

資料

# 日本人成人競技選手の身体計測値について —日本スポーツ栄養学会研究プロジェクト・パイ ロットスタディー報告—

高田 和子<sup>\*1§</sup>、香川 雅春<sup>\*2§</sup>、岩本 紗由美<sup>\*3,\*4</sup>、横道 渉<sup>\*5</sup>、井上 瞳<sup>\*6,\*7</sup>、佐藤 愛<sup>\*8,\*9</sup>、  
木村 典代<sup>\*6,\*7</sup>

<sup>\*1</sup> 東京農業大学応用生物科学部、<sup>\*2</sup> 女子栄養大学栄養科学研究所、<sup>\*3</sup> 東洋大学ライフデザイン学部、  
<sup>\*4</sup> Sport Performance Research Institute New Zealand、<sup>\*5</sup> 自衛隊体育学校、  
<sup>\*6</sup> 高崎健康福祉大学健康福祉学部健康栄養学科、<sup>\*7</sup> 高崎健康福祉大学大学院健康福祉学研究所、  
<sup>\*8</sup> 立命館大学スポーツ健康科学研究科研修生、<sup>\*9</sup> 森永製菓株式会社 in トレーニングラボ、  
§ 共同第一著者

日本スポーツ栄養学会研究プロジェクト・パイロットスタディーにおいて、国際的に標準化された身体計測の手法により計測した身体計測値のデータベース構築を目標に計測を行ったので、本資料ではその結果を紹介する。

対象は、都道府県大会出場レベル以上またはプロフェッショナルの18歳以上の競技選手を対象とし、148名の測定を実施した。計測は国際キンアンソロポメトリー推進学会 (International Society for the Advancement of Kinanthropometry: ISAK) が制定した基準に則り計測した。本資料では、身長、体重、周径圍、皮下脂肪厚、骨幅の測定値を競技別に示した。身長の影響を除くため、国際的なプロポーションの参照モデルであるユニセックスPhantomモデルを用いてPhantom Zスコアを算出した。各種目の体格の類型づけは内胚葉指数、中胚葉指数、外胚葉指数によって現わされるソマトタイプを使用した。

本プロジェクトでは、COVID-19の感染拡大に伴い、当初、予定した種目数、人数の測定が実施できなかった。しかし、ISAK基準に基づいた海外のデータが様々な種目について公表されており、同一の計測法によるデータがさらに集積されることで、日本人選手の体型にあった戦略の検討などが可能になると考える。

キーワード：ISAK基準 身体計測値 ソマトタイプ Phantom Zスコア

## I 緒言

身体計測は、その競技に適した体格の評価やトレーニングの目標設定、モニタリングにおいて重要な評価指標の1つである。個人のトレーニングや食事介入の目標設定および評価においては、対象者を繰り返し計測するだけでなく、同じ競技で競技レベルの高い選手における計測値が参考になる。国内では、国立スポーツ科学センター (Japan Institute of Sports Science : JISS) が日本代表選手や代表候補の強化指定選手等の計測値を公表している<sup>1)</sup>。この測定では、周径圍は測定者がつけたマークを基にした光学式3次元形状計測法 (Bodyline Scanner、浜松ホトニクス、静岡) を、皮下脂肪計測は超音波画像法 (SSD-900、日立、東京)

を使用している。身体計測値は測定部位の定義や計測方法が異なることで値が異なり、光学式3次元形状計測法では、手技による周径圍よりも大きく測定される<sup>2)</sup>。また、超音波画像法による皮下脂肪計測は、皮下脂肪の厚みそのものを測定しているが、手技により皮下脂肪をキャリパーで測定した場合、皮下脂肪は2重に折りたたんだ時の数値であり、超音波画像法の値と比較することは難しい。そのため、JISSのデータは参考にはなるものの、同一の計測方法を各チームの現場で行うことは困難で、数値の比較には注意が必要である。

日本では、多周波生体電気インピーダンス (Multi-Frequency Bioelectrical Impedance Analysis : MF BIA) 法による体組成評価の機器が比較的、安価で入手可能なこともあり、スポーツの現場でも多用されていると

表 1 計測項目と計測部位

計測項目	計測部位	
周径囲 (5 部位)	上腕伸展囲	上腕下垂位における肩峰と橈骨端の中間位
	上腕屈曲囲	肩関節屈曲 90 度において上腕二頭筋を最大収縮させたときの最大囲
	胴囲	胴部における最細囲
	臀部囲	両脚を閉じた状態で臀部が後方に最大に突起している部位の周径囲
	下腿	下腿部最大囲
皮下脂肪厚 (8 部位)	上腕三頭筋部	肩峰と橈骨端の中間位で後方の中央部
	上腕二頭筋部	肩峰と橈骨端の中間位で前部の中央部
	肩甲骨下部	肩甲骨下端から 45 度の角度に 2cm 外側下方
	腸骨陵側部	腋窩中央部からの垂線と腸骨陵側部の最上部の交点
	上腸骨棘延長部	腋窩前面と上前腸骨棘を結ぶ線と腸骨陵の最上部を結ぶ線の交点
	腹部前面	臍中心より水平に 5cm 外側
	大腿前部	大腿最前部における膝蓋骨後面から鼠径までの中間部
骨幅 (2 部位)	下腿内側部	下腿最大周径部の内側部
	上腕骨内外側上顆幅	膝関節 90 度屈曲位での上腕骨内側上顆と外側上顆の幅
	大腿骨内外側上顆幅	膝関節 90 度屈曲位での大腿骨内側上顆と外側上顆の幅

推測される。しかし、インピーダンス法による体組成の推定式はメーカーや機種により異なり、高度にトレーニングを積んだ選手において、どの程度、正確に推定できるかは不明である。一方で、特別な機器を使用しない身体計測はその簡便性と非侵襲性から広く活用されているが、学術領域や測定者によって測定部位や方法が異なっている。20世紀初めから始まった計測手法の標準化に向けた動きの中、Lohmanらは1988年に幅広い目的で活用できる身体計測手法をマニュアルに整理した<sup>3)</sup>。さらに、2020年に、アメリカスポーツ医学会はこれを基に身体組成評価について書籍をまとめ、トレーニングコースを開催した<sup>4)</sup>。健康・スポーツ医学領域では、国際スポーツ科学・体育競技会 (International Council of Sports Science and Physical Education) と深いつながりを持つ国際キンアンソロポメトリー推進学会 (International Society for the Advancement of Kinanthropometry : ISAK) が、健康やパフォーマンス評価に活用できる項目を厳選した計測基準 (ISAK基準) を1996年に制定し、国際的に認められる計測技術を有する身体計測技師を育成する認定コースを開催している<sup>5), 6)</sup>。日本スポーツ栄養学会 (Japan Sports Nutrition Association : JSNA) 研究プロジェクト・パイロットスタディーでは、ISAK基準により計測した身体計測値のデータベース構築を目標に計測を行ったので、本資料ではその結果を紹介する。

