

間欠的な全力ペダリングテスト時の発揮パワーによる柔道選手の 瞬発力および持久力の評価

佐藤雄太¹⁾, 森寿仁^{2) 3)}, 奥島大^{3) 4)}, 小山田和行⁵⁾, 藤田英二⁶⁾, 山本正嘉⁶⁾

¹⁾日本スポーツ振興センター

²⁾立命館大学

³⁾日本学術振興会特別研究員

⁴⁾神戸芸術工科大学

⁵⁾鹿屋体育大学スポーツ・武道実践科学系

⁶⁾鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

キーワード: 柔道, テスト, 乳酸, 無酸素性パワー, 持久力,

【要 約】

柔道選手に要求される瞬発力と持久力を, 自転車エルゴメーターを用いた間欠的な全力ペダリングテストによって簡易に評価できるかを検討するため, 大学生の男子柔道選手を対象に 2 つの研究を行った.

研究 1 では, 22 名の選手を対象に, 5 秒間の全力ペダリングを 10 秒間の休息をはさみ, 10 セット反復するテストを行った. 全対象者はこのテストを行う以前に, 指導者による競技動作の評価に基づき, 瞬発力に優れる選手(14 名)と劣る選手(8 名)とに分けられた. 持久力についても同様に, 優れる選手(10 名)と劣る選手(12 名)とに分けられた. その結果, 本テストにおける瞬発力指標に関しては指導者の評価と対応を示さなかったが, 持久力指標については対応を示した.

研究 2 では, 実際の柔道の試合において最長時間(5 分間)の競技を行い引き分けとなったケースを抽出して試合後の血中乳酸濃度(BLa)を測定し, 研究 1 におけるペダリングテスト後の BLa と比較した. その結果, 両者とも 13mmol/L 程度とほぼ同等の値を示した.

以上の結果から, 本研究で用いた間欠的な全力ペダリングテストは, 柔道選手の瞬発力を評価することは難しいが, 持久力を評価する上では有用であると考えられた. さらにこの運動は, 柔道選手に必要な持久力を改善するためのトレーニングとして活用できる可能性も考えられた.

スポーツパフォーマンス研究, 9, 227-237, 2017 年, 受付日: 2016 年 12 月 14 日, 受理日: 2017 年 5 月 12 日

責任著者: 森寿仁 立命館大学 525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

m137009@gst.ritsumei.ac.jp

**Assessing explosive and endurance power of judokas
with an intermittent sprint pedaling test**

¹⁾ Yuta Sato, ²⁾³⁾ Hisashi Mori, ³⁾⁴⁾ Dai Okushima, ⁵⁾ Kazuyuki Oyamada,

⁵⁾ Eiji Fujita, ⁵⁾ Masayoshi Yamamoto

¹⁾ Japan Sport Council

²⁾ Ritsumeikan University

³⁾ Japan Society for the Promotion of Science

⁴⁾ Kobe Design University

⁵⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: judo, pedaling test, blood lactic acid, anaerobic power, endurance

[Abstract]

Two studies were conducted with male university judokas, aiming to identify a simple method for assessing judoka's explosive and endurance power by using an intermittent sprint pedaling test with a bicycle ergometer.

In Study 1, 10 sets of repeating tests were conducted, with 5 seconds of sprint pedaling and 10 seconds of rest. Participants were 22 students who had been classified by their coach into two groups in terms of their explosive power, with 14 participants in the higher group and 8 in the lower group. Likewise, for the endurance power, 10 participants were classified into the higher group, and 12 into the lower group. The results of the explosive power assessed by pedaling were different from the coach's assessment, but the results for the endurance assessed by pedaling were similar to the pre-test assessment by the coach.

In Study 2, 7 participants engaged in judo matches for a maximum of 5 minutes. Drawn matches were extracted, and blood lactic acid (BLa) was measured. These results were compared with those from the pedaling test in Study 1. The values were almost equal, 13mmol/L.

The present results suggest that the intermittent sprint pedaling test is not relevant for assessment of judokas' explosive power, but that it may be useful for assessment of their endurance power. Furthermore, this exercise could be used to train judokas who need to improve their endurance power.

