

【原著論文】

トップレベルの女子柔道選手の体組成の特性

箭柏 えり¹⁾, 小嶋 新太³⁾, 清水 勇樹²⁾, 服部 辰広³⁾, 松田 康宏³⁾, 平沼 憲治²⁾

¹⁾ 日本体育大学保健医療学研究科

²⁾ 日本体育大学スポーツ医科学研究室

³⁾ 日本体育大学運動器外傷学研究室

Characteristics of body composition in top-level female judo athletes

Eri YAGASHIWA, Arata KOJIMA, Yuuki SHIMIZU, Tatsuhiro HATTORI,
Yasuhiro MATSUDA and Kenji HIRANUMA

Abstract: The purpose of this study was to clarify the body composition of top-level women's judo players with high competitive skill. The target were 11 Japanese national players, 16 university players, 9 general women group without a regular exercise habit. For the body composition measurement, the bioelectrical impedance method (BIA method) was used.

The group of Japanese athletes with high competitive skills showed lower body fat mass, while the skeletal muscle mass and body water content were significantly higher than those of the general female group and university athletes group. In the measurement by site, the muscle mass of the upper limbs and lower limbs was significantly higher in the Japanese national team. From the results of this study, it was suggested that increasing the muscle mass, mainly of the upper limbs and lower limbs and lowering body fat as a physical strength factor in judo competitions will help to improve their competitiveness.

要旨: 本研究は、競技力の高いトップレベルの女子柔道選手の体組成を明らかにすることを目的とした。対象は日本代表選手群 11 名、比較対象群として大学選手群 16 名および、現時点で定期的な運動習慣のない一般女性群 9 名の合計 36 名とした。体組成測定は、生体電気インピーダンス法 (BIA 法) を使用した。

その結果、競技力の高い日本代表選手群は一般女性群、大学選手群と比較し、体脂肪量が低値を示し、骨格筋量、体水分量が有意に高値を示した。部位別の測定では、上肢及び下肢の骨格筋量において、日本代表選手群が有意に高値を示した。本研究結果から、柔道競技における体力的要素として体脂肪を低値としたうえで上肢、下肢を中心とした骨格筋量の増大を図ることが競技力向上の一助となることが示唆された。

(Received: May 7, 2018 Accepted: August 6, 2018)

Key words: women's judo, body composition, competitiveness

キーワード：女子柔道、体組成、競技力

緒 言

筋組織は構造と収縮特性の違いから骨格筋、平滑筋、心筋に分類されるが、中でも骨格筋は体重の 40～50% と多くの割合を占めている。骨格筋の能力を表す指標として筋力があるが、対人格闘技である柔道競技ではその競技力に筋力が大きく関与することが報告されている¹⁻³⁾。また、筋力は骨格筋の横断面積に比例すると

いわれ⁴⁾、骨格筋量の増大はより大きな筋力発揮へと繋がる。さらに脂肪量を減少させることで、相対的に骨格筋量が増加し、体重制の試合においては競技結果に有利に働くことが予想される。

体組成とは、筋や脂肪、骨、水分など身体を組織する成分を表す。柔道選手の体力的要素となる体組成については、様々な知見が明らかとなっているが、性差を問わず総じて、体脂肪を低値とした上での骨格筋量

の増大が重要であることが報告されている⁵⁻⁷⁾。しかし、競技力を高める上での体組成に性差がない一方で、身体構造には性差が顕著に現れる。第二性徴を境に男性は筋肉質な身体、女性は脂肪量が増し丸みのある身体へと変化する。試合に有利な体づくりという観点からみると、重量級を除き脂肪量の減少が推奨されるが、身体特性上女性は元々の脂肪量が多いことから、いかに生理的現象を克服し骨格筋量の増大を図るかが課題となる。さらには月経異常などの諸問題を抱える女性であるが故に、効率的に「試合に勝つための身体」を評価し、減量との兼ね合いから競技力に有効に作用する部分を優先的に増大させる必要があると考える。