## II 方法

### 1. 調査計画

本調査はJSNAの学会員に対し、プロジェクトへの参加を呼びかけ、プロジェクトに参加した学会員が、チームや選手個人に調査協力を依頼した。測定は2019年9月～2020年2月に行われ、調査対象者に対面で研

究の目的、方法、データの取り扱い等について説明をし、書面での同意を得て実施した。

本研究は、国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所研究倫理委員会 (2019年4月25日 健栄97) 及び東京農業大学人を対象とする実験・調査等に関する倫理委員会 (2020年7月14日 2004) の承認を得て実施した。

### 2. 対象者

対象者は、本学会会員の関連するチーム等に所属する都道府県大会出場レベル以上またはプロフェッショナルの18歳以上の競技選手とした。

### 3. 調査内容

すべての計測はISAK基準に則り計測した。計測部位はISAKからレベル3 (Instructor) の認定を受けた身体計測技師が解剖学的計測点の印を付け、計測はレベル1から3の認定を受けた身体計測技師が行った。すべての測定の測定時には、対象者はTシャツとスパッツなど動きやすく測られやすい服装とし、食事から十分な時間 (3時間程度) が経過し、排尿・排便等が行われた状態で計測した。

身長は、デジタル身長計 (AD-6227、株式会社エー・アンド・デイ、日本) または地面の水平度を確認したうえで垂直に壁に貼ったグラフ用紙を使い0.1 cm単位で計測した。体重と身体組成はMFBI法による体組成計 (Innerscan Dual RD800、TANITA、日本) を使用して0.1 kg単位で計測した。対象者は貴金属類を外し、裸足の状態で電極に触れる両掌と両足裏の埃をウェットティッシュで拭きとった後、取扱説明書に記載されている立位の姿勢で足の裏を体組成計表面の電極の上に置き、両手は電極を握りしめた状態で測定を行った。

表2 対象者の種目別・競技レベル別人数

	男性 (n = 94)						女性 (n = 54)						
	国際大会・オリンピック		全国大会		地域大会		国際大会・オリンピック		全国大会		地域大会		
	計	それ以外	県大会	地区大会	大会	計	それ以外	県大会	地区大会	大会	計		
ウエイトリフティング	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
カヌー	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
近代五種	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
剣道	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
サッカー	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
サッカークラシック	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
柔道	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
水泳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
バスケットボール	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
バレーボール	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ボート	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
軽量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
重量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
COX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ボートレーシング	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ラグビー	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
バックス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
フットボール	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
陸上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
長距離	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
中距離	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
短距離	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ハードル	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
競歩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
跳躍・幅跳び	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
レスリング	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
弓道	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
計	9	43	7	1	26	8	94	10	37	2	2	3	54

種目別合計欄の太文字が本資料での解析対象

周径囲5部位、皮下脂肪厚8部位、骨幅皮下脂肪厚2部位の測定項目及び測定部位を表1に示した。周径囲は、スチール製テープメジャー（W606PM、Lufkin、アメリカ）を使用して0.1 cm単位で計測した。皮下脂肪厚は、ハーペンデン式皮脂厚計（Baty International、イギリス）を使用して0.1 mm単位で計測を行った。骨幅は、滑動計（Tomy 3 small sliding caliper、Rosscraft Innovations、カナダ）を使用して測定した。全ての項目は2回ずつ計測し、2回の計測値の誤差が周径囲と骨幅では2%以上、皮下脂肪厚では10%以上の場合には3回目の計測を行った。

#### 4. 統計解析

2回計測をした際は平均値、3回計測を行った際には中央値を最終的な計測値として算出した。本研究の計測における再現性（Intra-tester Technical Error of Measurement）はISAK基準により認められる皮下脂肪厚で5%未満、それ以外の項目では1%以内の水準を満たしていた。なお、本資料はデータベース構築も目的としていること、また各種目の対象者数が少なく、種目による人数の違いもあることから、性や種目の差の検定は行わなかった。

身体計測から得られた結果から、Body Mass Index（BMI）は体重（kg）/身長（m）<sup>2</sup>で求めた。皮下脂肪厚については、全8部位の合計値（8部位和）、上肢皮下脂肪和（上肢総和、上腕三頭筋部、上腕二頭筋部の合計）、下肢皮下脂肪厚和（下肢総和、大腿部、下腿部の合計）、体幹部皮下脂肪厚和（体幹部総和、肩甲下部、腸骨稜部、腸骨棘上部、腹部の合計）を求めた。また、身長の違いによる各測定値への影響を無くすために、国際的なプロポーションの参照モデルであるユニセックスPhantomモデル<sup>7)</sup>を用いてPhantom Zスコアを算出し、Phantomと比較した。すなわち、身長補正值=各測定値×（ファントムの身長（170.18）/実測の身長）<sup>d</sup>、Phantom Zスコア=（身長補正值-ファントムの平均値）/ファントムの標準偏差により求めた。なお、dは周径囲、皮下脂肪厚、長さ、幅では「1」、体重、体脂肪などの重さでは「3」である<sup>7)</sup>。

さらに、各種目の体格を類型づけるために、内胚葉指数（Endomorphy：ふくよかさ具合）、中胚葉指数（Mesomorphy：筋・骨の発達具合）、外胚葉指数（Ectomorphy：スリム具合）を数値化して示すことができるソマトタイプを求めた。ソマトタイプの算出には、Heath-Carter法<sup>8)</sup>を用い、身体計測値を下記の式に投入した。

内胚葉指数 =  $-0.7182 + 0.1451 \times \text{皮下脂肪厚3部位和の身長補正值} - 0.00068 \times (\text{皮下脂肪厚3部位和の身長補正值})^2 + 0.0000014 \times (\text{皮下脂肪厚3部位和の身長補正值})^3$

