

## CASE STUDY

MRIによる国内一流スキージャンプ選手における  
筋の形態的特性と筋出力特性松垣 紀子<sup>\*</sup> 久野 譜也<sup>\*\*</sup> 秋間 広<sup>\*\*\*</sup>高橋 英幸<sup>\*\*\*\*</sup> 板井 悠二<sup>\*\*\*\*\*</sup> 村木 征人<sup>\*\*\*\*\*</sup>竹村夫美子<sup>\*\*\*\*\*</sup> 中嶋 寛之<sup>\*\*</sup> 勝田 茂<sup>\*\*\*\*\*</sup>Characteristics of Muscle Cross-Sectional Area  
and Strength in the Elite Ski-Jumpers by MRI

Noriko MATSUGAI<sup>\*</sup>, Shin-ya KUNO<sup>\*\*</sup>,  
Hiroshi AKIMA<sup>\*\*\*</sup>, Hideyuki TAKAHASHI<sup>\*\*\*\*</sup>, Yuji  
ITAI<sup>\*\*\*\*\*</sup>, Yukito MURAKI<sup>\*\*\*\*\*</sup>, Fumiko TAKE-  
MURA<sup>\*\*\*\*\*</sup>, Hiroyuki NAKAJIMA<sup>\*\*</sup>  
and Shigeru KATSUTA<sup>\*\*\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> Japan Women's College of Physical Education  
<sup>\*\*</sup> Department of Sports Sciences, College of Arts  
and Sciences, The University of Tokyo  
<sup>\*\*\*</sup> Doctoral Program of Health and Sport Sciences,  
University of Tsukuba  
<sup>\*\*\*\*</sup> Doctoral Program in Medical Science,  
University of Tsukuba  
<sup>\*\*\*\*\*</sup> Department of Radiology,  
Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba  
<sup>\*\*\*\*\*</sup> Institute of Health and Sport Sciences,  
University of Tsukuba  
<sup>\*\*\*\*\*</sup> Faculty of Education, Saitama University

## Abstract

Muscle cross-sectional area by MRI, muscle strength, ver-

<sup>\*</sup> 日本女子体育大学体育学部  
<sup>\*\*</sup> 東京大学教養学部  
<sup>\*\*\*</sup> 筑波大学大学院博士課程体育科学研究科  
<sup>\*\*\*\*</sup> 筑波大学大学院博士課程・医学研究科  
<sup>\*\*\*\*\*</sup> 筑波大学臨床医学系・放射線科  
<sup>\*\*\*\*\*</sup> 筑波大学体育科学系  
<sup>\*\*\*\*\*</sup> 埼玉大学教育学部

tical jump and standing long jump were measured in the elite ski-jumpers to evaluate the muscle morphological and functional characteristics compared with jumpers (Track & Field). In area of m. rectus femoris, ski-jumpers (18.5 cm<sup>2</sup>) were larger than jumpers (13.7 cm<sup>2</sup>), although quadriceps femoris was similar in both ski-jumpers and jumpers. There was a difference of hamstring area between ski-jumpers (102.8 cm<sup>2</sup>) and jumpers (119.1 cm<sup>2</sup>), but this difference was not statistically significant. Isokinetic strength of knee extensor and knee flexor were significantly lower in the ski-jumpers. In particular, the strength of knee flexor showed a tendency to decrease. Furthermore, torque output per unit of muscle area (peak torque/area) were significantly lower in the ski-jumpers. There was significant positive relation between standing long jump and hamstring area ( $r=0.738$ ,  $p<0.01$ .)

## 緒言

スキージャンプ競技は他のスキー競技とは異なり、スタートからフィニッシュまでが極めて短時間で行なわれる。また、他の跳躍動作とも異なり助走速度が極端に大きいところから踏切がなされるため<sup>5)</sup>、高度のスキルを必要とする種目とされている。そのために、これまでスキージャンプ競技の研究は、アプローチ姿勢、空中姿勢といったバイオメカニクスのアプローチが主で<sup>13,14,16)</sup>、選手の体力的

受付 平成4年6月30日  
受諾 平成5年12月9日

なアプローチは数少ないのが現状である<sup>15,16)</sup>。したがって、一流スキージャンプ選手の体力特性を明らかにすることは、同時にスキージャンプ競技の種目特性もみることになり、競技力向上のためのトレーニング内容を考えるときの重要な基礎資料になると考えられる。

そこで、本研究では国内一流スキージャンプ選手の筋横断面積および筋出力を測定し、同じ跳躍系の種目である陸上競技跳躍選手と比較することから、その筋の形態的特性および筋出力特性を明らかにすることを目的とした。

