

スポーツマンの身体組成とローレル指数：スポーツ種目別相関

著者	松元 尚大, 谷口 紘八, 井福 裕俊, 大石 康晴, 大重 稿二
雑誌名	熊本大学教育学部紀要 自然科学
巻	46
ページ	77-85
発行年	1997-12-10
その他の言語のタイトル	Physical Characteristics, Body Composition, and Rohrer Index of Athletes in Different Sports Groups
URL	http://hdl.handle.net/2298/2340

スポーツマンの身体組成とローレル指数

— スポーツ種目別相関 —

松元尚大・谷口紘八・井福裕俊・大石康晴・大重稿二*

Physical Characteristics, Body Composition, and Rohrer Index of Athletes in Different Sports Groups

Hisahiro MATSUMOTO, Kohachi TANIGUCHI, Hirotoishi IFUKU,
Yasuharu OISHI, and Koji OSHIGE

(Received September 1, 1997)

Abstract

This study was designed to analyze the characteristics of the body composition of athletes in a variety of sports and to determine the relationships between body composition (percentage of body fat (%BF), amount of body fat (BF), lean body mass (LBM)) and the anthropometric index (Rohrer index). Subjects were 117 male students aged 18 to 22 years representing four different sports groups: gymnastics (n=21), basketball (n=18), baseball (n=45), and judo (n=33).

First, whole body impedance (BI) was measured by a portable total body fat analyzer (Tanita, TBF-102). Body density (BD) was predicted from the impedance according to the formula for adult Japanese male competitive athletes. Secondly, %BF was derived from BD according to the equation of Brozek et al.. Subsequently, the amount of BF was estimated by multiplying body weight by %BF, and LBM was obtained by subtracting BF from body weight. Finally, relationships between body composition and Rohrer index were investigated using correlation coefficients among the body compositions.

The results were as follows:

- 1) The average value and standard deviation ($X \pm SD$) of BF for athletes in judo, baseball, basketball, and gymnastics were 16.34 ± 2.04 kg, 7.45 ± 2.00 kg, 7.24 ± 2.04 kg, and 4.88 ± 1.27 kg, respectively, with significant differences ($P < 0.001$) in average values among the four groups.
- 2) For LBM the values were 73.76 ± 11.23 kg, 63.90 ± 5.51 kg, 61.64 ± 4.77 kg, and 54.61 ± 6.36 kg, respectively, with significant differences ($P < 0.001$) in average values among the four different sport-groups.
- 3) There was significant correlation between BF and Rohrer index ($r = 0.887$, $P < 0.001$), and LBM and Rohrer index ($r = 0.864$, $P < 0.001$) for athletes in judo. However, there was no significant correlation ($r < 0.448$, $P < 0.001$) between BF and Rohrer index, and between LBM and Rohrer index for athletes in gymnastics, basketball, or baseball. These findings suggest that the Rohrer index cannot be used as a substitute to predict the BF of athletes in a variety of sports.

Key words: body composition, Rohrer index, bioelectrical impedance (BI)

* 鹿児島大学大学院工学研究科: 〒 890 鹿児島市郡元 1-21-40

はじめに

身体組成の研究は、体脂肪量やスポーツ選手の筋力・パワーに大きく関係する除脂肪量を知る上で、スポーツ科学、体力科学、スポーツ医学等の分野において重要である。これまで、身体組成について多くの研究¹⁾⁻¹¹⁾が報告されているが、スポーツマンの身体組成に関する研究¹²⁾、なかでもスポーツ種目別に身体組成の特性について調べた研究¹³⁾⁻¹⁶⁾は少ない。

著者らは、先に栄研式キャリパーを使用した皮脂厚法により、皮下脂肪厚から体密度を推定して、スポーツ選手の体脂肪量、除脂肪量を算出して、スポーツ種目別身体組成について分析した。その結果、皮脂厚当たりの脂肪量の平均値、及び体重当たりの除脂肪量の平均値は、身体組成のスポーツ種目別特性を反映しており、その評価のための簡便な指標となることを報告¹⁶⁾した。