I. 緒言

柔道競技では、数分間の試合時間の中で、投げ技あるいは固め技を繰り返し発揮する必要がある(岡田ら, 1999). したがって高いパフォーマンス発揮をするためには、技をかけたり相手の技を防御するための高いパワーを発揮する能力(瞬発力)が求められると同時に、それを数分間にわたり繰り返し発揮する能力(持久力)も求められる。

このような観点で柔道競技者の瞬発力と持久力を評価しようとしたものに、石井ら(1988)の先行研究がある。彼らは一流および大学生レベルの柔道選手を対象に、自転車エルゴメーターを用いて 90 秒間連続の全力ペダリング運動を行わせた。その結果、一流選手は大学生選手と比較して、全ての時間帯において発揮パワーが優れていたと報告している。しかし柔道競技の場合、パワー発揮は前述のように間欠的であり、90 秒間連続で発揮し続けるような状況はないという問題点もある。

間欠的な運動特性を持ったスポーツ選手の運動能力を評価するためのテストとして、山本ら(1994, 1995)は自転車エルゴメーターを用いた間欠的な全力ペダリングにより、瞬発力と持久力を同時に評価できるテストを開発している。その結果、サッカー競技のように間欠的な運動様式をもつ種目では、選手の発揮パワーの特性はコーチの目からみた瞬発力と持久力の評価の良し悪しと対応することを示している(山本ら, 1995)。またサッカー、ラグビー、アメリカンフットボール、バスケットボールといった競技特性の違いも評価できると報告している(山本, 1994)。したがってこのテストは、間欠的な運動特性を持つ柔道競技においても適用できる可能性が考えられる。

柔道選手の間では以前から、体力テストとしてではないものの、間欠的な運動能力の改善を目的として、自転車エルゴメーターを用いた間欠的なペダリングのトレーニングを導入している。山本・金久(1990)は、このような間欠的なペダリング運動を行うと、血中に 10mmol/L 以上の乳酸が発生すると報告している。一方で、柔道競技の模擬試合において、正味 5 分間戦った選手の血中乳酸濃度(BLa)が 9mmol/L 以上であったとする報告がある(Degoutte et al., 2002; Franchini et al., 2003)。つまり、間欠的な全力ペダリング運動における終盤の状況は、乳酸の蓄積による筋疲労に対抗して出力できるパワーという意味で、柔道選手が制限時間いっぱいまで戦った際の状況に類似する。

以上のような背景をふまえて本研究では、間欠的な全力ペダリングテストが柔道選手の瞬発力や持久力を簡便に評価する上で有効であるかを検討するため、2つの研究を行った。

研究 1 では、間欠的なペダリングテスト時の発揮パワーが、柔道競技の指導者からみた柔道選手としての瞬発力および持久力の評価とどのように対応するかを検討した。

研究 2 では、実際の柔道の試合において、最後まで(5 分間)戦って引き分けとなった試合を対象として、その直後の BLa を測定し、研究 1 のペダリングテストの後に測定された BLa と比較検討した。

II. 方法

1. 被検者

被検者は、柔道競技部(部員数 33 名)に所属する男子大学生とした。研究 1 ではこの中から 22 名が参加した(年齢:19.3±0.6 歳, 身長:171.6±6.4cm, 体重:83.1±15.8kg)。また研究 2 では 7 名が参加した(年齢 19.8±1.8 歳, 身長:177.6±3.0cm, 体重 94.8±8.7kg)。なお、本研究では 60kg 級と 66kg 級を軽量級, 73kg 級と 81kg 級を中量級, 90kg 級と 100kg 級と 100kg 超級を重量級と定義した。

本研究は、鹿屋体育大学の倫理審査委員会の承認を得て実施した。また被検者には、本研究の目的、方法について十分な説明を行い、参加の同意を得た上で実施した。

2. 研究方法

(1) 研究 1

間欠的な全力ペダリングテストの測定は、山本(1995)の先行研究を参考に実施した。電磁ブレーキ式の自転車エルゴメーター(パワーマックス VⅢ, コンビウエルネス社製)を用いて、負荷重量を各被検者の体重の 7.5%の値に設定し、5 秒間の全力ペダリング運動を 10 秒の休息をはさんで 10 セット反復するというものであった(動画)。

