MEX94EHM, NECパーソナルプロダクツ社製, 東京）に転送した。

関節角度の測定は股関節と膝関節の二関節右側面に装着した。使用機器はP&Gゴニオメータ（型番M110, Penny & Glies社製, 英国）で、測定前には関節をはさんで装着し、上体と大腿部、大腿部と下腿部を垂直から水平位置に90°動かし、その時のアンプ出力電圧と関節角度を構成曲線としてグラフ化した。筋電計には6チャンネルを筋電図、そして2チャンネルを関節角度で同時に記録した。

運動中の各筋の相対的筋活動量の指標についてはZeglinksi et al. (1998) の方法に準拠し、滑走前に等尺性最大随意収縮（isometric Maximum Voluntary Contraction, 以下IMVC）を記録した。これには各筋にIMVC（5秒間）を3回測定し、そのうち後半の3秒間を筋電図として採用した。

動作記録

グレステン・グランジャーおよびアルペンスキーの運動中のビデオ記録はビデオカメラ（Video H18 Handycam CCD-TRV92, ソニー社製, 東京）で撮影し、フレーム数が30Hzであった。カメラはスタート地点から2ターン目に被験者の全体像が撮れるように、30m離れた場所に設置した。また、ビデオ撮影のターン動作と筋電図および関節角度記録の同期はスタート時に筋電計のスイッチを押すと同時に、50m以上離れたからも確認できる発光器の赤色光をビデオカメラに取り込んだ。

筋電図データ解析

筋電位生波形は生データを全波整流した後、10msごとにroot mean square値（RMS）を算出し処理した。処理した筋電位は運動の段階、始動期-舵取り期-仕上げ期に分けて平均化し、

各被験者の各筋について平均振幅を算出した。

各筋活動量の評価にはIMVC測定時の平均振幅を100%とし、運動時の平均振幅に対するの相対値を算出し、その値である%IMVCを筋活動の指標としてあらわした。

結果と考察

1. 各筋における平均筋活動量と各関節の平均関節角度

表1には、雪上でのスキーの滑走時と陸上でのグレステン、インラインスケート、そしてツリスの走行時による6被験筋（右側）の平均筋活動量（%IMVC）と二関節の平均関節角度（°）をそれぞれ示した。

表1 滑走時のアルペンスキー、グレステン・グランジャー、インラインスケート、そしてツリスの平均筋活動割合（%）と二関節角度（°）の平均値と標準偏差

被験筋	単位	アルペンスキー		グレステン・グランジャー		インラインスケート		ツリス	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
前脛骨筋	%	45.98	± 26.94	27.34	± 16.67	57.59	± 44.01	15.92	± 7.54
腓腹筋	%	21.82	± 17.40	51.28	± 23.25	18.43	± 7.99	18.94	± 9.50
大腿直筋	%	36.81	± 29.37	27.44	± 11.54	84.14	± 28.96	57.10	± 33.23
内側広筋	%	36.30	± 27.14	62.52	± 37.02	33.53	± 26.39	27.29	± 18.76
大腿二頭筋	%	11.24	± 5.17	85.09	± 42.63	9.38	± 0.12	14.61	± 8.13
大殿筋	%	21.40	± 14.76	44.01	± 28.16	13.85	± 8.33	17.02	± 11.05
膝関節角度	degree	37.45	± 4.50	42.44	± 8.65	46.96	± 5.29	42.09	± 6.32
股関節角度	degree	46.37	± 3.74	46.94	± 9.40	71.85	± 8.16	56.29	± 6.83

スキーの場合ターンにおいて前脛骨筋45.98%IMVC、大腿直筋36.81%IMVC、内側広筋36.30%IMVCと他の筋よりも筋活動量が多く、腓腹筋21.82%IMVC、大腿二頭筋11.24%IMVC、大殿筋21.40%IMVCが少なかった。グレステン・グランジャーの場合右ターンでは腓腹筋51.28%IMVC、内側広筋62.52%IMVC、大腿直筋85.09%IMVC、大殿筋44.01%IMVCと目立った筋活動量であったが、前脛骨筋27.34%IMVC、大腿直筋27.44%IMVCにあまり多い活動を示さなかった。インラインスケートの場合前脛骨筋57.59%IMVC、大腿直筋84.14%IMVC、内側広筋33.53%IMVCと高い筋活動量であったが、腓腹筋18.43%IMVC、大腿二頭筋9.38%IMVC、大殿筋13.85%IMVCの活動量が低かった。ツリスの場合一つのターン中大腿直筋57.10%IMVCが最も大きな筋活動量で、他は前脛骨筋15.92%IMVC、腓腹筋18.94%IMVC、妻帯二頭筋14.61%IMVC、大殿筋17.02%IMVCと小さな割合であった。