本研究では、Bioelectrical Impedance Method (BI法)により身体組成の脂肪量、除脂肪量、水分量を求め、スポーツ種目別の身体特性を明らかにして、これらと体格指数であるローレル指数および、BMI、肥満度、標準体重との相関関係を調べた。特に、日本で肥満の判定に最も多く使用されてきたローレル指数が肥満の判定のみならず身体組成を推定するための代用となり得るかどうかをスポーツ種目別に検討することを目的とした。

方 法

I. 対 象

大学運動部員 18 歳～22 歳の男子、117 名の学生を被験者とした。これらの学生が所属しているスポーツ種目と人数は、体操競技 21 名、バスケットボール 18 名、野球 45 名、柔道 33 名である。

II. 測定方法

形態：身長を計測し、体内脂肪計より体重を求め、これよりローレル指数(体重 kg/身長 cm³×10⁷)、BMI (Body mass index)：(カウプ指数)；(体重 kg/身長 m²)、標準体重(身長 m²×22)および肥満度((体重 kg-標準体重 kg/標準 kg)×100)を求めた。

- 1) 体密度：体密度(BD)は、タニタ製の体内脂肪計 BODY FAT ANALYZER (TBF-102)を使用してインピーダンスを測定し、このインピーダンスと身長、体重から、タニタ体重学研究所が提案した成人男性アスリート用の体密度の推定式(下記)により算出した。

$$\text{体密度 (BD)} = 1.117 - 0.079 \times W \times Z / (\text{Ht})^2 + 2.513 \times Z / (\text{Ht})^2$$

ただし、W：体重 (kg)、Ht：身長 (cm)、Z：インピーダンス (Ω)

- 2) 脂肪率 (%)：体脂肪率は上記の体密度(BD)を Brozek らの推定式¹⁷⁾(下記)に代入して求めた。

$$\text{Fat (\%)} = ((4.570/\text{BD}) - 4.142) \times 100$$

- 3) 脂肪量 (kg)：体重 (kg) に脂肪率 (%) を乗じて算出した。

- 4) 除脂肪量 (kg) : 体重 (kg) から脂肪量 (kg) を減じて算出した。
- 5) 水分量 (kg) : 除脂肪量 (kg) の 73.2% として算出した。

以上の測定にあたって、被験者には、測定前 12 時間以降のアルコール摂取、激しい発汗を伴う運動、測定前日の過度の摂食、及び摂水を制限した。また、測定前 3 時間以降の摂食摂水を禁止したが、測定直前の排尿の条件は付けていない。

結 果

I. 形態及び身体組成

1) 度数分布

4つのスポーツ種目別に運動部員の形態の体重とローレル指数および身体組成をヒストグラムで図 1. に示した。形態の項目である (1) 体重, (2) ローレル指数および身体組成の項目である (3) 脂肪量 (4) 除脂肪量 (5) 水分量の 5 項目の度数分布について、全体的な傾向をみると、バスケットボールのローレル指数を除けば、すべての項目の分布に共通して、体操競技の分布は左寄りの小さい値に分布し、バスケットボールと野球は、ほぼ中央に分布し、柔道は分布図の全範囲にわたって連続的に分布している。しかし、バスケットボールのローレル指数は、他の 3 つのスポーツ種目より左寄りの小さい値に分布している。