皮下脂肪厚3部位和の身長補正值 = (上腕三頭筋皮

下脂肪厚 + 肩甲骨下部皮下脂肪厚 + 上腕腸骨棘延長部皮下脂肪厚) の身長補正值

中胚葉指数 =  $0.858 \times \text{上腕骨内外側上顆幅} + 0.601 \times \text{大腿骨内外側上顆幅} + 0.188 \times \text{上腕囲補正值} + 0.161 \times \text{下腿囲補正值} - \text{身長} \times 0.131 + 4.5$

上腕囲補正值 =  $\text{屈曲上腕囲 (cm)} - \text{上腕三頭筋皮脂肪厚 (mm)} / 10$

下腿囲補正值 =  $\text{下腿囲 (cm)} - \text{下腿皮脂肪厚 (mm)} / 10$

外胚葉指数は身長・体重比（Height Weight Ratio: HWR、身長/3√体重）の結果で異なる式を用いた：

1)  $40.75 \leq \text{HWR}$  : 外胚葉指数 =  $0.732 \times \text{HWR} - 28.58$

2)  $38.25 \leq \text{HWR} < 40.75$  : 外胚葉指数 =  $0.463 \times \text{HWR} - 17.63$

3)  $\text{HWR} \leq 38.25$  : 外胚葉指数 = 0.1

すべての統計解析は、R（The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria）の操作インターフェイスであるEZR ver. 1.55（自治医科大学付属さいたま医療センター、埼玉）を使用して行った。

### III 調査結果

#### 1. 対象者特性

本調査では148名（男性94名、女性54名）の測定を実施した。対象者の種目を表2に示した。本資料では1競技種目（あるいは1カテゴリー）において競技レベルが県大会以上である3名以上の計測が実施できた男性7種目（剣道、サッカー、柔道、バスケットボール、ボート重量級、ボールルームダンス、レスリング）、女性9種目（バスケットボール、バレーボール、ボート軽量級、ボールルームダンス、ラグビーバックス、陸上中距離、陸上短距離、陸上ハードル、弓道）について報告する。体重階級制種目であるレスリングと柔道については、階級別に検討すべきであるが、参加者数が少なく、体重階級が限られていたことからそれぞれ1種目とした。対象者の体重階級は、レスリングは、57~82 kg級、柔道は66、73、90 kg級であった。

対象者の競技レベルは、男性の約1割と女性の約2割が国際大会・オリンピック出場レベルであったが、全国大会出場レベルが男性の約5割、女性の約7割と最も多かった。本資料の対象では、ボールルームダンスは男女とも国際大会級の選手が多かった。男性では、剣道、柔道、バスケットボール、ボート重量級、レスリングでは全国大会レベルが多かった。女性では、ボート軽量級、陸上中距離・短距離・ハードルは国際大会または全国大会レベルの選手であり、バレーボールは全国大会レベルであった。

表3 基本情報

	n	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	筋肉量 (kg)	体脂肪率 (%)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
男性							
剣道	4	28.5 (3.1)	179.3 (4.8)	78.6 (6.4)	59.1 (4.0)	20.7 (2.1)	24.4 (1.2)
サッカー	32	19.4 (0.8)	170.8 (6.1)	65.1 (4.9)	53.1 (4.7)	14.0 (3.3)	22.3 (1.4)
柔道	3	22.7 (0.6)	169.5 (3.0)	76.2 (9.1)	59.7 (6.2)	17.4 (3.4)	26.5 (2.5)
バスケットボール	12	20.3 (2.9)	175.0 (7.0)	73.1 (9.4)	58.3 (6.0)	15.6 (3.8)	23.8 (2.3)
ボート重量級	8	20.1 (1.6)	177.0 (4.6)	79.0 (6.4)	61.6 (5.6)	18.0 (4.1)	25.2 (1.2)
ボールルームダンス	10	34.7 (4.4)	174.8 (4.4)	70.6 (5.9)	54.1 (2.7)	18.9 (4.3)	23.1 (1.6)
レスリング	8	20.4 (1.9)	165.8 (5.5)	69.2 (7.6)	54.0 (5.5)	17.5 (2.7)	25.1 (1.9)
女性							
バスケットボール	3	18.7 (0.6)	164.7 (7.1)	54.1 (5.1)	39.1 (4.7)	23.5 (1.6)	19.9 (0.7)
バレーボール	8	19.1 (0.6)	162.5 (5.8)	58.6 (9.8)	40.5 (5.2)	26.1 (3.5)	22.1 (2.9)
ボート 軽量級	6	20.0 (0.9)	163.4 (2.5)	56.7 (1.4)	39.8 (1.8)	25.4 (3.2)	21.3 (0.9)
ボールルームダンス	9	34.8 (5.3)	162.0 (4.2)	53.7 (4.6)	37.8 (1.8)	24.9 (4.9)	20.5 (1.8)
ラグビー バックス	3	22.3 (3.2)	157.2 (3.3)	56.2 (8.0)	38.8 (3.7)	26.3 (3.0)	22.7 (2.8)
陸上 中距離	4	23.3 (3.6)	161.6 (6.3)	51.9 (4.9)	39.7 (3.1)	18.8 (3.1)	19.8 (0.5)
陸上 短距離	3	21.3 (0.6)	156.5 (5.7)	50.9 (6.8)	38.7 (4.8)	19.5 (2.2)	20.7 (1.2)
陸上 ハードル	4	23.3 (6.6)	164.9 (6.3)	53.8 (0.9)	41.6 (2.0)	18.2 (2.9)	19.8 (1.1)
弓道	4	19.5 (0.6)	155.1 (2.1)	49.4 (2.5)	34.9 (0.9)	24.9 (2.3)	20.5 (1.0)
平均値 (標準偏差)							