膝関節角度について、ターン平均ではスキーが37.45°、グレステンが42.44°、インラインスケートが46.96°、ツリスが42.09°を示し、それぞれの用具において姿勢の大きな差はみられな

かった。股関節角度について、ターン平均では 46.37° 、グレステンが 46.94° 、ツリスが 56.29° と大きな差がないが、インラインスケートの場合 71.85° と4つの練習具のなかで最も広い角度を示した。

雪上のスキー滑走時では雪面を押さえながら足関節を固定した姿勢であらゆる外的状況に対応できるよう構えるため前脛骨筋および大腿直筋、内側広筋などの貢献が大きいといわれている (Hintermeisterst al. 報告 (1998))。このことを考えると、スキーの他の用具のなかでインラインスケートがそれと似たような運動時の筋活動パターンがみられた。筋活動量はスキーよりもインラインスケートの方が多かった。しかし、インラインスケートではスキーよりも股関節角度が広く、姿勢の高低はやや似ているものの、上体を起こして姿勢がみられた。グレステンをみるとスキーの筋活動量と異なる傾向を示した。量的にはグレステンがスキーよりもやや大きく、走行面を力強く押さえる動作あるいは膝関節と股関節の角度をしっかりと維持している運動傾向を示し、走行面との摩擦が筋活動に影響を及ぼしているのではないかと推測する。

2. 全6筋の総平均筋活動量

図1-1にはターン全体の、また図1-2～図1-4には運動過程から区分した始動期、舵取り期、仕上げ期の3局面に対して雪上のスキーと陸上のグレステン、インラインスケート、そしてツリスの総平均筋活動量を比較した。ターン全体について、スキーは28.93%IMVCと他の用具よりも最も低い値を示し、陸上ではグレステンが49.61%IMVCと最も大きく、続いてツリス39.09%IMVC、インラインスケート37.22%IMVCであった。第1局面の始動期について、スキーは30.9%IMVCと陸上のグレステンの39.55%IMVCおよびインラインスケート