サドルの高さは事前に被検者の最もペダリングしやすい高さに固定し、ペダリング中は出来る限りサドルから臀部を離さないように指示した。また足にはトゥクリップを装着し、ペダルから足が離れないように固定した。この際の、1 セットごとの最高回転数、最大パワー、および平均パワーを測定した。

また運動前、運動終了 1 分後、および 3 分後に、BLa を測定した。BLa は指尖から採血し、簡易乳酸測定器(Lactate Pro 2, Arkray 社製)で測定した。なお、運動後の値については、高い方をデータとして採用した。

本研究では山本(1995)の先行研究と同様に、1 セット目の平均パワー(P_1)を無酸素性能力(瞬発力指標)、8, 9, 10 セット目の平均パワーの平均値(P_{8-10})を有酸素性能力(持久力指標)として評価することとした。また、 P_1 および P_{8-10} はいずれも被検者の体重で除した相対値を用いた。なお、山本・金久(1990)は、 P_1 が無酸素性能力の代表的な指標である最大無酸素性パワーと、 P_{8-10} が有酸素性能力の代表的な指標である最大酸素摂取量と有意な相関関係がみられることを報告している。

各被検者の柔道競技選手として必要とされる「瞬発力」と「持久力」を、試合中の動作を判断材料に、被検者が所属する柔道部の監督 1 名とコーチ 2 名の合議により評価した。「瞬発力」については、組手の動作、技に入るスピード、技を掛けきる能力という視点から総合的に評価した(以下、柔道瞬発力とする)。「持久力」については、試合開始から終了まで組手や技の動作を衰えさせない能力という視点から評価した(以下、柔道持久力とする)。なお、各能力の優劣は、チーム内での相対評価ではなく、大学選手権大会で入賞できるレベルを有しているかを基準とした。

その結果、柔道瞬発力については、優れる選手 14 名と劣る選手が 8 名に分類された。また柔道持久力については、優れる選手 10 名と劣る選手 12 名に分類された。なおこれらの評価は間欠的な全力ペダリングテストを行う以前に実施し、テストの結果と、指導者の評価との独立性を保つように配慮した。

(2) 研究 2

実際の柔道の試合において、最も負担度が高い場合の生理応答について検討するために、国際柔道連盟の試合審判規定に定められている「正味試合時間 5 分」の試合における引き分け試合を対象に試合後の BLa を測定した。なお個人戦の場合には、正味試合時間 5 分で決着がつかない場合にはゴールデンスコア(延長戦)が実施され、競技時間が 5 分を超えることもある。そこで本研究では、正味の試合時間が 5 分間で打ち切られる団体戦の引き分け試合のみを対象とした。

対象とした試合は、平成 24 年度および平成 25 年度に開催された九州学生柔道優勝大会(①)およ

び全日本学生柔道優勝大会(②)の2つとし, その中から上記の条件に当てはまる7名のデータを収集した. その内訳は, ①が3試合, ②が4試合の計7試合であった. 研究1の被検者との重複は3名であった.

測定は, 試合終了後1-3分以内に手の指尖から採血し, 直ちに簡易乳酸測定器でBLaを測定した. 得られたデータを, 研究1の運動後のデータと比較した.

3. 統計処理

いずれの項目も平均値±標準偏差で示した. 指導者の評価の優劣による間欠的なペダリングテスト時の発揮パワーの比較には, セットごとに対応のないt検定を行った. また, P₁およびP₈₋₁₀における比較も対応のないt検定を行った. 有意水準は5%未満とした. 全ての統計処理には, IBM SPSS Statistics Ver.20を用いた.

III. 結果

1. 研究1

表1は, 指導者が柔道瞬発力に優れる/劣ると評価した選手群, および柔道持久力に優れる/劣ると評価した選手群の身体特性を示したものである. 柔道持久力に優れると評価された群は, 劣ると評価された群よりも体重が有意に軽かったが(p<0.05), それ以外の項目では有意差は認められなかった.