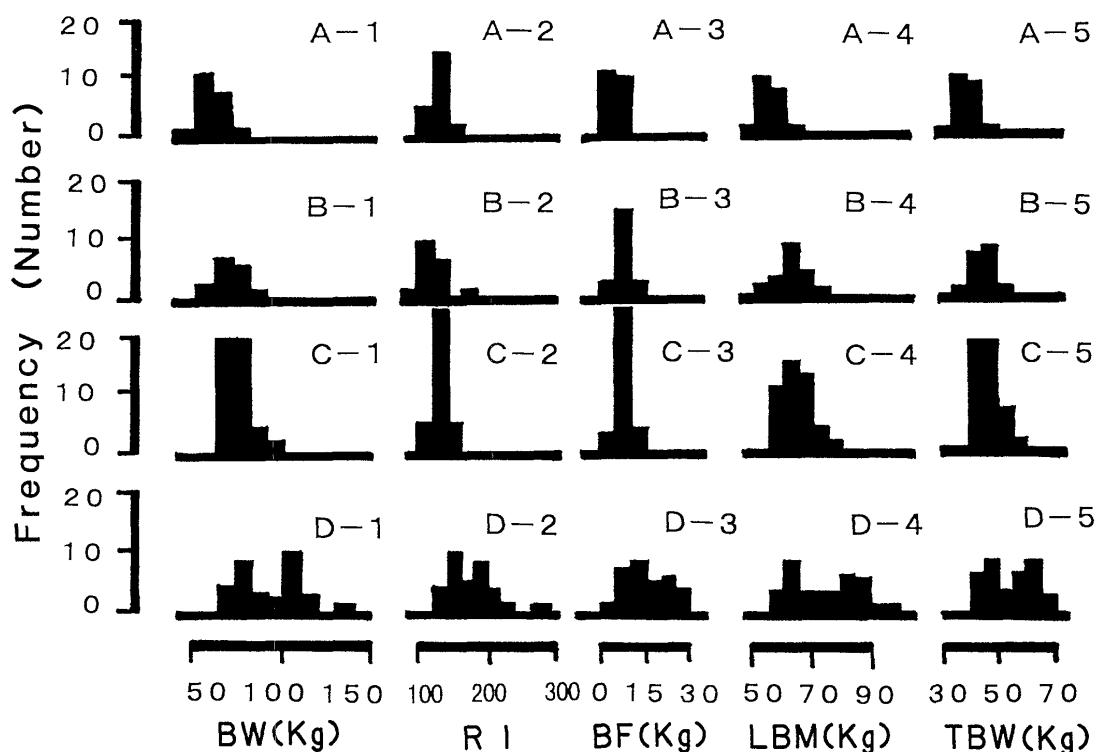


Fig. 1. Histogram of anthropometric index and body composition of the four groups.

A : gymnastics, B : basketball, C : baseball, D : judo. BW (A-1, B-1, C-1, D-1) : body weight, RI (A-2 ~ D-2): Rohrer index, BF (A-3 ~ D-3) : body fat, LBM (A-4 ~ D-4) : lean body mass, TBW (A-5 ~ D-5) : total body water.

Table 1. Average values and standard deviation of anthropometric index and body composition among the four groups

sport-groups	X SD	Height (cm)	Weight (kg)	% Fat (%)	Body fat (kg)	LBM ¹⁾ (kg)	TBW ²⁾ (kg)	BMI ³⁾ (kg/m ²)	SW ⁴⁾ (kg)	OR ⁵⁾ (%)	Rohrer Index
Gymnastic N=21	X SD	167.00 4.57	59.50 4.70	8.11 1.60	4.88 1.27	54.61 3.63	39.98 2.65	21.34 1.28	61.06 3.03	-3.06 5.79	127.91 8.64
Basketball N=18	X SD	179.83 9.31	68.88 6.52	10.36 2.07	7.24 2.04	61.64 4.77	45.11 3.49	21.34 2.19	71.33 7.34	-2.96 9.70	118.83 15.86
Baseball N=45	X SD	176.46 5.65	71.35 7.35	10.30 1.79	7.45 2.00	63.90 5.51	46.78 4.03	23.05 2.32	68.60 4.39	3.79 7.04	129.58 8.68
Judo N=33	X SD	173.09 5.55	90.09 19.88	16.97 5.77	16.34 9.21	73.76 11.23	53.99 8.21	30.84 8.33	66.00 4.22	35.67 26.67	173.27 34.18

¹⁾LBM : lean body mass ²⁾TBW : total body water ³⁾BMI : body mass index (body weight / height(m)²)

⁴⁾SW : standard weight (height (m)² × 22) ⁵⁾OR : obesity rate ((weight - SW) / SW × 100)

2) 平均値

上述の5項目と身長、脂肪率、BMI、標準体重および肥満度を、スポーツ種目別に平均値で示したのが、表1.である。身長の平均値は、(1)バスケットボールが最も高く、次いで野球、(2)柔道の順で、(3)体操競技は最も低かった。体重の平均値では、(1)柔道が最も高く、次いで(2)野球、バスケットボールの順で、(3)体操競技が最も低かった。統計的には、(1)と(2)および(3)との間に、身長は(P<0.05)、体重は(P<0.001)で有意の差が認められた。