現在骨格筋の測定は、コンピューター断層撮影法(Computed Tomography; CT法)、核磁気共鳴法(Magnetic Resonance Imaging; MRI法)、二重X線吸収法(Dual Energy X-ray Absorptiometry; DEXA法)などによって行われている。しかしこれらの測定方法は、筋断面積を積分すると体積になるという考え(Cavalieri法)に基づいていることから、対象となる骨格筋量を正確に把握するためには可能な限りより多くの筋断面を撮影する必要がある。そのため、測定中は被験者に長時間の安静が求められ、X線を使用することから特定の資格が必要となる。一方で、生体電気インピーダンス(Bioelectrical Impedance Analysis; BIA法)は生体組織の違いを利用したもので、近年ではこの機能が体重計に組み込まれ、一般家庭にも普及している簡便な装置である。このBIA法は、生体組織が水分や無機イオン含有量が多く電気伝導性に優れている非脂肪組織(除脂肪組織)と、水分の含有量が少なく伝導性に劣る脂肪組織に大別される特性を利用した測定方法である。この2つの組織の違いによる伝導性の差を指標に、生体に極微量な電流を流し、そのときの電流抵抗の違いを測定することで、骨格筋量、体脂肪量、体水分量を推定する装置である。BIA法により測定した骨格筋量とMRI法、CT法、DEXA法で測定した骨格筋量には相関があることが既に報告されている^{8,9)}。

ある競技種目を長期間に渡り専念した選手の身体は、結果としてその種目に適した体組成を持つことから、様々な競技の体組成の特性に関する検討がなされている。北川¹⁰⁾は種々の競技者の体組成を総体的に検討し、競技者の体脂肪量は一般人と比較し有意差がなく、除脂肪体重が有意に高値を示す競技が多かったことを報告している。また、柔道選手を対象とした体組成については、沢田ら¹¹⁾が女子柔道選手の体重階級別の体組成について検討し、重量級選手は軽・中量級選手と比較し体幹筋量が少ないことを報告した。しかしながら、これまで競技力別の体組成について検討した

報告は男子柔道選手を対象としており¹²⁾、女子柔道選手の競技力別の体組成について十分な解明には至っていない。

そこで本研究は、過去に明らかにされてこなかったトップレベルの女子柔道選手の体組成をBIA法で推定し、競技力の異なる群間との比較により、体組成の違いを明らかにすることを目的とした。

方 法

(1) 対象

対象は、日本代表選手群11名(世界選手権1位2名、3位2名、国際大会優勝7名)、比較対象群として大学選手群16名(学生全国大会入賞および出場)および、現時点で定期的な運動習慣のない一般女性群9名の合計36名とした。平均年齢は日本代表選手群で25.1(±3.0)歳、大学選手群で19.5(±1.1)歳、一般女性群で21.6(±1.5)歳であった。平均身長については、日本代表選手群で164.2(±6.2)cm、大学選手群で161.1(±3.8)cm、一般女性群で158.1(±4.4)cmであった。BMIの平均値は、日本代表選手群で24(±2.6)、大学選手群で24.1(±3.7)、一般女性群で21.2(±1.7)であった。体重による階級については、日本代表選手群で48kg級1名、52kg級1名、57kg級5名、63kg級1名、70kg級1名、78kg級2名であった。大学選手群では52kg級4名、57kg級5名、63kg級4名、70kg級1名、78kg級2名であった。なお、大学選手群及び日本代表選手群については、体重コントロールを実施していない時期に測定を行った。測定前に十分なインフォームドコンセントを実施し、測定の意義、内容を説明した上で書面にて測定参加の承諾を得た。なお、本研究は順天堂大学スポーツ健康科学研究倫理委員会において、倫理面の審査を受け、承諾されている(承認番号:院27-45)。

(2) 測定項目

体組成の測定には、体成分分析装置InBody730(インボディ・ジャパン社製)を使用した。これは、生体電気インピーダンス法(BIA法)を改良し、5部位別分析(右上肢、左上肢、体幹、右下肢、左下肢)と多周波数測定を同時に行うDSM-BIA法を採用したものであり、これによって、骨格筋量、体脂肪量、体水分量を推定した。測定に際し、着衣の影響を最小限に抑えるためTシャツ、ハーフパンツで被験者の服装を統一し、起床直後に測定を行った。