表4 周径囲

	n	上腕伸展囲	上腕屈曲囲	胴囲	臀部囲	下腿
男性						
剣道	4	33.8 (0.4)	35.9 (0.7)	83.0 (3.3)	101.7 (4.2)	38.2 (1.2)
サッカー	32	28.6 (1.9)	29.9 (2.1)	73.8 (2.4)	93.0 (2.5)	36.7 (1.7)
柔道	3	34.5 (2.5)	36.5 (2.1)	80.1 (4.5)	99.6 (4.3)	39.1 (2.6)
バスケットボール	12	31.6 (2.1)	32.8 (2.0)	77.2 (5.6)	95.7 (5.1)	38.3 (2.4)
ボート 重量級	8	32.7 (1.7)	34.0 (1.6)	82.6 (3.8)	101.2 (2.2)	37.7 (1.3)
ボールルームダンス	10	28.7 (2.3)	30.1 (1.6)	79.7 (3.7)	95.9 (2.5)	38.2 (1.9)
レスリング	8	32.8 (2.6)	34.6 (3.0)	77.0 (4.2)	94.3 (4.6)	36.9 (1.9)
女性						
バスケットボール	3	25.5 (1.3)	25.3 (1.1)	64.2 (3.0)	90.6 (3.7)	33.8 (0.5)
バレーボール	8	27.3 (2.5)	26.9 (2.1)	70.5 (6.3)	94.4 (6.5)	35.9 (2.8)
ボート 軽量級	6	26.8 (1.3)	27.6 (1.0)	68.5 (1.9)	91.2 (1.8)	33.9 (0.8)
ボールルームダンス	9	24.8 (1.8)	25.0 (1.5)	67.9 (2.5)	90.1 (3.6)	34.7 (1.4)
ラグビー バックス	3	28.2 (2.3)	29.0 (1.9)	68.2 (4.9)	94.2 (4.9)	36.4 (2.2)
陸上 中距離	4	24.5 (0.6)	25.4 (1.1)	66.1 (1.1)	87.7 (3.6)	34.3 (1.4)
陸上 短距離	3	24.4 (1.5)	25.0 (1.5)	65.2 (3.3)	90.7 (4.9)	34.9 (1.9)
陸上 ハードル	4	24.9 (1.6)	25.9 (1.3)	66.5 (1.5)	91.2 (0.7)	34.1 (0.6)
弓道	4	27.8 (1.8)	27.8 (1.4)	62.9 (2.7)	90.2 (2.8)	34.6 (1.6)
平均値 (標準偏差)						
						(cm)

2. 基本特性

年齢の平均値は、男性のサッカー、女性のバスケットボール、バレーボール、弓道で10歳代であったが、20歳代の種目が多く、ボールルームダンスのみ男性で34.7±4.4歳、女性34.8±5.3歳と高かった(表3)。男性の身長はレスリングが最も低く(165.8±5.5cm)、剣道が最も高かった(179.3±4.8cm)。女性では、弓道が最も低く(155.1±2.1cm)、陸上ハードルが最も高かった(164.9±6.3cm)。

男性では、体重、筋肉量はボート重量級で多かった。体重が最も少ない種目はサッカーであり、筋肉量が少

ない種目は、サッカー、ボールルームダンス、レスリングが同程度であった。また、体脂肪率では、剣道が最も大きく、サッカーが最も小さかった。

女性では、体重はバレーボールで最も多く、弓道で最も少なかった。筋肉量が多い種目は、陸上ハードル、バレーボールであった。体脂肪率は、ラグビー、バレーボールで大きく、陸上中距離・短距離・ハードルで小さかった。

3. 周径囲

男性では、上腕伸展囲、上腕屈曲囲とも柔道で大き

表 5 皮下脂肪厚

	n	上腕三頭筋部	上腕二頭筋部	肩甲骨下部	腸骨隆側部	上腸骨棘 延長部	腹部前面	大腿前部	下腿内側部	8 部位和	上肢総和	下肢総和	体幹部総和
男性													
ボールルームダンス	10	100 (3.5)	3.9 (1.3)	12.1 (3.4)	18.3 (7.3)	10.1 (5.0)	19.3 (10.2)	11.2 (4.8)	6.6 (2.6)	91.4 (32.8)	13.9 (4.7)	17.8 (7.2)	59.8 (24.3)
剣道	4	82 (1.3)	3.7 (0.4)	11.4 (1.0)	17.3 (7.7)	9.9 (3.9)	17.4 (3.6)	12.9 (4.1)	8.1 (2.2)	88.8 (16.5)	11.8 (1.6)	20.9 (5.1)	56.0 (14.8)
レスリング	8	83 (3.6)	3.7 (0.9)	9.3 (2.1)	13.2 (5.7)	7.5 (3.3)	10.7 (4.8)	9.0 (2.5)	6.0 (1.6)	67.7 (19.5)	12.0 (4.3)	15.0 (3.6)	40.8 (14.1)
サッカー	32	74 (2.1)	3.6 (0.6)	8.3 (1.3)	9.8 (2.5)	6.4 (1.4)	9.8 (3.5)	8.7 (2.5)	5.3 (1.0)	59.4 (11.1)	11.0 (2.5)	14.0 (3.2)	34.4 (7.7)
バスケットボール	12	104 (3.7)	4.7 (1.7)	11.2 (4.7)	15.8 (6.2)	10.2 (4.5)	16.2 (8.2)	12.5 (3.2)	8.0 (2.5)	89.0 (32.1)	15.1 (5.3)	20.5 (5.4)	53.4 (22.3)
柔道	3	62 (2.6)	3.1 (1.0)	8.9 (3.0)	9.6 (3.4)	6.6 (3.3)	8.1 (3.8)	7.1 (0.9)	4.7 (1.3)	54.3 (18.3)	9.4 (3.6)	11.8 (2.1)	33.1 (13.0)
ボート 重量級	8	110 (2.6)	5.1 (1.7)	13.8 (5.5)	20.9 (8.5)	13.1 (6.0)	17.4 (7.3)	11.8 (3.8)	9.4 (1.9)	102.6 (31.7)	16.1 (3.8)	21.2 (5.5)	65.3 (25.3)
女性													
弓道	4	136 (3.1)	5.3 (2.6)	10.6 (2.6)	11.0 (4.6)	7.7 (3.1)	13.2 (4.9)	19.0 (3.2)	10.0 (2.1)	90.3 (17.1)	18.8 (5.3)	29.0 (4.4)	42.5 (15.0)
バレーボール	8	163 (2.8)	8.8 (3.5)	15.1 (4.8)	19.1 (6.7)	11.4 (3.8)	20.8 (5.7)	24.2 (6.5)	12.6 (5.3)	128.4 (32.7)	25.1 (6.1)	36.9 (10.8)	66.5 (19.7)
ラグビー バックス	3	135 (3.2)	4.7 (2.4)	10.7 (1.9)	14.2 (4.5)	9.1 (3.1)	12.6 (2.6)	19.5 (4.5)	10.5 (6.5)	94.7 (27.4)	18.2 (5.6)	30.0 (10.7)	46.5 (11.6)
バスケットボール	3	129 (3.3)	6.2 (0.8)	9.4 (2.0)	11.7 (2.6)	8.2 (1.2)	14.6 (1.1)	19.5 (2.0)	10.1 (1.0)	92.5 (6.3)	19.1 (3.4)	29.6 (3.0)	43.8 (2.4)
陸上 ハードル	4	96 (1.0)	3.9 (0.8)	7.1 (1.2)	8.1 (1.0)	5.7 (1.0)	9.5 (3.9)	16.2 (4.0)	7.1 (0.7)	67.2 (10.0)	13.5 (1.7)	23.3 (4.2)	30.4 (6.8)
ボート 軽量級	6	125 (3.3)	4.6 (1.1)	10.3 (2.8)	17.6 (3.6)	10.5 (1.9)	12.7 (3.0)	18.3 (8.3)	12.9 (5.7)	99.3 (25.6)	17.1 (4.3)	31.1 (13.7)	51.0 (9.6)
陸上 短距離	3	94 (0.9)	4.3 (1.2)	9.6 (3.5)	8.2 (1.8)	5.1 (0.6)	10.7 (2.8)	12.4 (1.7)	6.2 (0.7)	65.8 (8.5)	13.7 (2.1)	18.6 (1.3)	33.5 (7.8)
ボールルームダンス	9	142 (3.9)	5.3 (2.4)	11.5 (4.4)	17.5 (7.4)	10.1 (4.4)	16.5 (5.8)	20.4 (7.0)	10.7 (5.7)	106.1 (33.1)	19.4 (6.0)	31.1 (11.3)	55.6 (20.6)
陸上 中距離	4	79 (1.5)	3.1 (0.5)	7.4 (0.7)	6.6 (1.7)	4.4 (1.3)	7.1 (1.8)	15.0 (5.1)	5.6 (2.7)	57.1 (11.8)	11.0 (1.5)	20.6 (6.4)	25.5 (5.4)
平均値 (標準偏差)													(mm)
8 部位和：全 8 部位の合計													
上肢総和：上腕三頭筋部と上腕二頭筋部の合計													
下肢総和：大腿前部と下腿内側部の合計													
体幹部総和：肩甲骨下部、腸骨隆側部、上腕腸骨棘延長部、腹部前面の合計													