身体組成の脂肪量、除脂肪量および水分量の平均値では、(1)柔道が最も高く、次いで(2)野球、バスケットボール、(3)体操競技の順であった。統計的には、(1)と(2)および(3)との間に有意の差(P<0.001)が認められた。

BMIと肥満度の平均値では、(1)柔道が最も高く、ついで(2)野球、バスケットボールの順で、(3)体操競技が最も低かった。統計的には、(1)と(2)および(3)との間に、BMIは(P<0.05)、肥満度は(P<0.01)で有意の差が認められた。しかし、ローレル指数の平均値ではバスケットボールと体操競技が逆転しているが、統計的な有意の差は認められなかった。

最後に、標準体重の平均値では、(1)バスケットボールが最も高く、次いで野球、(2)柔道、(3)体操競技の順である。統計的には、(1)と(2)および(3)との間に有意の差(P<0.05)が認められた。

II. 身体組成とローレル指数との相関関係

スポーツ種目別運動部員の体密度、脂肪率、脂肪量および水分量とローレル指数との相関係数及び直線回帰式は、表2.に示した。

4つのスポーツ種目のうち、3つのスポーツ種目の野球、バスケットボールおよび体操競技の体密

Table 2. Correlation coefficient and linear regression between body composition and Rohrer index

Group	Body composition	Correlation coefficient	Linear regression
Gymnastics N= 21	Body density	- 0.115	Y = - 5.504 X + 1.089
	% Fat	0.112	Y = 0.021 X + 5.462
	Body fat	0.198	Y = 0.029 X + 1.143
	L B M ¹⁾	0.448*	Y = 0.118 X + 30.550
	T B W ²⁾	0.450*	Y = 0.138 X + 22.308
Basketball N= 18	Body density	- 0.389	Y = - 1.289 X + 1.092
	% Fat	0.389	Y = 0.015 X + 4.330
	Body fat	0.340	Y = 0.044 X + 2.031
	L B M ¹⁾	0.048	Y = 0.015 X + 59.922
	T B W ²⁾	0.052	Y = 0.011 X + 43.763
Baseball N= 45	Body density	- 0.392**	Y = - 2.036 X + 1.103
	% Fat	0.392**	Y = 0.081 X - 0.176
	Body fat	0.446**	Y = 0.102 X - 5.822
	L B M ¹⁾	0.415**	Y = 0.264 X + 29.734
	T B W ²⁾	0.415**	Y = 0.193 X + 21.817
Judo N= 33	Body density	- 0.877***	Y = - 3.612 X + 1.123
	% Fat	0.878***	Y = 0.148 X - 8.686
	Body fat	0.887***	Y = 0.239 X - 25.040
	L B M ¹⁾	0.864***	Y = 0.284 X + 24.582
	T B W ²⁾	0.864***	Y = 0.201 X + 18.047

¹⁾ LBM : lean body mass, ²⁾ TBW : total body water,

* : P<0.05, ** : P<0.01, *** : P<0.001

度、脂肪率、脂肪量、除脂肪量および水分量とローレル指数との相関係数は、 $r = \pm 0.448$ 以下の低い相関 ($P < 0.01$) か、相関が統計的に認められない値であった。しかし、柔道部員の体密度、脂肪率、脂肪量、除脂肪量および水分量とローレル指数との相関は、 $r = \pm 0.864$ 以上で高い相関が認められた。特に、柔道部員の脂肪量、除脂肪量とローレル指数との直線回帰式は、それぞれ、 $y = 0.239X - 25.040$ 、 $y = 0.284X + 24.582$ で、相関係数は、それぞれ $r = 0.887$ および $r = 0.864$ と高い相関がみられ、その統計的信頼性 ($P < 0.001$) も認められた。

上述した低い相関以下しかみられなかった3つのスポーツ種目の代表例として野球部員並びに高い相関のみられた柔道部員の脂肪量、除脂肪量とローレル指数との相関図は、図2. に示す通りである。