## 方 法

### 1. 被検者

被検者は1991年の国内ランキング1～7位までのスキージャンプ選手7名(21.5±1.9歳)である。このうち3名はアルベールビル冬季オリンピックに出場した。比較の対照として陸上競技跳躍選手4名(25.5±3.6歳)を用いた。競技レベルはスキージャンプ選手と同様の全日本レベルとした。表1にスキージャンプ選手および跳躍選手の身体特性を示した。スキージャンプ選手は身長、体重で跳躍選手より有意に低値を示した( $p < 0.001$ )。測定はスキージャンプ競技のオフシーズンにあたる5月に行なわれた。

表1 被検者の身体特性および競技レベル

	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	競技レベル
スキージャンプ選手 (n=7)	21.5±1.9	169.1±4.1	57.5±3.8	国内ランキング 1～7位
対照群 陸上競技跳躍選手 (n=4)	25.5±3.6	180.5±1.8	71.0±5.6	日本記録保持者2名 日本歴代2位1名 アジア大会第3位1名

平均値±標準偏差

### 2. MRIによる筋横断面積の測定

MRIの撮影には筑波大学附属病院に設置されている超電導MR装置(Signa; GE, 1.5T)を用いた。測定の際には、あらかじめ下半身の縦断像を撮影し、その像より大転子と脛骨頭の外側顆間結節を同定し、この間の遠位70%の位置を決定した。横断像はこの位置より遠位方向へ14枚等間隔で撮影した。

用いたパルスシーケンスは900/20 msec, スライス厚は10 mm, スライス間隔は12 mmとした。なお、撮影時被検者には右膝関節を完全に伸展させ、さらに膝および臀部に特製の台を用い、大腿部筋横断面積に影響を及ぼさないように考慮した。

筋横断面積の測定は、14スライスのうち各筋群が測定可能な11のスライスについて行なった。分析部位は全横断面積、大腿直筋、外側広筋、内側広筋+中間広筋、大腿の屈曲に貢献する筋群(大腿二頭筋、半膜様筋、半腱様筋、大内転筋、長内転筋、短内転筋および薄筋の横断面積の和、以下ハムストリングとする)、縫工筋について分析し、さらに全筋横断面積(筋のみの横断面積)、脂肪面積を算出した。

### 3. 等速性最大筋力の測定

等速性最大筋力はバイオデックス(バイオデックス社製)を用いて、角速度30、180 deg/secで脚伸展筋力および脚屈曲筋力を右脚について測定した。脚伸展筋力は椅座位姿勢からできるだけ速く膝関節を伸展させる動作を行なったとき、脚屈曲筋力は、脚伸展筋力を発揮して膝が伸展した状態から続けて膝関節を屈曲させる動作をそれぞれ3回ずつ行なったときに発揮された最大値を等速性最大筋力(ピークトルク)とした。

### 4. フィールドテストの測定

基礎的な運動能力をみるフィールドテストのうち、立幅跳びと垂直跳びの測定を行なった。立幅跳びは腕・脚の反動作用を十分に用いて2回行ない、値の良い方を記録とした。垂直跳は腕の振込みがなく脚の反動動作のみを用いる垂直跳び(CMJ)、最もスキージャンプの踏切動作に近く、腕の振込み、脚の反動を用いないスクワットジャンプ(SJ)および台高30 cmからのデプスジャンプ(DJ)を行なった。CMJ, SJ, DJは中西らの方法<sup>9)</sup>に従って、スポーツタイマーに接続したマットスイッチ上で行ない、その滞空時間をタイマーで計測し(sec)、以下の式から跳躍高(m)を算出した。

$$\text{跳躍高} ; H_i = 1/2g(\text{Tai}/2)^2$$

( $H_i$ ; 跳躍高、 $Tai$ ; 滞空時間、 $g$ ; 重力加速度)

なお、CMJ, SJ, DJの測定についてはスキージャンプ選手のみ行なった。

結果

1. スキージャンプ選手の筋横断面積

スキージャンプ選手と陸上跳躍選手の大腿部筋横断面積(平均値)を大腿長遠位70%の位置から遠位方向に連続的に示したものが図1である。大腿四頭筋とハムストリングを合わせた横断面積は大腿部近位から5番目のスライスまではスキージャンプ選手と跳躍選手との間に有意差はみられなかったが、大腿下部(膝に近い部分)になればなるほど跳躍選手が有意に高値を示した(6番目  $p < 0.01$ , 7~11番目  $p < 0.001$ )。大腿四頭筋横断面積において、スキージャンプ選手は跳躍選手と同じ大腿部近位から3番目のスライス位置で同様の最大値を示した。しかしながら、臀部に近い部分、特に大腿下部ではスキージャンプ選手が少ない傾向にあった。ハムストリング筋横断面積については、スキージャンプ選手が跳