表6 骨幅

	n	上腕骨内外側上顆幅	大腿骨内外側上顆幅
男性			
剣道	4	7.2 (0.3)	9.9 (0.3)
サッカー	32	6.4 (0.3)	9.5 (0.4)
柔道	3	7.4 (0.6)	9.7 (0.6)
バスケットボール	12	7.1 (0.2)	10.0 (0.6)
ボート 重量級	8	7.0 (0.3)	9.9 (0.3)
ボールルームダンス	10	6.8 (0.2)	9.9 (0.5)
レスリング	8	6.8 (0.3)	9.5 (0.6)
女性			
バスケットボール	3	5.9 (0.3)	9.0 (0.3)
バレーボール	8	6.0 (0.4)	8.9 (0.6)
ボート 軽量級	6	6.1 (0.2)	8.8 (0.3)
ボールルームダンス	9	6.2 (0.1)	9.2 (0.5)
ラグビー バックス	3	6.0 (0.3)	8.8 (0.3)
陸上 中距離	4	5.6 (0.1)	8.6 (0.4)
陸上 短距離	3	5.5 (0.2)	8.4 (0.5)
陸上 ハードル	4	5.6 (0.2)	8.8 (0.2)
弓道	4	5.5 (0.1)	8.6 (0.1)
平均値 (標準偏差)			(mm)

く、サッカー、ボールルームダンスで小さかった(表4)。胴囲は、ボートと剣道で大きく、最も小さい種目はサッカーであった。臀部囲が大きい種目は、ボートと剣道で平均が100 cmを超えており、サッカーとレスリングで小さかった。下腿囲は、柔道で最も大きく、サッカーが小さかった。

女性では、上腕伸展囲、上腕屈曲囲ともラグビーで大きく、陸上中距離・短距離で小さかった。胴囲は、バレーボールが最も大きく、弓道が最も小さかった。臀部囲はバレーボール、ラグビーが大きく、陸上中距離が最も小さかった。下腿囲は、ラグビーが最も大きく、バスケットボールが最も小さかった。

#### 4. 皮下脂肪厚

各測定部位の皮下脂肪厚を表5に示した。全測定部位の皮下脂肪厚を合計した8部位和は、男性ではボート競技が最も多く(102.6±31.7 mm)、柔道が最も少なかった(54.3±18.3 mm)。ボート競技は上肢総和、下肢総和、体幹部総和とも高く、柔道では上肢総和、下肢総和、体幹部総和とも低かった。部位別の違いとして、剣道は上肢総和は少ないが、体幹部総和が高い傾向にあった。

女性では、8部位和はバレーボール(128.4±32.7 mm)、ボールルームダンス(106.1±33.1 mm)が平均で100 mmをこえていた。8部位和が最も少なかった種目は陸上中距離(57.1±11.8 mm)であった。バレーボール、ボールルームダンスとも上肢総和、下肢総和、体幹部総和のいずれも高い傾向にあった。

#### 5. 骨幅

上腕骨内外側上顆幅は男性では柔道で大きく、サッカーで小さかった(表6)。大腿骨内外側上顆幅は、バスケットボールで大きく、サッカー、レスリングで小さかった。女性では、上腕骨内外側上顆幅は、ボールルームダンス、ボートで大きく、陸上短距離、弓道で小さかった。大腿骨内外側上顆幅も、ボールルームダンスで大きく、陸上短距離が小さかった。

#### 6. ソマトタイプ

各選手の内胚葉指数、中胚葉指数、外胚葉指数を表7、図1に示した。本対象では多くの種目で中胚葉指数が最も大きく、内胚葉指数が外胚葉指数より大きい内胚葉-中胚葉型に分類された。男子では、サッカーは中胚葉指数が高く、内胚葉指数と外胚葉指数が同程度の中胚葉優位型に分類された。女性のソマトタイプは、バスケットボールはすべての指数が同程度である中央型、バレーボールは内胚葉指数と中胚葉指数が同程度の中胚葉性内胚葉型に分類された。陸上中距離は、中胚葉指数が最も大きく、外胚葉指数が内胚葉指数より大きい中胚葉優位型、陸上ハードルは外胚葉指数が最も大きく、中胚葉指数が内胚葉指数より大きい外胚葉性中胚葉型であった。