(3) 統計処理

全ての測定値は平均(±標準偏差)で表した。統計にはExcel統計2012(for Windows)を使用し、有意

水準を5%とした。3群間の有意性の検定には一元配置分散分析を行い、有意差 ($p<0.05$) が認められたとき Tukey 法を用いて多重比較検定を行った。

結 果

(1) 骨格筋量

単位体重当たりの骨格筋量を図1に示した。これによると、一般女性群で $0.405 (\pm 0.001)$ kg, 大学選手群で $0.427 (\pm 0.033)$ kg, 日本代表選手群で $0.460 (\pm 0.028)$ kg となった。3群間を分散分析した結果、 $F(2, 35)=8.85$ ($p<0.001$) となり3群間に差異が認められた。Tukey による多重比較では、大学選手群と日本代表選手群では $p=0.02$, 一般女性群と日本代表選手群においては $p=0.0007$ でそれぞれ日本代表選手群が有意に高値を示したが、一般女性群と大学選手群においては $p=0.18$ で大学選手群が高い傾向を示すものの有意差はみられなかった。

単位体重当たりの上肢筋量を図2に示す。上肢筋量においては一般女性で $0.069 (\pm 0.006)$ kg, 大学選手群で $0.086 (\pm 0.008)$ kg, 日本代表選手群で $0.093 (\pm 0.007)$ kg となった。3群間を分散分析した結果、 $F(2, 35)=27.9$ ($p<0.001$) となり差異が認められた。Tukey による多重比較では、一般女性群と大学選手群

では $p=0.00002$, 大学選手群と日本代表選手群では $p=0.02$, 一般女性群と日本代表選手群では $p=0.000001$ でそれぞれ有意な差がみられた。

単位体重当たりの体幹筋量を図3に示す。体幹筋量において一般女性群で $0.323 (\pm 0.017)$ kg, 大学選手群で $0.351 (\pm 0.028)$ kg, 日本代表選手群で $0.372 (\pm 0.028)$ kg となった。3群間を分散分析した結果、 $F(2, 35)=8.92$ ($p<0.001$) となり3群間に差異が認められた。Tukey による多重比較では、一般女性群と大学選手群で $p=0.03$, 一般女性群と日本代表選手群で $p=0.0005$ でいずれも一般女性群と比較し、2群の柔道選手群が有意に高い値を示した。しかし、大学選手群と日本代表選手群では $p=0.09$ で日本代表選手群が高い傾向を示すものの有意差はみられなかった。

単位体重当たりの下肢筋量を図4に示す。下肢筋量においては、一般女性群で $0.223 (\pm 0.013)$ kg, 大学選手群で $0.220 (\pm 0.017)$ kg, 日本代表選手群で $0.241 (\pm 0.016)$ kg となった。3群間を分散分析した結果、 $F(2, 35)=5.76$ ($p<0.01$) となり3群間に差異が認められた。Tukey による多重比較では、一般女性群と日本代表選手群で $p=0.04$, 大学選手群と日本代表選手群で $p=0.006$ で何も日本代表選手群が有意に高値を示した。しかし、一般女性群と大学選手群では $p=0.91$ で一般女