考 察

現在、スポーツ医学、体力科学、栄養学および予防医学などの多くの研究分野で、身体組成を脂肪量と除脂肪量に分けて、組織レベルで評価する方法に関心が高まっている。身体組成の研究

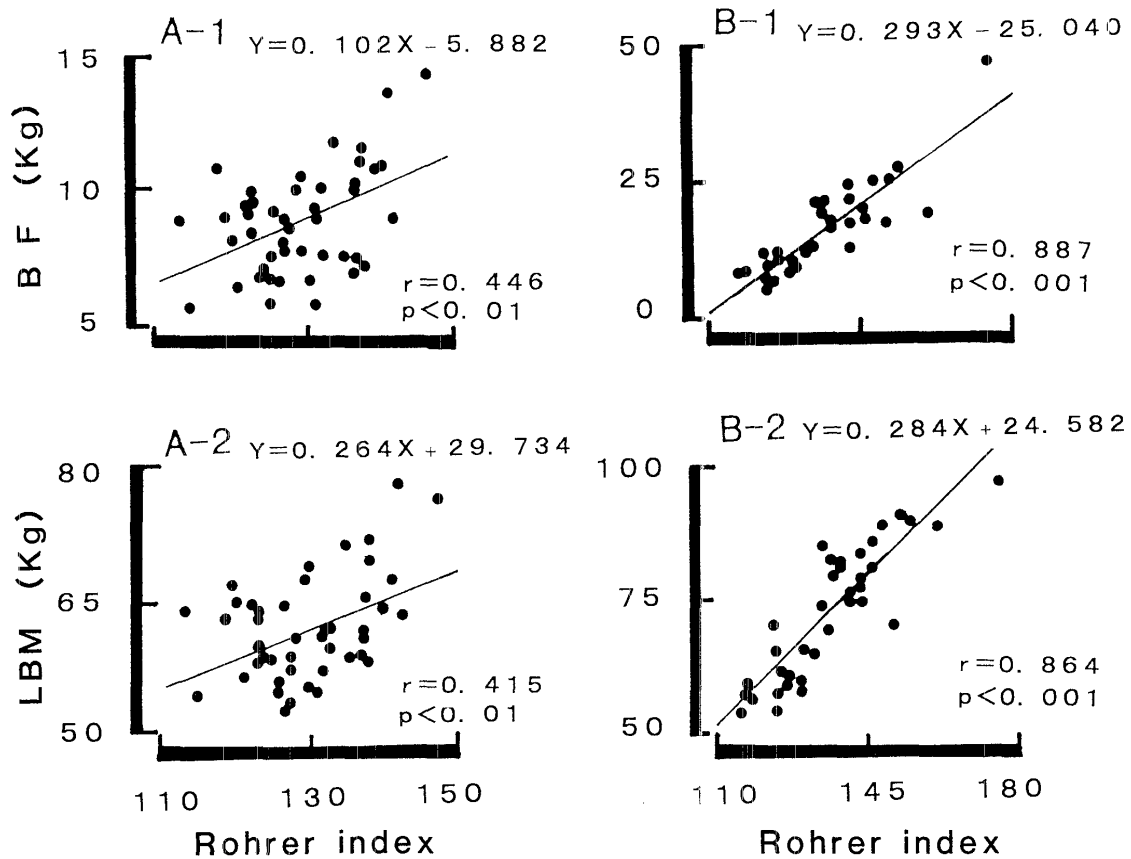


Fig. 2. Correlation coefficients, regression equation, and regression line between Rohrer index (RI) and body fat (BF), and between Rohrer index (RI) and lean body mass (LBM) for athletes of judo : baseball.

A-1 and A-2 : baseball, B-1 and B-2 : judo.