#### 7. Phantom-Zスコア

男女別に各種目のPhantom-Zスコアを図2に示した。男女とも各皮下脂肪厚はPhantomより小さい傾向にあったが、女性のバレーボールの上腕二頭筋部皮下脂肪厚は大きい傾向が見られた。男性では、柔道、レスリング、剣道で各周径囲が大きい傾向にあり、また

表7 ソマトタイプ

	n	内胚葉指数	中胚葉指数	外胚葉指数
男性				
剣道	4	2.8 (0.3)	5.7 (0.3)	2.2 (0.5)
サッカー	32	2.2 (0.5)	4.6 (1.0)	2.5 (0.9)
柔道	3	2.1 (1.0)	7.4 (1.2)	1.0 (0.6)
バスケットボール	12	3.1 (1.2)	5.7 (1.0)	2.2 (0.9)
ボート 重量級	8	3.7 (1.1)	5.4 (0.3)	1.7 (0.4)
ボールルームダンス	10	3.2 (1.1)	4.9 (0.8)	2.4 (0.8)
レスリング	8	2.6 (0.8)	6.5 (1.0)	1.2 (0.5)
女性				
バスケットボール	3	3.2 (0.4)	3.2 (0.6)	3.3 (0.6)
バレーボール	8	4.5 (1.0)	4.0 (1.2)	2.2 (1.1)
ボート 軽量級	6	3.5 (0.8)	3.7 (0.2)	2.7 (0.5)
ボールルームダンス	9	3.8 (1.2)	3.9 (0.8)	2.9 (1.1)
ラグビー バックス	3	3.7 (0.8)	5.2 (0.4)	1.6 (0.8)
陸上 中距離	4	2.0 (0.3)	3.3 (0.3)	3.2 (0.3)
陸上 短距離	3	2.6 (0.4)	3.8 (0.4)	2.4 (0.2)
陸上 ハードル	4	2.3 (0.4)	3.1 (1.0)	3.4 (1.0)
弓道	4	3.5 (0.9)	4.4 (0.7)	2.4 (0.5)
平均値 (標準偏差)				

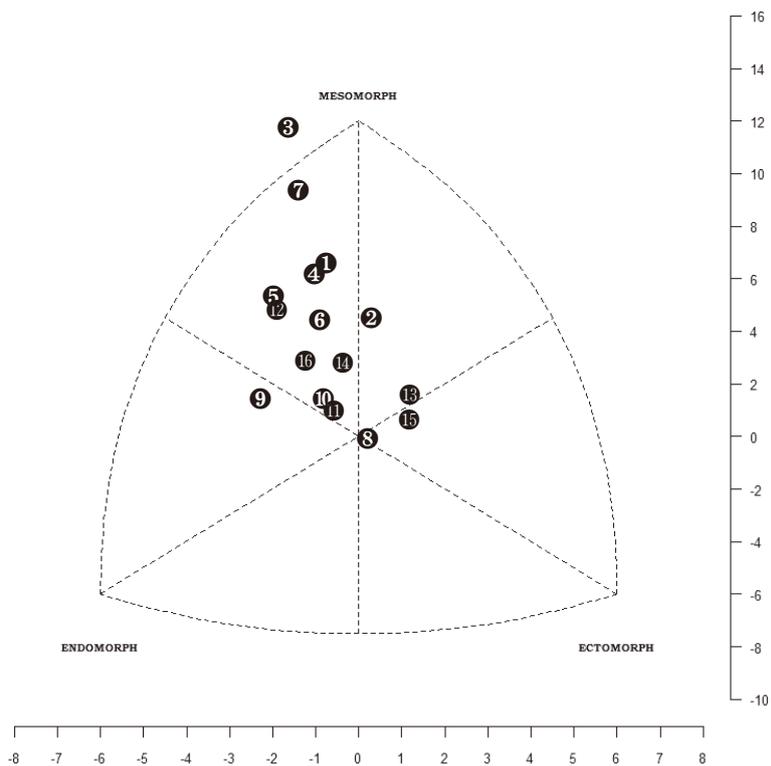


図1 各種目のソマトタイプ

種目別に内胚葉指数—中胚葉指数—外胚葉指数として表すソマトタイプをソマトチャート上にプロットした。図中の各番号は、以下の種目を示す。①男性剣道 ②男性サッカー ③男性柔道 ④男性バスケットボール ⑤男性ボート重量級 ⑥男性ボールルームダンス ⑦男性レスリング ⑧女性バスケットボール ⑨女性バレーボール ⑩女性ボート軽量級 ⑪女性ボールルームダンス ⑫女性ラグビーバックス ⑬女性陸上中距離 ⑭女性陸上短距離 ⑮女性陸上ハードル ⑯女性弓道