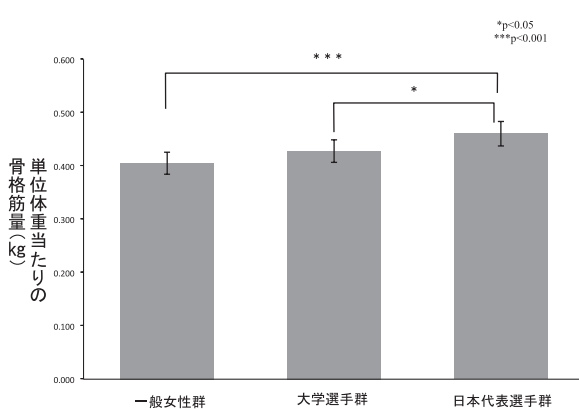


図1 単位体重当たりの骨格筋量

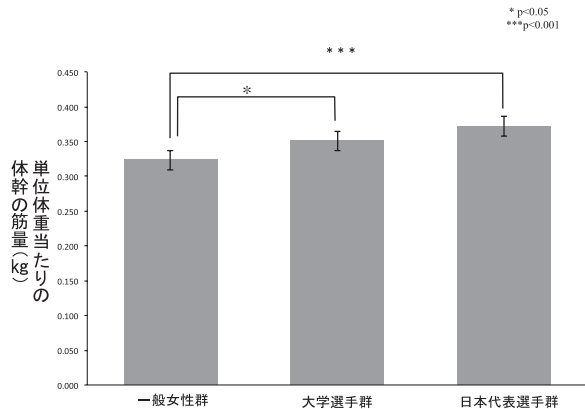


図3 単位体重当たりの体幹の筋量

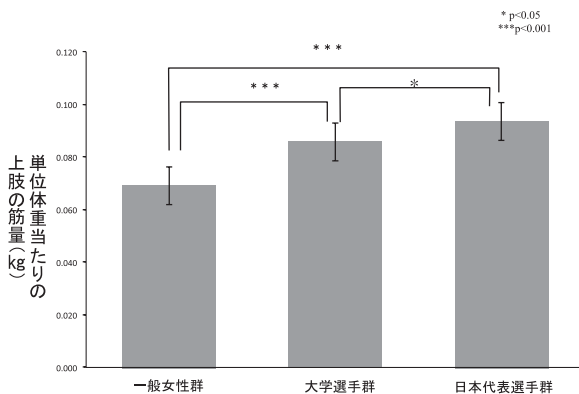


図2 単位体重当たりの上肢の筋量

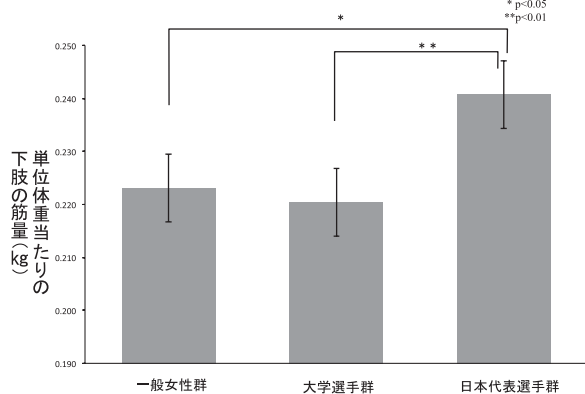


図4 単位体重当たりの下肢の筋量

性群が僅かに高い傾向を示すものの有意差はみられなかった。

(2) 体脂肪量

単位体重当たりの体脂肪量を図5に示す。一般女性では0.255(±0.044)kg, 大学選手群で0.233(±0.056)kg, 日本代表選手群で0.181(±0.051)kgとなった。3群間を分散分析した結果, F(2, 35)=5.60 (p<0.01)となり3群間に差異が認められた。Tukeyによる多重比較では, 大学選手群と日本代表選手群でp=0.04, 一般女性群と日本代表選手群でp=0.008でそれぞれ日本代表選手群が有意に低値を示した。一般女性群と大学選手群ではp=0.56で大学選手群が僅かに低値を示したが有意差はみられなかった。

(3) 体水分量

単位体重当たりの体水分量を図6に示す。一般女性群で0.546(±0.033)kg, 大学選手群で0.564(±0.035)kg, 日本代表選手群で0.603(±0.042)kgとなった。3群間を分散分析した結果, F(2, 35)=5.86 (p<0.01)となり3群間に差異が認められた。Tukeyによる多重比較では, 大学選手群と日本代表選手群でp=0.04で, 一般女性群と日本代表選手群でp=0.006で, それぞれ日