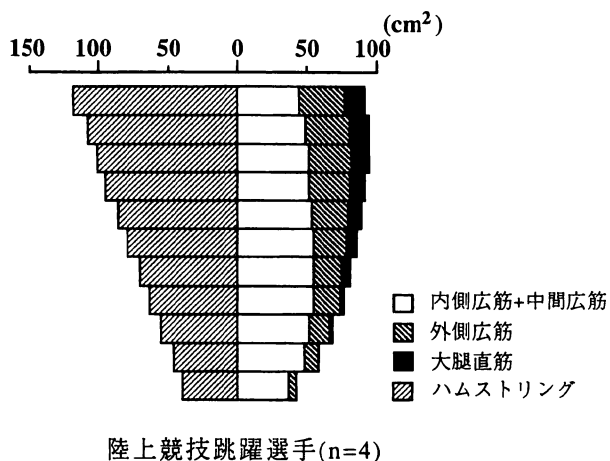
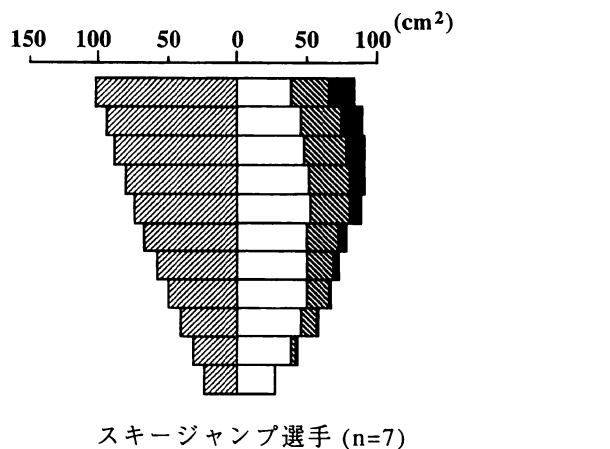


図1 スキージャンプ選手, 陸上競技跳躍選手における各スライス位置の大腿部筋横断面積(大腿上部から下部に向かって示す)。

躍選手と比較して、どのスライス位置においても約  $15 \text{ cm}^2$  少なかった。

図2にスキージャンプ選手および陸上跳躍選手の大腿長遠位70、50%部位における筋横断面積について示した。遠位70%部位では大腿四頭筋横断面積は  $85.1 \pm 8.4 \text{ cm}^2$ ,  $91.3 \pm 7.5 \text{ cm}^2$  (スキージャンプ選手, 陸上跳躍選手の平均値±標準偏差; 以下同じ) で有意差がみられなかった。大腿四頭筋を構成する各筋群では、大腿直筋の横断面積が  $18.5 \pm 1.4 \text{ cm}^2$ ,  $13.7 \pm 2.7 \text{ cm}^2$  であり、スキージャンプ選手が有意に高値を示した ( $p < 0.001$ )。外側広筋、内側広筋+中間広筋については陸上跳躍選手で有意に大きかった ( $p < 0.05$ )。ハムストリング筋横断面積は  $102.8 \pm 8.9 \text{ cm}^2$ ,  $119.1 \pm 15.8 \text{ cm}^2$  で統計的な有意差は認められなかったが、跳躍選手で大きい傾向を示した。遠位50%部位では70%部位と異なり、どの筋群においても有意差は認められなかった。また、遠位30%部位においても両群間で差は認められなかった。

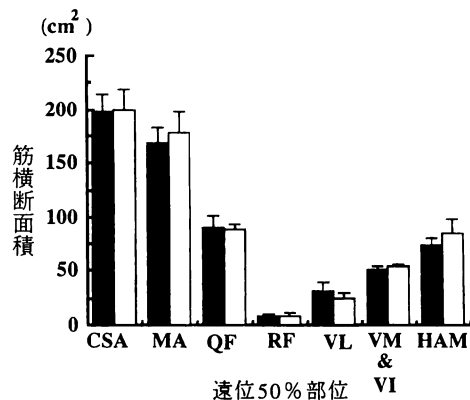
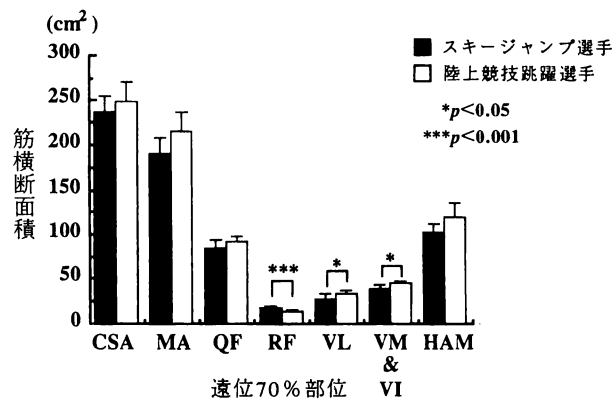