では、体重を構成する脂肪量と除脂肪量とを絶対量として体重に対する脂肪率を相対量として求め評価されている。

これまで多くの研究分野で、体重測定のみならず肥満判定としてのローレル指数や脂肪量を測定し、肥満や栄養状態の質的判定に応用されている¹⁹⁾⁻²²⁾。一方、脂肪量は、トレーニングの程度²³⁾⁻²⁵⁾やアスリートの体調を評価する指標として、また、除脂肪量は、その大部分が筋肉と骨から成っているため、体力を発揮するための実質的な部分と考えられている。そこで各個人の除脂肪量に占める骨量が一定であると仮定すると、筋肉量を反映することになり、そのことはスポーツ科学や体力科学の立場から重要な指標であると考えられる。アスリートの身体は、一般的に脂肪が少なく、筋肉が発達している¹³⁾²⁶⁾³¹⁾。速いスピードを必要とするスポーツ種目では、体脂肪はパフォーマンスを低下させる負荷となる。しかし、スポーツ種目によっては、過剰な脂肪も試合では有利に働くと考えられる³²⁾。

I. 身体組成の特性とローレル指数との相関関係

各種のスポーツ種目にみられる選手個々のからだつきは、必ずしも一様ではないが、鍛えられた身体を見るとき、その人がどんなスポーツ種目をしているかを想像することができる。このことは、前報でも述べた通り、スポーツ種目の特殊性がそのスポーツの身体的特性を必要とし、トレーニング過程で、そのスポーツ特有の種目別特性を形成しているためであると推察できる。こ

れまで、アスリートの体格や体型からスポーツ種目別に身体的特性を明らかにした報告は多いが、本研究では、4つのスポーツ種目について、スポーツマンの身体組成(脂肪量, 除脂肪量, 水分量)と身長と体重を組み合わせた体格指数を, 一般的に肥満判定の指標として使用してきたローレル指数との相関関係について調べた。

1) スポーツ種目別身体組成の特性について

表1. に示すように, スポーツ種目別の脂肪量および除脂肪量の平均値は, (1) 柔道が最も高く, 次いで, (2) 野球、バスケットボールの順で, (3) 体操競技が最も低かった。また, 除脂肪量(LBM)と関係の深い水分量($LBM \times 0.732$)の平均値でも同様の傾向が認められた。統計的にみても有意の差($P < 0.001$)が認められた。

BMI, 肥満度の平均値では, 身体組成と同様に柔道が最も高く, 次いで野球, バスケットボールの順で, 体操競技が最も低かった。しかし, ローレル指数の平均値では, (1) 柔道が最も高く, 次いで(2) 野球, 体操競技の順で(3) バスケットボールが最も低かった。(1)と(2), および(3)では統計的な有意の差($P < 0.001$)が認められた。また, 病気にかかりにくいというBMIから求めた理想体重値22を基準とした標準体重の平均値では, バスケットボールが最も高く, 次いで野球, 柔道の順で体操競技が最も低かった。すなわち, この標準体重は, 身長当たりの平均体重ということになるので, 身長の高いスポーツ種目が高い値になるので, このような結果が得られた。このように, スポーツ種目別身体組成や体格指数などの平均値から, そのスポーツ種目の身体的特性を把握することが可能である。

2) スポーツ種目別身体組成とローレル指数との相関関係について

表2. に示したように, スポーツ種目別の身体組成の体密度, 脂肪率, 脂肪量および除脂肪量と一般的に肥満判定に多く使用されてきたローレル指数との相関係数を見ると, 3つのスポーツ種目(体操競技, バスケットボール, 野球)は, $r = \pm 0.448$ 以下の低い相関($P < 0.01$)か, 相関が認められない低い値であった。その他, 柔道では, $r = \pm 0.864$ 以上の非常に高い相関が認められ, 統計的にも, すべてに有意の差($P < 0.001$)が認められた。なぜ柔道だけが身体組成とローレル指数との相関が高いのか。これは, 柔道選手は, 身長が低い者は体重も少なく, 身長が高くなれば体重も多くなり, 身体組成の脂肪量と除脂肪量の比率があまり変わらない傾向にあると考えられる。また, その他の3つのスポーツ種目(体操競技, バスケットボール, 野球)における身体組成では, ローレル指数との相関係数が低く, 先天的な要因を考慮しても, 主にトレーニングにより鍛えられたスポーツ種目別特性が表出したものと考えられる。すなわち, ローレル指数は, 一般的に肥満判定のためにも使用されてきたが, 必ずしも普遍的な一定性を示すものではなく, いわゆる体格指数である。このローレル指数がいかなる値を示そうとも, 本来が体型を表すものであるから, BMIや肥満度と同じように, 体脂肪の蓄積度を推定し評価するものではない。特に, 柔道以外のスポーツ種目においては, ローレル指数と体密度(脂肪量)との相関は, $r = 0.392$ ($P < 0.01$)以下の低い相関か, 相関が統計的に認められない値であった。一般的に, ノンアスリートのローレル指数と体密度(脂肪量)との相関係数は, $\pm 0.5 \sim \pm 0.6$ 程度で低い相関がみられることが報告³¹⁾されている。また, 皮下脂肪厚と体密度(脂肪量)との相関係数は, $\pm 0.7 \sim \pm 0.9$ の非常に高い相関が認められるといわれる³²⁾。よって, スポーツ種目別の身体組成の特性をみるための脂肪量や除脂肪量を調べるためには, ローレル指数では, 肥満の質的な程度を推定し定量することは本質的にできない欠陥がある。