本代表選手群が顕著に高値を示す結果となった。一般女性群と大学選手群ではp=0.48で大学選手群で高い傾向はみられたものの有意差はみられなかった。

考 察

(1) 骨格筋量と体水分量について

骨格筋は水分の貯蔵庫としての働きがあるため, 骨格筋量と体水分量は深く関係している。成人男性の体水分量は体重の60%を占めており, その内訳は細胞内に40%, 細胞外に20%が分布している。一方で高齢者は体水分量が体重の55%で, 成人男性と比較し5%の減少がみられ, 体水分量の内訳は細胞内に35%, 細胞外に20%が分布している。つまり, 加齢に伴う骨格筋量の減少が細胞内液を減少させることが既に明らかとなっている¹³⁾。本研究結果においても骨格筋量が多い日本代表選手群は体水分量も高値を示したと考えられる。部位別の単位体重当たりの上肢筋量は, 一般女性群, 大学選手群, 日本代表選手群でそれぞれの群間に有意差がみられた。この背景には柔道競技のルール変更が影響していると考えられる。

2003年に女子の試合時間が4分から5分に延長されたことに伴い, この前後の年の試合内容を検討する先行研究が散見される。中村ら^{14,15)}は1995~2001年, 2003~2011年の世界柔道選手権大会の勝利傾向を分析し, いずれの大会においても女子の勝利ポイントの獲得内容は投技が1番多く, 次いで固め技, 罰則であったと報告した。勝利ポイントとして最も多かった投技をかける前の「崩し」について石井ら¹⁶⁾は, 受の比重心高を自然本体時より高位にすること, 支持面から重心を外すことが重要だとしている。さらに, 受が大きく崩される前に, 重心が一度支持面中心に近づき, 反動を利用することで崩しを行なっていることを報告している。つまり, 相手のバランスを崩すためには, 強い上肢の筋力を持ち合わせている必要があると考えられ, 日本代表選手群で上肢筋量が有意に高値を示したことは, 上肢筋量の違いが, 結果的に技の決定力として有利に働いていることが示唆された。

体幹筋量については, 一般女性群と比較し大学選手群, 日本代表選手群が有意に高値を示したものの, 大学選手群と日本代表選手群で有意差はみられなかった。今泉ら^{17,18)}は女子柔道選手の体幹筋量について, 一般女性と比較し屈筋, 側腹筋共に高値を示したことを明らかにしている。本研究結果も先行研究を支持する形となったが, 大学選手群と日本代表選手群で有意差がみられなかったことから, 体幹筋量は競技力を左右する直接的な要因ではない可能性が考えられる。しかしながら, 本研究はサンプル数が限られており, 体重階級制における検討が困難であったため今後更なる