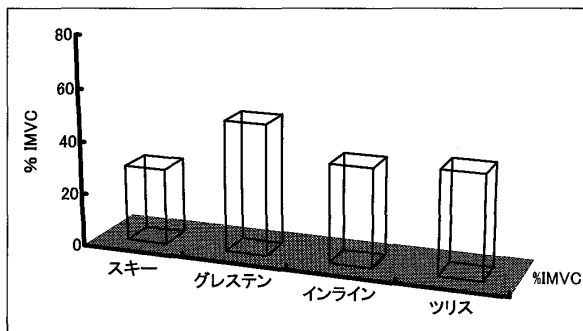


図1-1 ターン全体の総平均筋活動量

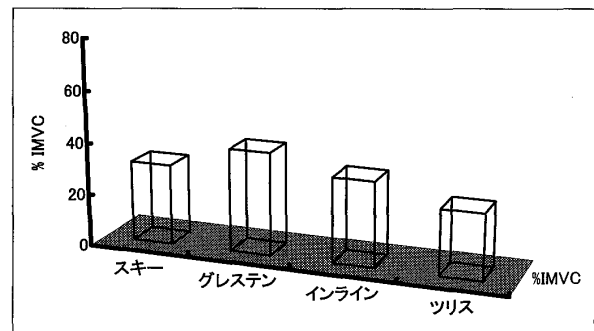


図1-2 始動期の総平均筋活動量

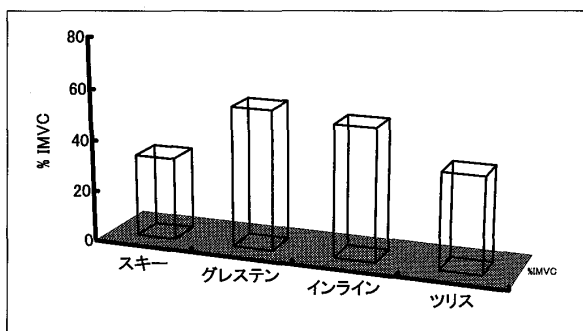


図1-4 舵取り期の総平均筋活動量

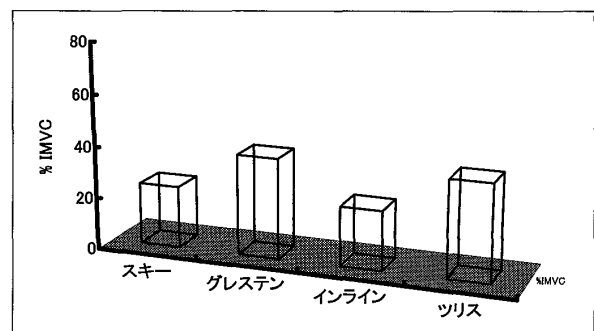


図1-4 仕上げ期の総平均筋活動量

の32.73%IMVCよりも少なく、ツリスの25.04%IMVCよりもわずかに大きかった。第2局面の舵取り期について、スキーは32.36%IMVCと陸上の3練習具よりも小さかった。陸上ではグレステンが54.74%IMVC、インラインスケートが51.47%IMVC、そしてツリスが37.29%IMVCであった。第3局面の仕上げ期について、スキーの総平均筋活動量は23.83%IMVCを示し、インラインスケートの22.99%IMVCとほぼ同じ値で、それよりもグレステンの38.7%IMVCおよびツリスの37.48%IMVCが上回る値であった。

陸上3つの用具では硬質グラウンド材のマットあるいはアスファルト上を特殊ゴム製車輪でまさつ抵抗を受けながら走行しており、雪上スキーでは雪面を縦方向に滑らせながらあまり大きな摩擦抵抗を受けないで滑らせてターンしている（全日本スキー連盟，1999）。このような運動時の施設の違いが両具の総平均筋活動量の増減に関連しているのではないかと考えられる。また、運動の内容では運動速度、用具の形状の違い、荷重量の違い、そして角付け角の変化などからも筋活動量に及ぼしているものと推測される。ターンの3局面のなかでは、とくにすべての用具の総平均筋活動量が大きい傾向がみられた。4つの筋活動量は始動期から舵取り期に向け活動量が高くなり、仕上げ期で低く、ほぼ似たような増減傾向があらわれた。雪上スキーで使用したカービングスキーの特性は横ずれを起こしにくく、ターンの回転軌道に乗って滑る（全日本スキー連盟，1999）。陸上用具の特性は走行中車輪の横方向にやや抵抗を受けるため、スキー同様に横ずれが起こしづらく、できるだけ用具をコントロールしながら運動方向の調整で力の投入が重要である。

3. 6筋のターン全体および動作相別にみた平均筋活動量

表2には、平均筋活動量について雪上のスキーと陸上のグレステン、インラインスケート、ツリスによるターン全体、そして始動期-舵取り期-仕上げ期の動作相についてそれぞれの筋に分けて示した。

前脛骨筋の平均筋活動量では、ターン全体をみるとスキーが45.98%IMVC、インラインスケートとツリスが同値の52.55%IMVC、そして最も少ないグレステンが27.34%IMVCであった。動作相別の筋活動量ではスキーの場合始動期から舵取り期に量が増えて、仕上げ期にそれよりも減少した。このような傾向がインラインスケートおよびツリスにもみられた。しかし、グレステンの場合始動期から舵取り期、そして仕上げ期と増加していった。腓腹筋の平均筋活動量では、ターン全体について値がスキー21.82%IMVC、インラインスケート17.91%IMVC、ツリス19.36%IMVCと少ない割合であったが、グレステンだけが51.28%IMVCとそれよりも大きな割合を示した。動作相別の筋活動量ではスキー、インラインスケート、ツリスが少なく。また高い量を示したグレステンも同様に始動期から舵取り期に移行しながら増え、そして仕上げ期に減少するというパターンであった。大腿直筋の平均筋活動量では、ターン全体についてスキーが36.81%IMVC、グレステンが27.44%IMVC、そしてインラインスケート84.14%IMVCおよびツリスの69.08%IMVCが他の2練習具よりも大きかった。動作相別の筋活動量をみると、スキーおよびグレステンが始動期よりも舵取り期が減少し、そして仕上げ期に量が増

表2 運動時の各筋および各動作位相の平均筋活動量 (%)