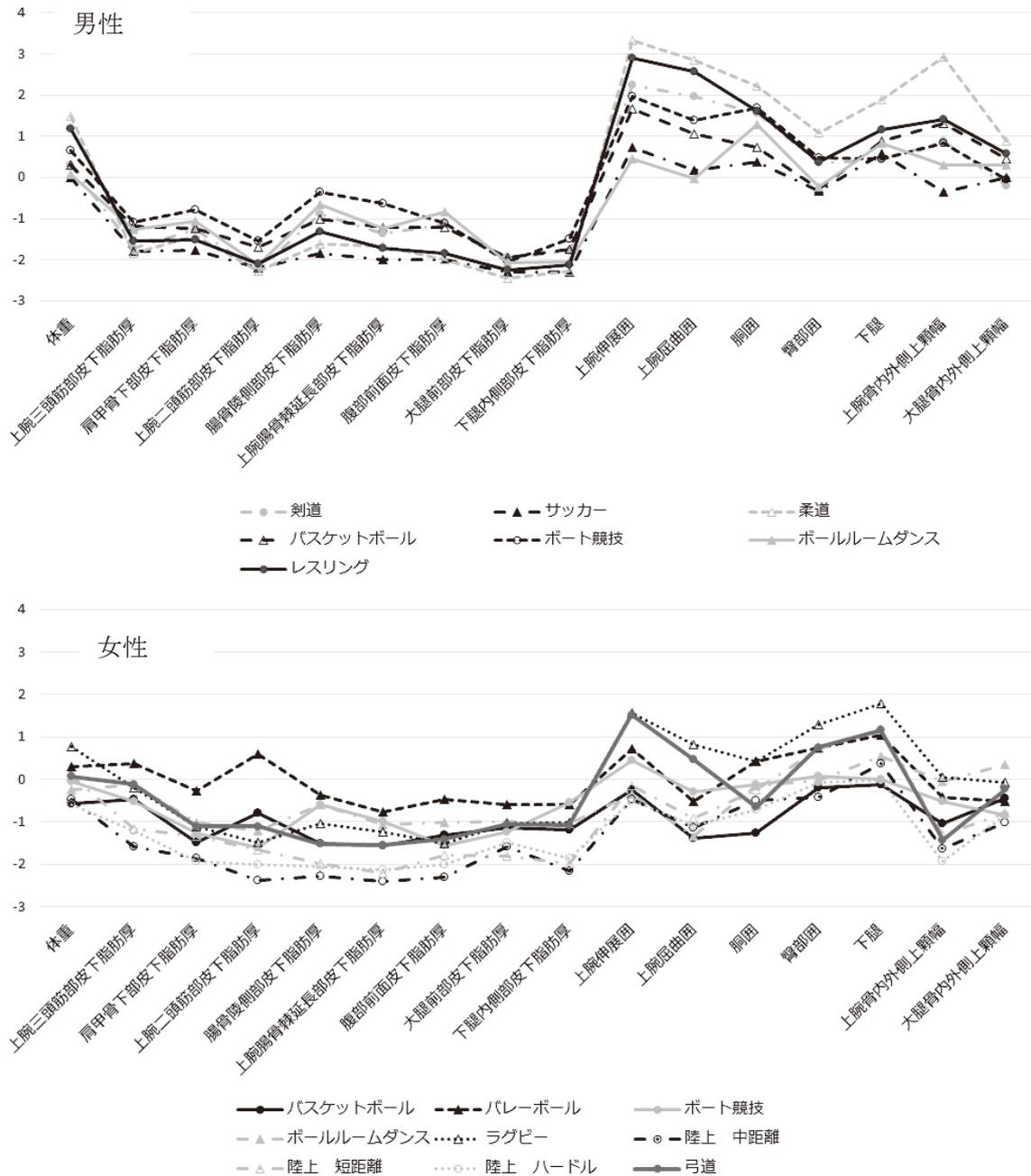


図2 各競技におけるPhantom Zスコア

実測した値をPhantomモデルと比較をするPhantom Zスコアに変換して、性別、種目別にプロットした。

上腕骨内外側上顆幅は柔道で大きかった。女性でも、ラグビーバックスは上腕伸展围、臀部围、下腿围がPhantomに比べて大きく、弓道でも上腕伸展围は大きい傾向が見られた。

#### IV 結論・今後の課題

本資料では、JSNA研究プロジェクト・パイロットスタディーで測定した都道府県大会出場レベル以上ま

たはプロフェッショナルの選手の身体計測値について報告した。本研究の対象者は、全国大会出場レベルの選手が主であり、トレーニング時の身体計測値の目標値などとして、参考になる値と考えられる。

本資料の測定値はISAKが規定した測定機器や測定方法に基づき、既定のトレーニングを終了し、既定の誤差範囲内で測定ができることが確認された身体計測技師により測定された。そのため、今後、他の選手の測定を同様の条件で行った場合は、比較が可能なデー

タであるといえる。測定部位や測定方法について説明資料のみで特定のトレーニングを行っていない複数の測定者が4種類の異なるキャリパーを使用して皮下脂肪厚を測定した研究では、皮下脂肪厚の分散のうち、対象者間の違い（対象者の個人差、部位により52.0～81.4%）が最も大きい、測定者間が0.0～17.4%、使用した機器間が7.9～18.5%、機器と測定者の交互作用が1.2～4.0%を占めることが報告されている<sup>9)</sup>。身体計測の測定値は、使用する機器、測定箇所などの定義、測定者により大きく影響を受けるため、既存のデータとの比較では、同じ機器、定義を使用する必要がある。なお、MFBI法は、本資料の対象のように、多種目にわたる種目の測定では、その推定精度が種目間で一定でないと推測されるが、現場において多用されていることから、参考のために筋肉量と体脂肪率の数値のみ記載した。

本資料は、日本人の競技選手のデータとして、国際大会出場レベルよりは競技レベルが低いものの、各チームで適用可能な方法で測定されており、多くのチームにおいて、参照できる資料と考えられる。国内のスポーツ選手を対象とした身体計測値のデータとしては、JISSが中央競技団体に所属する日本代表選手または日本代表候補選手を対象に測定したデータが公表している<sup>1)</sup>。本資料の対象となった選手は、国際大会出場レベルの選手が女性の約2割、男性の約1割含まれるものの、女性の約7割、男性の約半数が全国大会出場レベルであり、JISSのデータよりは競技レベルが低い。身長・体重や身体組成をみると、本身体組成の評価に使用した機器が異なるため機器による差を含む可能性はあるが、本資料の対象者はJISSの対象者に比べ、体格がやや小さめで、皮下脂肪が多いことは、競技レベルの違いも一因であると考えられる。

同じ手法で測定された既存の研究と本資料での測定値を比較した。男性バスケットボール選手を、ポーランドのプロフェッショナルバスケットボール選手と比較すると、身長と体重は小さいが、皮下脂肪厚は上腕二頭筋部を除き大きかった<sup>10)</sup>。一方で、上腕骨内外側上顆幅はほぼ同じで、大腿骨内外側上顆幅は本対象の方が大きいことから、皮下脂肪は蓄積しているが、骨格はポーランドの選手と近い可能性がみられた。また、ソマトタイプの比較では、本資料の対象者は内胚葉指数と中胚葉指数が大きく、外胚葉指数が小さい傾向にあり、ポーランドの選手と比べると、筋・骨格系は発達しているが、同時にふくよかな傾向があると考えられた。レスリング選手については、階級による特徴もあると考えられるが、本対象の57～82 kg級の平均値をコロンビアのエリート選手（体重の95%CIが61.5～71.2 kg）と比較した<sup>11)</sup>。本対象では、身長は同程度であったが、体重は大きかった。本対象では、皮下脂肪厚はいずれの部位も小さく、周径囲と骨幅は大