ま と め

本研究は大学運動部員 18～22 歳の男子, 117 名 (体操競技 21 名, バスケットボール 18 名, 野球 45 名, 柔道 33 名) を対象として BI 法により体密度を推定して, 4 つのスポーツ種目の身体組成の特性とローレル指数との相関関係を明らかにすることを目的とした。その結果, 以下の結論を得た。

1. 脂肪量の平均値と標準偏差 ($X \pm SD$ kg) は, (1) 柔道 (16.34 ± 2.04), (2) 野球 (7.45 ± 2.00) およびバスケットボール (7.24 ± 2.04), (3) 体操競技 (4.88 ± 1.27) の順に大きく, それらの間に有意の差 ($P < 0.001$) が認められた。
2. 除脂肪量の平均値と標準偏差 ($X \pm SD$ kg) は, (1) 柔道 (73.76 ± 11.23), (2) 野球 (63.90 ± 5.51) およびバスケットボール (61.64 ± 4.77), (3) 体操競技 (54.61 ± 3.63) の順に大きく, それらの間に有意の差 ($P < 0.001$) が認められた。
3. 脂肪量および除脂肪量とローレル指数との相関係数は, 3 つのスポーツ種目 (体操競技, バスケットボール, 野球) では $r = 0.448$ 以下の低い値で, 低い相関 ($P < 0.01$) 以下が認められた。しながら, 柔道では, それぞれ $r = 0.887$, および $r = 0.864$ と非常に高い相関 ($P < 0.001$) が認められた。ローレル指数は本来体格指数であり BI 法との相関もなく, 体格から身体組成を推定することは不可能である。

本研究は, 九州東海大学運動部員の協力により調査した。本研究にご協力ご指導くださいました太田紘一, 土橋敏郎, 紫垣由則先生はじめ, 本学教育学部のローゼン・アラン先生に対し, 心より深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 佐藤光毅 (1975): 日本人の Body Fat Mass に関する研究. 体力科学. **24**: 134-150.
- 2) 小宮秀一, 小室史恵, 吉川和利 (1981): 体脂肪率 (%Fat) 推定法の比較. 体力科学. **30**: 277-284.
- 3) 吉川和利, 小宮秀一, 小室史恵 (1983): 体内総水分量予測式作成の試み (I). 体力科学. **32**: 39-48.
- 4) 小宮秀一, 吉川和利 (1985): 日本人男子の体脂肪率 (%Fat) 推定式. 体力科学. **34**: 259-268.
- 5) 小宮秀一, 千綿俊機 (1986): 体組成の変化量を推定するための皮脂厚と体水分法の比較. 体力科学. **35**: 39-46.
- 6) 田中喜代次, 中塘二三生 (1986): 肥満成人女性における体脂肪率の推定. 体力科学. **35**: 270-276.
- 7) 吉川和利, 小宮秀一 (1987): 体内総水分量 (TBW) 予測式作成の試み (II) 体力科学. **36**: 105-115.
- 8) 沢井史穂, 白山正人, 武藤芳照, 宮下充正 (1990): 近赤外分光法による体脂肪測定. 体力科学. **39**: 155-163.
- 9) 佐竹隆, 尾崎公 (1991): 実測による身体組成の研究. 体力科学. **40**: 83-92.
- 10) 渡辺宗児, 中塘二三生, 田中喜代次, 三宅真理, 前田如矢 (1993): 皮脂厚法による中学生の身体組成評価. 体力科学. **42**: 164-172.
- 11) 北川薫, 桜井佳世, 田原靖昭, 佐藤光毅 (1993): 密度法による日本人成人男女の身体組成. 体力科学.