被験筋：前脛骨筋	アルペンスキー	G. グランジャー	インラインスケート	ツリス
ターン全体	45.98	27.34	52.55	52.55
始動期	54.64	20.10	59.39	14.09
舵取り期	62.41	29.06	66.95	76.95
仕上げ期	27.25	32.16	20.09	11.66
被験筋：腓腹筋	アルペンスキー	G. グランジャー	インラインスケート	ツリス
ターン全体	21.82	51.28	17.91	19.36
始動期	12.42	47.00	18.07	19.48
舵取り期	26.14	58.36	19.88	17.49
仕上げ期	23.46	32.16	14.80	19.60
被験筋：大腿直筋	アルペンスキー	G. グランジャー	インラインスケート	ツリス
ターン全体	36.81	27.44	84.14	69.08
始動期	42.31	49.73	53.03	54.36
舵取り期	23.28	26.78	147.37	66.17
仕上げ期	45.13	41.60	44.56	50.86
被験筋：内側広筋	アルペンスキー	G. グランジャー	インラインスケート	ツリス
ターン全体	36.30	62.52	33.53	37.33
始動期	45.02	25.97	39.31	29.42
舵取り期	45.89	74.19	36.85	29.17
仕上げ期	23.31	31.51	19.66	25.75
被験筋：大腿二頭筋	アルペンスキー	G. グランジャー	インラインスケート	ツリス
ターン全体	11.24	85.09	21.29	22.21
始動期	10.28	57.66	21.29	15.58
舵取り期	12.72	89.85	23.77	20.63
仕上げ期	10.13	44.39	22.67	31.29
被験筋：大殿筋	アルペンスキー	G. グランジャー	インラインスケート	ツリス
ターン全体	21.40	44.01	13.91	13.70
始動期	20.70	36.85	12.32	17.37
舵取り期	23.72	50.21	13.99	13.89
仕上げ期	13.72	50.41	16.21	12.40

加した。インラインスケートおよびツリスが始動期から舵取り期に大きくなり、仕上げ期にこれまでの小さくなるパターンであった。内側広筋の平均筋活動量では、ターン全体についてスキーが36.30%IMVC、インラインスケートが33.53%IMVC、ツリス37.33%IMVCと近似値を示したが、グレステンがそれよりも倍近い大きな値であった。動作相別の筋活動量についてスキー、インラインスケート、ツリスの3つの練習具は始動期、舵取り期に量的に変化がないが、グレステンだけが始動期から舵取り期に増え、仕上げ期に減る傾向があらわれた。大腿二頭筋の平均筋活動量では、ターン全体について4つの練習具のなかでグレステンが85.09%IMVCと最も高く、その他ではスキーが11.24%IMVC、インラインスケート21.29%IMVC、ツリスが22.21%IMVCと低い値であった。動作相の筋活動量は量的な違いがあるものの、4つの陸上練習具には始動期から舵取り期に高くなり、そして仕上げ期に低くなるというパターン傾向

があらわれた。大殿筋の平均筋活動量では、ターン全体をみてスキーが21.40%IMVC、インラインスケートが13.91%IMVC、ツリスが13.70%IMVCであったが、グレステンがそれよりも上回る筋活動量44.01%IMVCを示した。動作相別ではスキー、グレステン、インラインスケートの筋活動量増減パターンがほぼ近似した傾向であるが、ツリスの少ない割合のなかでは多少の量的な増減の異なるパターンがわずかであるがみられた。

これまで雪上スキーの技術向上をねらいとした夏場の陸上練習用具がいろいろ開発されてきた。そのなかで以前から活用されていたグレステン・グランジャーについては筋電図あるいは下肢関節角度の測定から雪上スキー運動に近似した動作がみられることが報告されている（加藤他，2006）。本研究では、さらに2つのインラインスケートおよびツリスを加え、この練習具がどの程度夏場の技術練習に役立つかを検証する目的で筋電図測定を実施した。今回、運動時に使用した練習具についてスキーの形状および運動特性を比較すると、陸上の練習具では長さが短く、グレステンとツリスがスキー靴、またインラインスケートでは特製の靴で、走行面が特殊ゴム製の複合車輪か、1列あるいは2列の横滑りの少ない性能を備えている。また、使用施設は走行バーンと車輪を考えると、雪面より摩擦が大きく発生するものと推測できる。現在のスキー板ではサイドカーブの深さによる形状特有の性能で縦方向に横ずれがなく、滑走面との摩擦が少ないなかで滑走できる。このことが筋活動量の違いにあらわれたのではないかと推測する。グレステンの場合特に走行面に対する用具の操作性から量的に影響を及ぼした。しかし、走行面の材質の違いがあるが、同様に硬いアスファルト上での運動のインラインスケートおよびツリスでは前脛骨筋にやや活動量が多いものの、3動作相やそれ以外の筋量がスキーと同じであった。雪上スキー操作に働く筋活動について3動作相を陸上練習具と質的に比較すると、始動期から量が増え、舵取り期にさらに増え、そして仕上げ期に減少している変化が大部分の筋にあらわれ、近似性がみられた。