きかった。ソマトタイプからみると、内胚葉指数は小さく、中胚葉指数が大きいことから、筋・骨格系が良く発達し、全体のふくよかさは小さい傾向にあった。サッカー選手について、今回はポジション別に示していないため、スペインのプロフェッショナル選手の各ポジションをあわせた値と比較した<sup>12)</sup>。本対象では、身長、体重、周径囲は全体的に小さく、皮下脂肪厚も小さかった。骨幅では、上腕骨内外側上顆幅は小さいが、大腿骨内外側上顆幅は大きかった。全体的に小柄であると考えられた。ソマトタイプは、ポジション別の記載であったが、本資料の対象者はスペインのフォワードのソマトタイプに近く、バランスの取れた中胚葉型と考えられた。2000年のシドニーオリンピックに参加した各国のボート選手の測定値の報告と比較すると、男性ボート選手は、身長、体重は小さく、皮下脂肪厚の8部位和は大きかった<sup>13)</sup>。周径囲は上腕屈曲囲と臀部囲のみ比較が可能であったが、いずれも本対象で小さかった。女性でも、身長、体重、皮下脂肪厚の8部位和、上腕屈曲囲は小さかったが、臀部囲のみ本対象の方が大きかった。女性バレーボールについても本対象ではポジション別に検討していないため、キューバのナショナルチームにおける各ポジションを合わせた値と比較した<sup>14)</sup>。本対象では、身長、体重、周径囲、骨幅はいずれも小さいが、皮下脂肪厚は大きかった。ソマトタイプでみると、内胚葉指数と中胚葉指数が高く、筋・骨格系が発達しているとともに、ふくよかさもあった。ソマトタイプのみの比較であるが、ベルギーの陸上短距離選手<sup>15)</sup>よりも、本対象は、中胚葉指数が高く、外胚葉指数が小さいことから、筋・骨格系の発達はしているが、スリムさが少ない対象であった。また、バスケットボールの国際大会参加選手<sup>16)</sup>とのソマトタイプの比較では、内胚葉指数、中胚葉指数が小さく、外胚葉指数が大きいことから、本対象では、筋・骨格系、体脂肪とも少ないと考えられた。

Phantom Zスコアは、ユニセックスのモデルに対して、身長補正した値を用いてZスコアを求めており、性や身長の影響を受けずに、各部位の測定値の特徴を把握することができる。本対象では、全体的にPhantomよりも小さいか同程度の計測値が多く、種目差も小さかったが、男性の柔道、レスリング、剣道、女性のラグビー、弓道は他の種目と異なる傾向が見られた。

今回の測定では、COVID-19の感染拡大に伴う緊急事態宣言により、2020年3月以降に予定した測定を中止したため、十分な種目、人数の計測が実施できなかった。ISAKに基づいた手法で測定された国際大会出場選手のデータや身体計測値とパフォーマンスを比較した資料が様々な競技種目において公表されている。今後、同一の計測法によるデータがさらに集積されることで、日本人選手の体型にあった戦略の検討などが可能になると考える。また、公認スポーツ栄養士養成講

習会の身体計測において、ISAKの手法に基づいた講義が行われていることから、本資料のデータは講習修了者が自分のチームで計測を行った際にも参考にすることができると思う。

## 謝辞

日本スポーツ栄養学会研究プロジェクトに参加いただきました会員の皆様及び調査に協力いただきました選手の皆様に心より御礼申し上げます。また、本調査は日本スポーツ栄養学会研究プロジェクトの助成により実施した。

## 利益相反

本研究内容に関して利益相反は存在しない。

## 文献

- 1) 独立行政法人日本スポーツ振興センター, ハイパフォーマンスセンター, 国立スポーツ科学センター監修: フォットネスチェックハンドブック (2020), 大修館書店, 東京
- 2) Wang, J., Gallagher, D., Thornton, J.C., et al.: Validation of a 3-dimensional photonic scanner for the measurement of body volumes, dimensions, and percentage body fat, *Am J Clin Nutr*, 83, 809-816 (2006)
- 3) Lohman, T.G., Roche, A.F., Martorell, R.: Anthropometric standardization reference manual (1988) Human Kinetics Books, IL, USA
- 4) Lohman, T.G., Milliken, L.A.: ACSM's Body composition assessment (2020) Human Kinetics, IL, USA
- 5) Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristobal, R., Marfell-Jones, M.: International standards for anthropometric assessment (2019) The International Society for the Advancement of Kinanthropometry, Murcia, Spain
- 6) Norton, K., Olds, T.: Anthropometrica (1996) A UNSW Press book, Sydney, Australia
- 7) Ross, W.D., Marfell-Jones, M.J.: Kinanthropometry, in Physiological testing of the high-performance athlete (MacDougall J.D., Wenger H.A., Green H.J. eds.) pp.223-308 (1982) Human Kinetics Books, Ill,USA
- 8) Carter, J.E.L., Heath, B.H.: Somatotyping-development and application (1990) Cambridge University Press, Cambridge, USA
- 9) Lohman, T.G., Pollock, M.L., Slaughter, M.H., et al.: Methodological factors and the prediction of body fat in female athletes, *Med Sci Sports Exerc*, 16, 92-96 (1984)
- 10) Gryko, K., Kopiczko, A., Mikolajec, K., et al.: Anthropometric Variables and Somatotype of Young and Professional Male Basketball Players, *Sports (Basel)*, 6, 9 (2018)
- 11) Ramirez-Velez, R., Argothyd, R., Meneses-Echavez, J.F., et al.: Anthropometric characteristics and physical performance of colombian elite male wrestlers, *Asian J Sports Med*, 5, e23810 (2014)
- 12) Cavia, M., Moreno, A., Fernandez-Trabanco, B., et al.: Anthropometric characteristics and somatotype of professional soccer players by position, *J Sports Med Ther*, 4, 73-80 (2019)
- 13) Kerr, D.A., Ross, W.D., Norton, K., et al.: Olympic lightweight and open-class rowers possess distinctive physical and proportionality characteristics, *J Sports Sci*, 25, 43-53 (2007)
- 14) Carvajal, W., Betancourt, H., León, S., et al.: Kinanthropometric profile of Cuban women Olympic volleyball champions, *MEDICC Rev*, 14, 16-22 (2012)
- 15) Aerenhouts, D., Delecluse, C., Hagman, F., et al.: Comparison of anthropometric characteristics and sprint start performance between elite adolescent and adult sprint athletes, *Eur J Sport Science*, 9-15 (2012)
- 16) Carter, J.E., Ackland, T.R., Kerr, D.A., et al.: Somatotype and size of elite female basketball players, *J Sports Sci*, 23, 1057-1063 (2005)

( 受付日 : 2022年10月5日 )  
( 採択日 : 2022年11月1日 )