図2 スキージャンプ選手, 陸上競技跳躍選手における大腿長遠位70, 50%部位の筋横断面積. CSA: 全横断面積, MA: 全筋横断面積, QF: 大腿四頭筋, VM & VI: 内側広筋+中間広筋, VL: 外側広筋, RF: 大腿直筋, HAM: ハムストリング

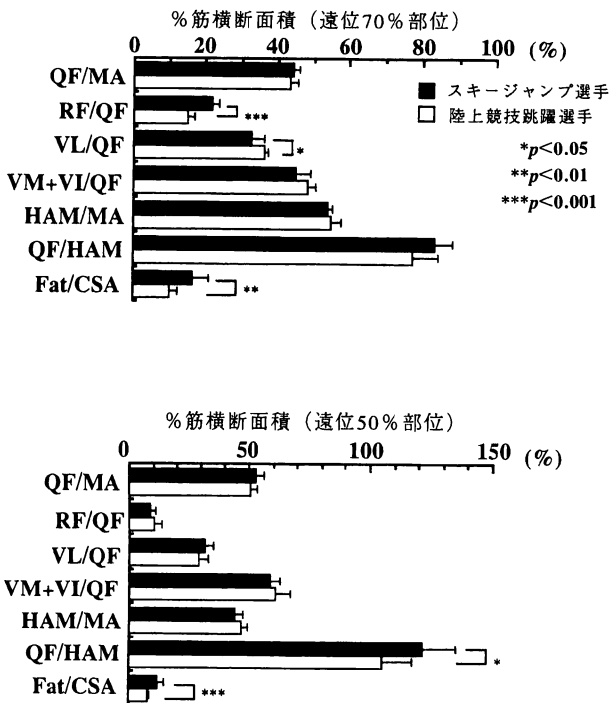


図3 スキージャンプ選手、陸上競技跳躍選手における大腿長遠位70, 50%部位の全筋横断面積に対する大腿四頭筋、ハムストリング筋横断面積の割合、および大腿四頭筋に対する大腿四頭筋筋群横断面積の割合。Fat：脂肪面積、他の記号については図2と同じ筋を示す。

スキージャンプ選手および陸上跳躍選手の遠位70, 50%部位における大腿四頭筋、ハムストリング筋横断面積の全筋横断面積に対する割合(QF/MA, HAM/MA)および大腿四頭筋を構成する各筋群の大腿四頭筋横断面積に対する割合を示したものが図3である。遠位70%部位において大腿直筋の大腿四頭筋に対する割合(RF/QF)は $21.8 \pm 1.9\%$ 、 $14.9 \pm 2.2\%$ であり、スキージャンプ選手が0.1%水準で有意に高値を示した。外側広筋の大腿四頭筋に対する割合(VL/QF)は $32.7 \pm 4.0\%$ 、 $36.5 \pm 1.0\%$ で跳躍選手が有意に大きかった。脂肪面積の全横断面積に対する割合(Fat/CSA)は、スキージャンプ選手が有意に高値であった( $p < 0.01$ )。また、遠位50%部位においては、大腿四頭筋のハムストリング筋横断面積に対する割合(QF/HAM)で5%水準、Fat/CSAでは0.1%水準で有意にスキージャンプ選手が大きかった。その他については統計的な有意差は認められなかった。遠位30%部位では、Fat/CSAについてスキージャンプ選手が有意に高値を示した( $p < 0.001$ )。

## 2. スキージャンプ選手の等速性筋力

図4はスキージャンプ選手、陸上跳躍選手の等速性脚伸展筋力および脚屈曲筋力について示したものである。伸展筋力においては30 deg/secで両群に有意差はみられなかったが、180 deg/secでは $160.9 \pm 16.8$  Nm、 $192.3 \pm 21.9$  Nmと5%水準で跳躍選手が有意に大きい値を示した。屈曲筋力においては30 deg/secで $118.1 \pm 14.2$  Nm、 $171.5 \pm 38.2$  Nmと1%水準、180 deg/secでは $83.5 \pm 6.9$  Nm、 $125.5 \pm 14.2$  Nmと0.1%水準で跳躍選手が有意に高値を示した。

図5はスキージャンプ選手、陸上跳躍選手の単位面積あたりの等速性脚伸展筋力および脚屈曲筋力について示したものである。脚伸展筋力は大腿四頭筋の横断面積、屈曲筋力はハムストリング筋横断面積で除した。なお、筋横断面積は全スライスにおける最大値を用いた。脚伸展筋力において30 deg/secで $2.9$  Nm/cm<sup>2</sup>、 $3.6$  Nm/cm<sup>2</sup>、180 deg/secでは