本測定では4用具使用してできるだけ同じ運動コースの条件を計画したが、スキーの場合雪上、グレステンの場合特殊硬状バーン、インラインスケートおよびツリスの場合通常のアスファルトで異なり、運動スピードが違った。そのため、測定では運動しやすいように適度の斜度に変えたりした。今回の筋電図測定では被験者が1名を対象に、雪上のスキー、陸上の3練習具のグレステン、インラインスケート、そしてツリスを使用した際に収集したデータを分析してまとめたが、今後さらに増やして検討していきたい。

結 論

スキー指導員の資格を有する、またグレステンを指導している男性を被験者とし、表面筋電図および関節角度計、そしてVTR撮影記録から雪上のスキーと、陸上のグレステン、インラインスケート、そしてツリスの、計4つの運動時による筋活動（右側下肢の6被験筋）について分析した。

1. 各筋の平均筋活動量について、スキーとインラインスケートでは前脛骨筋、大腿直筋、そして内側広筋に、またグレステンが腓腹筋、内側広筋、大腿二頭筋に、ツリスが大腿直筋および大腿二頭筋に割合が多かった。また、膝関節角度ではスキー同様に3つの練習具と同じ傾向であったが、股関節角度ではスキー、インラインスケートツリスがほぼ似た値で、インラインスケートが高かった。
2. 総平均筋活動量について、ターン全体ではスキーが陸上練習具の3台より低く、そのなかでグレステンが最も多く、始動期ではスキー同様の活動量で、舵取り期ではスキーよりも陸上練習具3台とも大きく、仕上げ期ではスキーがインラインスケートと、グレステンとツリスが同じような値であった。
3. 3期に区分した動作相の6筋の平均筋活動量について、前脛骨筋ではスキーがインラインスケートと、腓腹筋ではスキーがインラインスケートおよびツリスと、大腿直筋ではスキーがグレステンと、内側広筋、大腿二頭筋、そして大殿筋ではスキーがインラインスケートとツリスと量的に同じ傾向にあり、また、大部分の筋活動がスキー同様に動作相の舵取り期に高かった。

文 献

- Clarys JP, Van Puymbroeck L, Publie J, et al (1986): Influence of ski materials on muscle activity. *J. Sports Sci.*, 4: 129-139.
- Hintermeister RA, O'connor DD, Dillman CJ, et al (1995): Muscle activity in slalom and giant slalom skiing. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27: 315-322.
- Hintermeister RA, O'connor DD, Dillman CJ, et al (1997): Muscle activity in wedge, parallel, and giant slalom skiing. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29: 548-553.
- 本間侃 (1993) : 世界が注目するグレステンスポーツの全貌-オールシーズンスキーの夢が型になった, *Ski Comp*, No. 156: 50-59.
- 海野義範 (2000): インラインスケートレーニングBOOK, ノースランド出版, 東京, 14-19.
- 加藤満・稲田尚史 (2006): 雪上および陸上スキー運動における筋電図学的研究-アルペンスキー, グレステン・グランジャーの筋電図および下肢関節角度の比較から-, 浅井学園大学生涯学習システム学部研究紀要 第6号, 1~10.
- 加藤満・川初清典・須田力・室木洋一・中川功哉 (1989): スキーの小回りパラレルターンにおける前脛骨筋および長指伸筋の特有な働きについて, 第9回バイオメカニクス学会, 杏林書院, 東京. 132-137.
- Kemmler J. (1976): *perfektes skitraining im schnee + zuhause*, BLV Verlagsgesellschaft, Muenchen
- 前嶋孝・石河利寛・形本静夫他 (1980): 身体運動の科学II, 身体運動のスキル。スキー回転

- 技術に関する筋電図学的研究. 杏林書院. 東京. P. 201-208.
- 文部省 (1999): 小学校学習指導要領解説—体育編. 東山書房. 京都. p.10 清水史郎 (1995): 科学的スキー上達法. 講談社, 東京. P. 28-41.
- Zeglinski CM, Swanson SC, SelfBP, et al (1998): Muscle activity in the slalom turn of alpine skiing and in-line skating. Int. J. Sports. Med., 19: 447-454.
- 全日本スキー連盟 (1998): 日本スキー教程, スキージャーナル. 東京. P. 12-42.
- 全日本スキー連盟 (1998): CARVING・カービングスキーのスキー指導. スキージャーナル. 東京. P. 94-95.

謝 辞

稿を終わるに当たり, 今回の被験者の松原敏行氏 (網走市在住), 札幌医科大学保健医療学部 谷口圭吾先生, そして津別町教育委員会社会教育課社会体育係職員の皆さんに多大なご協力を戴きここに記して感謝の意を表したい。

本研究は, 平成17年度浅井学園大学共同研究による助成 (研究代表 加藤 満) を受けておこなったことを記して感謝の意を表します。