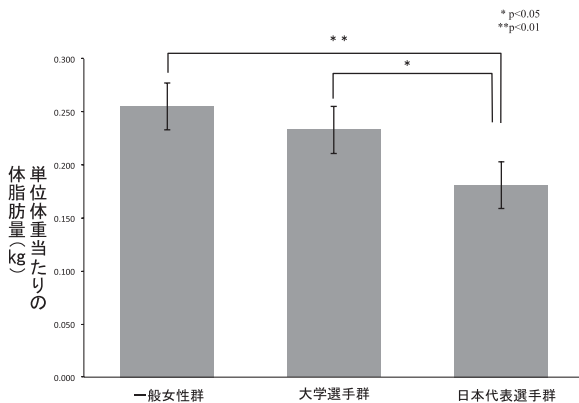


図5 単位体重当たりの体脂肪量

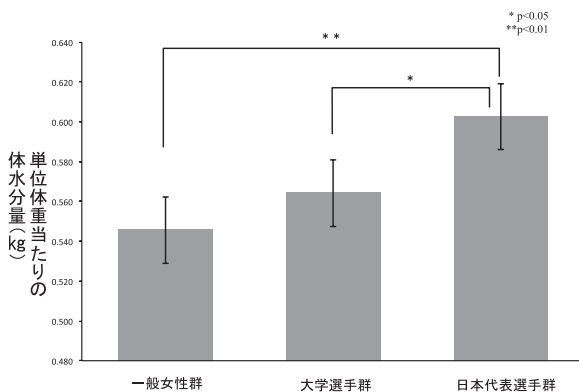


図6 単位体重当たりの体水分量

検討が必要であると考え。

下肢筋量については、一般女性群、大学選手群と比較し日本代表選手群が有意に高値を示し、さらに大学選手群と日本代表選手群では1%水準で日本代表選手群が高値を示す結果となった。菅波ら¹⁹⁾は、柔道選手に7週間の下肢筋力トレーニングを実施した結果、トレーニング後では片脚支持による足技の施技に増加傾向がみられたことを報告している。これは、技の技術的向上ではなく、身体の支持能力に効果があったことを示唆している。本研究結果においても、日本代表選手群の下肢筋量が有意に高値を示したことは、下肢筋力が片脚起立時の安定性に影響を及ぼし、競技力の向上に繋がっていると考える。また、下肢筋力については傷害発生の観点からも重要視されている。山本ら²⁰⁾は、相対的に脚伸展筋力の低い重量級選手では、他階級のおおよそ2倍の傷害発生率を示し、下肢筋力の不足が傷害発生の要因であると報告している。下肢筋力は、選手生命に関わる怪我の発生に大きく影響していることが予想され、日本代表選手においては競技力の向上とは別に、重要な強化項目といえる。

(2) 体脂肪量について

柔道は体重制が採用されていることから、限られた体重範囲内において試合に有利な体作りが不可欠となる。既に競技力向上の体力的要素として、骨格筋量の増加と、体脂肪量の減少が提言されている⁶⁾。本研究の結果からも、一般女性群、大学選手群と比較し、日本代表選手群が顕著に低値を示す結果となった。大学選手群の体脂肪量は一般女性群の数値と変わりはなく、今後トレーニングにより体脂肪量を減少し、骨格筋量の増大を図ることで、トップレベルの女子柔道選手の体組成に近づくと考える。

本研究の限界としては、限られたサンプル数で検討したため、サンプル数をより増やし、階級制を勘案するなどして更なる検討が必要であると思われる。

結 論

本研究は、競技力の高い日本代表選手群の体組成を競技力の異なる群間との比較により、明らかにすることを目的とした。対象は、日本代表選手群11名、比較対象群として大学選手群16名及び、現時点で定期的な運動習慣のない一般女性群9名の合計36名とし、体組成の測定には生体電気インピーダンス法(BIA法)を使用した。得られた結果は以下の通りである。

(1) 全身の骨格筋量、体水分量は日本代表選手群が一般女性群、大学選手群と比較し有意に高値を示した。

- (2) 体脂肪量は、日本代表選手群が、一般女性群、大学選手群と比較し有意に低値を示した。
- (3) 部位別の骨格筋量は、上肢筋量、下肢筋量で日本代表選手群が一般女性群、大学選手群と比較し有意に高値を示した。体幹筋量は、日本代表選手群と大学選手群で有意な差がみられなかった。

本研究結果より、柔道競技での競技力向上には体脂肪を低値としたうえで上肢、下肢を中心とした骨格筋量の増大が重要であり、この結果をトップレベルの女子柔道選手の体力的要素として提議する。