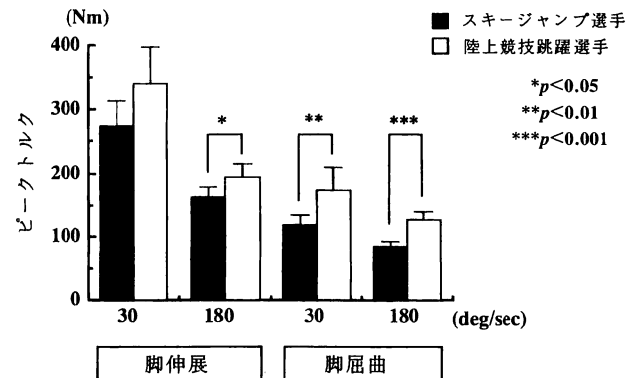


図4 スキージャンプ選手、陸上競技跳躍選手の各角速度における等速性脚伸展筋力および脚屈曲筋力。

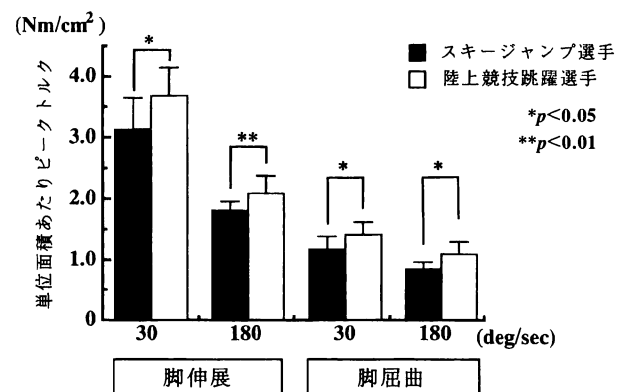


図5 スキージャンプ選手、陸上競技跳躍選手の各角速度における単位面積あたりの脚伸展筋力および脚屈曲筋力。

1.7 Nm/cm<sup>2</sup>, 2.0 Nm/cm<sup>2</sup> であり、跳躍選手がそれぞれ 5% 水準、1% 水準で有意に大きかった。脚屈曲筋力においては 30 deg/sec で 1.2 Nm/cm<sup>2</sup>、1.4 Nm/cm<sup>2</sup>, 180 deg/sec では 0.8 Nm/cm<sup>2</sup>, 1.1 Nm/cm<sup>2</sup> であり、跳躍選手が高値を示した ( $p < 0.05$ )。

### 3. スキージャンプ選手の垂直跳びおよび立幅跳び

スキージャンプ選手、陸上跳躍選手のフィールドテスト(垂直跳び、立幅跳び)の結果を表2に示した。垂直跳びはスキージャンプ選手についてのみ行なった。立幅跳びは跳躍選手がスキージャンプ選手

表2 スキージャンプ選手、陸上競技跳躍選手における垂直跳(CMJ, SJ, DJ)および立幅跳。CMJ:脚の反動動作を用いる垂直跳, SJ:スクワットジャンプ, DJ:デブスジャンプ

	垂直跳			立幅跳
	CMJ	SJ	DJ	
スキージャンプ選手 (n=7)	48.4±2.1	44.9±5.4	42.0±2.9	274.0±11.7
陸上競技跳躍選手 (n=4)	—	—	—	315.5±8.1***

平均値±標準偏差(cm)  
\*\*\*  $p < 0.001$

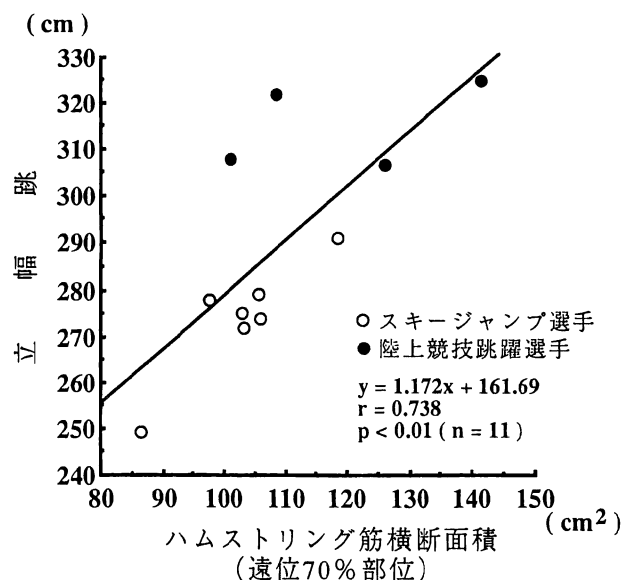


図6 スキージャンプ選手、陸上競技跳躍選手におけるハムストリング筋横断面積(遠位70%部位)と立幅跳の記録との関係。

と比較して、0.1%水準で有意に高値を示した。

図6にはスキージャンプ選手と陸上跳躍選手の遠位70%部位におけるハムストリング筋横断面積と立幅跳びとの関係について示した。両者の間には1%水準の有意な正の相関関係がみられた( $r = 0.738$ )。