- 学, **42**: 209-218.
- 12) 坂本要一, 佐藤富男, 愛敬光代, 大野誠, 池田義雄 (1992): 生体インピーダンスによる体脂肪の評価. 日本肥満学会記録誌, **12**: 279-280.
 - 13) Lohman, T. G. (1986): Body composition; A Round Table. *Physician Sports Med.* **14**(3): 144-162.
 - 14) Gualdi Russo, E., Gruppioni, G., Guerresi, P., Belcastro, N. G., Marchesini, V. (1992): Skinfold and body composition of sports participants. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* **32**(3): 303-313.
 - 15) 北川 薫 (1985): 身体組成とウエイトコントロール. 6章 アスリートの身体組成. 120-136. 杏林書院. 東京.
 - 16) 太田紘一, 土橋敏郎, 紫垣由則, 松元尚大, 谷口紘八 (1996): 運動部員の身体組成. スポーツ種目特性. 九州東海大学総合教育研究センター紀要, **8**: 105-114.
 - 17) Brozek, J., Grande, F., Anderson, J. T. and Keys (1963): Densitometric analysis of body compositions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **110**: 113-140.
 - 18) 鈴木慎次郎 (1981): 生活と肥満. III. 肥満の判定法. 49-66. 医歯薬出版. 東京.
 - 19) 北川 薫 (1984): 肥満者の脂肪量と体力. 4章 脂肪量と肥満者の形態. 42-72. 杏林書院. 東京.
 - 20) 北川 薫 (1994): 身体組成とウエイトコントロール. 2章 皮下脂肪厚とその問題点. 20-32. 杏林書院. 東京.
 - 21) 阿部 孝, 福永哲夫 (1995): 日本人の体脂肪と筋肉分布. 1章 体型に影響する皮下脂肪分布. 1-33. 杏林書院. 東京.
 - 22) 下方浩史 (1993): 体脂肪分布. 4章 体脂肪分布の正常値. 53-71. 杏林書院. 東京.
 - 23) 北川 薫 (1985): 運動が身体組成に与える効果. *体育の科学*, **35**: 772-775.
 - 24) Wilmore, J. T. (1983): appetite and body composition consequent to physical activity. *Res. Quart. Exerc. Sports* **54**: 415-425.
 - 25) 北川 薫 (1994): 身体組成とウエイトコントロール. 5章 トレーニングと身体組成. 104-119. 杏林書院. 東京.
 - 26) Behnke, A. R. (1969): New concept of height-weight relationships. In: *Obesity*, N. L. Wilson (ed), F. A. Davis Company, Philadelphia, 25-53.
 - 27) Allen, T. H., Peng, M. T., Chen, K. P., Huang, T. F., Chang, C. and Fang, H. S. (1956): Prediction of total body adiposity from skinfolds and the curvilinear relationship between external and internal adiposity. *Metabolism*, **5**: 346-352.
 - 28) 北川 薫 (1978): 日本人青年男女の身体組成とその国際比較. *保健の科学*, **20**: 491-495.
 - 29) 北川 薫 (1978): スポーツにおける栄養と体づくり. *臨床スポーツ医学*, **4**: 1331-1336.
 - 30) 北川 薫 (1978): 柔道選手と体重. *柔道*, **60**(7): 3-6.
 - 31) 北川 薫・松岡弘記 (1978): 運動選手の減量. *カレントセラピー*, **5**: 501-506.
 - 32) Pugh, L. G. C. and O. G. Edholm (1955): The physiology of channel swimmers. *Lancet* **2**: 761-768.
 - 33) Nagamine, S. and Suzuki, S. (1964): Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. *Hum. Biol.*, **36**: 8-15.68.