文 献

- 1) 今泉哲雄, 西嶋洋子, 江橋博, 大畠襄, 佐藤美弥子. (1993). 55. 女子柔道選手の側腹筋群が競技力へ及ぼす影響: MRI および TR 装置からみて. 体力科学, 42(6), 594.
- 2) 長谷川優, 竹内外夫. (1987). 男女大学生柔道選手の上腕と大腿の筋厚. 武道学研究, 20(2), 149-150.
- 3) 服部正明, 今泉哲雄, 鈴木直樹. (1993). 一流女子柔道選手の体幹背部筋群の形態的特徴. 体力科学, 42(5), 485-493.
- 4) Ikai, M., Fukunaga, T. (1968). Calculation of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurement. Internationale Zeitschrift für Angewandte Physiologie Einschliesslich Arbeitsphysiologie, 26(1), 26-32.
- 5) 浅見高明, 射手矢岬, 小俣幸嗣. (1991). 柔道選手の皮下脂肪分布特性について. 武道学研究, 24(2), 169-170.
- 6) 恩田哲也, 有賀誠司, 中村豊. (2002). 女子柔道選手における大学柔道部入部後の身体的変化の特性について: レギュラー選手と非レギュラー選手を比較して. 東海大学スポーツ医科学雑誌, 14, 41-47.
- 7) 設楽佳世, 勝亦陽一, 熊川大介, 池田達昭, 平野裕一. (2017). ジュニアアスリートにおける体幹筋断面積の年齢差および競技種目差: シニアアスリートとの比較から. 体力科学, 66(1), 87-100.
- 8) Bartok, C., Schoeller, D. A. (2004). Estimation of segmental muscle volume by bioelectrical impedance spectroscopy. Journal of Applied Physiology, 96(1), 161-166.
- 9) Mazess, R., Barden, H., Bisek, J., Hanson, J. (1990). Dual-energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. American Journal of Clinical Nutrition, 51(6), 1106-1112.
- 10) 北川薫. (2006). 競技者の望ましい身体組成とその評価法. 臨床スポーツ医学 = The journal of clinical sports medicine, 23(4), 341-348.
- 11) 沢田かほり, 高橋一平, 田辺勝, 大久保礼由, 梅田孝, 中路重之. (2013). 全日本女子柔道選手における体重階級別の体組成. 青森県スポーツ医学研究会誌, 22, 19-22.
- 12) 樗木武治, 久保潤二郎, 田崎元久. (2008). 大学柔

- 道選手における競技力と筋厚分布および身体組成について. 松山大学論集, 20(2), 303-316.
- 13) 杉本直俊. (2014). 高齢者の骨格筋の役割—体温調節と水分代謝の視点からの考察—. 体力科学, 63(1), 14.
- 14) 中村勇, 南篠充寿, 矢野勝, 田中勤, 林宏典, 山本洋祐, 正木嘉美, 出口達也, 渡辺直勇. (2004). 2003年世界選手権大会の競技分析—1995～2001年大会との比較. 柔道科学研究, 9,1-6.
- 15) 中村勇, 小山田和行, 清野哲也. (2013). 世界柔道選手権における勝利傾向の分析—2003, 2007, 2011年大会の比較—. 講道館柔道科学研究会紀要 第十四輯
- 16) 石井孝法, 岡田弘隆, 増地克之, 坂本道人, 小俣幸嗣. (2008). 柔道投技における崩しの基礎的研究. 武道学研究, 40(3), 11-16.
- 17) 今泉哲雄, 江橋博, 西嶋洋子, 鈴木直樹, 服部政明, 木村昌彦, 中村良三. (1992). 0430902 一流女子柔道選手における腹筋の特性: MRI 及び TEF 装置からみて. 日本体育学会大会号, (43), 347.)
- 18) 今泉哲雄, 西嶋洋子, 江橋博, 大島襄, 佐藤美弥子. (1993). 55. 女子柔道選手の側腹筋群が競技力へ及ぼす影響: MRI および TR 装置からみて. 体力科学, 42(6), 594.
- 19) 菅波盛雄, 桜庭景植, 廣瀬伸良, 中村充, 石川拓次. (2005). 柔道選手における下肢トレーニングの効果に関する研究. 順天堂大学スポーツ健康科学研究, (9), 1-10.
- 20) 山本利春 (1996). 傷害予防の観点からみた柔道選手の階級別脚筋力と身体組成の評価. 日本臨床スポーツ医学会誌, 4(3), 262-266.

<連絡先>

著者名: 箭柏えり

住 所: 神奈川県横浜市青葉区鴨志田町 1221-1

所 属: 日本体育大学保健医療学研究科

E-mail アドレス: e-yagashiwa@nittai.ac.jp