## 考 察

### 1. 筋横断面積

本研究では大腿四頭筋、ハムストリングの筋横断面積について大腿長遠位70, 50, 30%のいずれの部位においてもスキージャンプ選手と陸上跳躍選手との間に有意差は認められなかったが、大腿四頭筋を構成する大腿直筋の横断面積において、スキージャンプ選手が有意に高値を示した。

勝田と久野<sup>7)</sup>はMRIを用いて、7つの競技種目の日本代表あるいは日本ランキング10位内の選手の遠位70, 50, 30%部位の大腿部筋横断面積を計測している。それによると、遠位70%部位において大腿四頭筋横断面積は陸上投てき選手が103.3 cm<sup>2</sup>, スピードスケート選手が94.8 cm<sup>2</sup>, サッカー選手が93.7 cm<sup>2</sup>, 中距離選手が84.3 cm<sup>2</sup>, 短距離選手が81.2 cm<sup>2</sup>であった。これらの値と本研究のスキージャンプ選手を比較してみると、投てき、スピードスケート、サッカーよりは少なく、中距離、短距離とほぼ同様な値であった。遠位50, 30%部位においても、スキージャンプ選手は中距離選手と同様な値であった。ハムストリング筋横断面積については、最大値を示す遠位70%部位において、投てき選手が136.4 cm<sup>2</sup>, サッカー選手121.1 cm<sup>2</sup>, 短距離選手117.5 cm<sup>2</sup>, 中距離選手が116.2 cm<sup>2</sup>であった。本研究のスキージャンプ選手はどの種目よりも低値を示した。この傾向は遠位50, 30%部位についてもみられた。さらに、大腿四頭筋を構成する大腿直筋横断面積では、遠位70%部位においてサッカー選手が20.6 cm<sup>2</sup>, 投てき選手18.7 cm<sup>2</sup>, 短距離選手13.9 cm<sup>2</sup>, 中距離選手13.4 cm<sup>2</sup>であり、本研究のスキージャンプ選手は投てき選手と同様な値である。

異なる競技種目間で筋横断面積を比較しようとするとき、形態差による筋横断面積への影響を考慮する必要があるといわれている<sup>7,12)</sup>。本研究においても、全筋横断面積は遠位30%部位を除いて身長、体重との間に有意な相関関係を認めた(身長;  $r =$

0.927-0.964,  $p < 0.01-0.001$ 、体重;  $r = 0.756-0.933$ ,  $p < 0.05-0.01$ )。このことから、筋横断面積の差は部分的に形態の差によることが考えられ、異なる競技種間で比較を行なう場合、あるいは形態の大きさが異なる者と比較を行なう場合には、絶対値による筋横断面積の評価は筋の種目特性を正確に現わすことにはならないであろう。

このことをふまえて、形態差を考慮するために大腿四頭筋の全筋横断面積に対する割合(QF/MA)、大腿四頭筋を構成する各筋の大腿四頭筋横断面積に対する割合、ハムストリングの全筋横断面積に対する割合(HAM/MA)を求めたところ、QF/MA、HAM/MAではスキージャンプ選手と跳躍選手において有意差は認められなかった。しかしながら、大腿四頭筋を構成する各筋の割合についてみると、大腿上部(遠位70%部位)におけるRF/QFでスキージャンプ選手が有意に高値を示した。これは陸上での跳躍動作において、膝関節を伸展する際に大腿直筋に筋放電がみられるが、スキージャンプ動作においても踏切と着地時に特に筋放電が強くみられること<sup>14,16)</sup>、また、スキージャンプは両脚踏切、陸上跳躍は片脚踏切であり、踏切角度がそれぞれの種目で異なることから<sup>5)</sup>、この跳躍動作様式の違いが大腿直筋に異なる負荷を与えていることが推察される。

脂肪面積の全横断面積に対する割合(Fat/CSA)について大腿長遠位70, 50, 30%のいずれの部位においてもスキージャンプ選手は有意に高値を示した。このことは測定時期がスキージャンプのオフシーズンである5月に行なわれたこと、また、跳躍選手と異なり組織的な筋力トレーニングが少ないことなどが考えられる。

## 2. 等速性筋力

本研究において、スキージャンプ選手の等速性脚筋力は伸展筋力では180 deg/sec、屈曲筋力では30, 180 deg/secで跳躍選手よりも低値を示した。

跳躍選手の等速性筋力の値を100としたとき、スキージャンプ選手は伸展筋力において30 deg/secでは81.4%, 180 deg/secでは83.7%, 屈曲筋力については30 deg/secでは66.5%, 180 deg/secでは68.9%に相当し、特に屈曲筋力の値が低い傾向にあった。随意最大筋力は筋横断面積と筋の単位面積あたりの随意最大筋力との積で表わされることから<sup>6)</sup>、単位面積あたりの筋力を求めてみると、脚伸展

筋力、屈曲筋力ともいずれの角速度においても跳躍選手が有意に高値を示した。さらに、跳躍選手の単位面積あたりの等速性筋力を100とすると、スキージャンプ選手は脚伸展筋力で82.0, 83.5% (30, 180 deg/secの平均値)、脚屈曲筋力で80.6, 75.1%に相当した。このことから、スキージャンプ選手と跳躍選手の等速性筋力の差は、単位面積あたりの筋力の差であることが示唆される。しかしながら、脚屈曲筋力については単位面積あたりの筋力差以上に等速性筋力において差がみられることから、筋の量的な因子が影響を与えていることが考えられる。このことは有意ではなかったが、跳躍選手でハムストリング筋横断面積が大きい傾向にあること、また、スキージャンプ選手でQF/HAMが有意に大きいことから推察されるであろう。

## 3. フィールドテスト

スキージャンプの踏切は垂直になされ<sup>5)</sup>、垂直跳びの大小が踏切力に大きな影響を及ぼすと考えられていること<sup>16)</sup>から、垂直跳び(CMJ, SJ, DJ)の測定を行なった。

本研究の結果をインターカレッジ・レベルの陸上跳躍選手(未発表資料)および体育専攻学生男子<sup>11)</sup>と比較すると、スキージャンプ選手はどの様式の垂直跳びについても体育専攻学生(SJ: 30.6 cm, DJ: 29.7 cm)よりも大きく、跳躍選手(CMJ: 48.5 cm, SJ: 43.0 cm, DJ: 40.9 cm)と同等の値を示した。また、スキージャンプの踏切動作は屈曲姿勢からのSJに近いと考えられるため<sup>5)</sup>、他の様式の垂直跳びに対するSJの割合がスキージャンプ選手で高値を示すと思われた。そこで、SJ/CMJを求めたところ、スキージャンプ選手92.7%、跳躍選手で88.6%とほぼ同等の値を示した。これらのことはスキージャンプ競技においても陸上跳躍競技と同様にこの体力要素が高く要求されていることを示唆するものであろう。

小栗ら<sup>10)</sup>はさまざまな跳躍高の垂直跳びを行なわせたとき、高く跳躍すればするほど、股関節の屈曲角度は大きくなり、股関節を伸展させる際の単位時間あたりの最大角速度も速くなることから、高く跳躍するにつれて股関節が大きくなることを述べている。また、Bangert<sup>2)</sup>の関与は下肢関節の伸筋群の筋力トレーニングを行わせ垂直跳びの成績をみたところ、股関節を伸展させる筋群が垂直跳びに貢献していると報告している。

さらに、選手のスキージャンプ踏切動作のイメージに近く<sup>1,16)</sup>、脚パワーの指標でもある立幅跳びの測定も行なったところ、スキージャンプ選手は跳躍選手と比較して有意に低値を示した( $p < 0.001$ )。1988年のカルガリー冬季オリンピック大会において70、90 m級ジャンプの両種目で金メダルを獲得したフィンランドのニッカネン選手の立幅跳びの値は、陸上跳躍選手と同様に3 mを越えること(ナショナルチーム・コーチ、中村圭彦氏私信)から、立幅跳びの大小もスキージャンプ動作に何らかの影響を与えていることが考えられる。

立幅跳びは踏切の初速を生み出すために股関節の伸展筋力、最大角速度および動きの範囲が垂直跳びに比較して大きいという報告<sup>3,4)</sup>から、垂直跳び以上に股関節の伸展動作が貢献していることが推察される。股関節の伸展に部分的に貢献する筋群は、ハムストリングの中の大腿二頭筋、半膜様筋、半腱様筋、大内転筋があげられる<sup>8)</sup>。本研究においても、実際にハムストリング筋横断面積と立幅跳びの記録との間に有意な相関関係が得られたことから、スキージャンプ選手と跳躍選手の立幅跳びの差は、ハムストリング筋横断面積の差がかかわっていると考えられる( $r = 0.738$ ,  $p < 0.01$ )。

*Virmavirta and Komi*<sup>13)</sup>はワールドカップにおいて優秀な成績を収めた2名を含むスキージャンプ選手4名について、実際のスキージャンプ動作における下肢の筋活動を記録した。それによると、外側広筋、内側広筋は踏切全体にわたって活動しているが、大殿筋は股関節の伸展が起こり始める踏切後期に特に強く働き、その相対的な活性度は外側広筋、内側広筋よりも高いことを報告した。このことは、実際のスキージャンプの踏切動作においても股関節の伸展動作が重要な役割を果たしていることを示唆するものであろう。

スキージャンプ動作、フィールドテストとして行なった垂直跳び、立幅跳びで股関節の伸展動作が重要な役割を果たしていることが推察された。陸上でのトレーニングにおいて、垂直跳びや立幅跳びを効果的に用いることにより、実際のスキージャンプの踏切動作に何らかの貢献が期待できるものと思われる。

## まとめ

(1)全日本スキージャンプ選手(7名)および陸上跳躍選手(4名)の大腿部筋横断面積と等速性筋力、立

幅跳び、垂直跳びを測定し、選手群間で比較を行なった。なお、垂直跳はスキージャンプ選手についてのみ行なった。

(2)大腿部筋横断面積は大腿四頭筋、ハムストリングについて両選手群間で有意差は認められなかったが、スキージャンプ選手でハムストリングが小さい傾向にあった。また、大腿上部において大腿四頭筋を構成する大腿直筋はスキージャンプ選手で高値を示した。このことは、踏切動作様式のちがいが関連していることが示唆された。

(3)等速性筋力は脚伸展筋力、屈曲筋力ともスキージャンプ選手が低値を示した。特に屈曲筋力においてその傾向が大きくみられた。この等速性筋力の差は、単位面積あたりの筋力の差によることが示唆された。

(4)スキージャンプ選手と陸上跳躍選手では立幅跳びとハムストリング筋横断面積との間に有意な正の相関関係が得られた( $r = 0.738$ ,  $p < 0.01$ )。

## 文 献

- 1) 浅見俊雄ほか編：現代体育・スポーツ大系 16 スキー・スケート・そり競技，講談社，東京，1984，pp 47-51, 100-112.
- 2) *Bangerter, B.L.* : Contributive components in the vertical jump. *Res. Quart.*, 39 : 432-436, 1968.
- 3) *Eckert, H.M.* : Linear relationships of isometric strength to propulsive force, angular velocity, and angular acceleration in the standing broad jump. *Res. Quart.*, 35 : 298-306, 1964.
- 4) *Eckert, H.M.* : Angular velocity and range of motion in the vertical and standing broad jumps. *Res. Quart.*, 39 : 937-942, 1968.
- 5) 深代千之：1950年以降の跳躍研究史，ジャンプ研究。日本バイオメカニクス学会編。メディカルプレス，東京，1990，pp 8-16.
- 6) 福永哲夫：筋の活動性肥大と筋力。 *Jpn. J. Sports Sci.*, 2 : 13-22, 1983.
- 7) 勝田 茂，久野譜也：NMRによるスポーツタレント発掘に関する研究——一流選手の筋の形態とエネルギー代謝——平成2年度日本体育協会スポーツタレント発掘に関する研究第2報。1990，pp 37-46.
- 8) 宮畑彦彦ら：スポーツとキネシオロジー，スポーツ科学講座。大修館書店，東京，1965.
- 9) 西中恵三ら：トレーニング・コントロールテストとしてのエルゴジャンプの意義。日本体育学会第41回大会号，1990，p 704.
- 10) 小栗達也ら：跳躍動作発現の過程分析。 *体育学研究*, 14 (5) : 140, 1970.
- 11) 筑波大学体育専門学群編：平成4年度体力トレーニング理論・実習テキスト。1992，p 16.
- 12) 角田直也ら：大腿四頭筋断面積における各種競技選手の特異性。 *体力科学*, 35 : 192-199, 1986.
- 13) *Virmavirta, M. and P.V. Komi* : Electromyographic analysis of muscle activation during ski jumping perform-

ance. Int. J. Sport Biomechanics, 7:175-182, 1991.

- 14) 渡部和彦：レークプラシッド冬季オリンピック五輪をふりかえって—スポーツ医・科学の面からみた今後の課題—(スキージャンプ)一. 体協時報 4:18-21, 1980.
- 15) 渡部和彦：スキージャンプ選手の跳躍パワーの測定：種

- 目特性を考慮して. 昭和 56 年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集 No. II 競技種目別競技力向上に関する研究. No. 9 スキー. 1981, pp 143-147.
- 16) 渡辺俊男：スキージャンプ. 札幌オリンピックスポーツ科学研究報告. 日本体育協会. 1972, pp 9-56.