表1. 柔道瞬発力および持久力に優れる選手と劣る選手の身体特性

	n	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
柔道瞬発力				
優れる選手	14	19.4 ± 0.7	169.9 ± 5.9	82.8 ± 15.8
劣る選手	8	19.3 ± 0.4	174.6 ± 6.2	83.8 ± 15.6
柔道持久力				
優れる選手	10	19.5 ± 0.5	168.5 ± 3.9	75.0 ± 9.8*
劣る選手	12	19.2 ± 0.6	174.2 ± 6.9	89.9 ± 16.6

*:p<0.05

図1は, 柔道瞬発力および柔道持久力に優れる群および劣る群について, 10セットの間欠的なペダリングテストにおける各セットの発揮パワーを比較したものである. 柔道瞬発力に優れる群と劣る群の比較では, いずれのセットにおいても有意差は見られなかった(図1-a). 一方, 柔道持久力に優れる群と劣る群との比較では, 前者の方が4セット目以降, 発揮パワーが有意に高値を示した(図1-b, p<0.05).

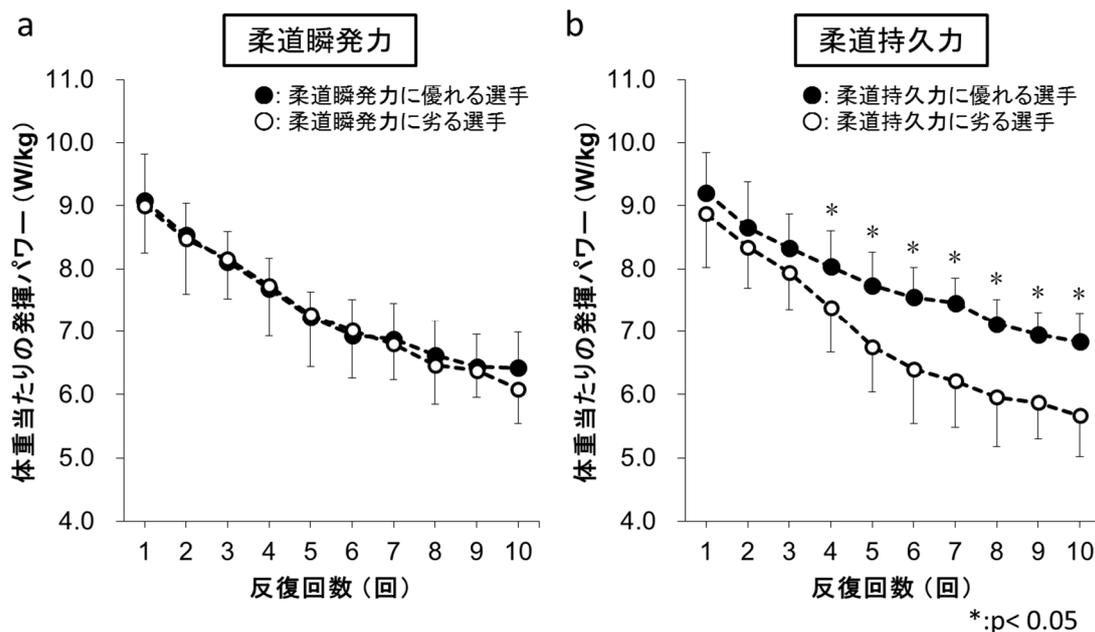


図 1. 柔道瞬発力/持久力に優れる選手および劣る選手の間欠的全力ペダリング時における発揮パワーの比較

図 2-a は柔道瞬発力に優れる群と劣る群の瞬発力指標 (P_1), また図 2-b は柔道持久力に優れる群と劣る群の持久力指標 (P_{8-10}) を, それぞれ比較したものである. 瞬発力指標に関しては, 柔道瞬発力に優れる群と劣る群との間で有意差はみられなかった. 一方, 持久力指標に関しては, 柔道持久力に優れる群では劣る群に対して有意に高値を示した(図 2-b, $p < 0.01$).

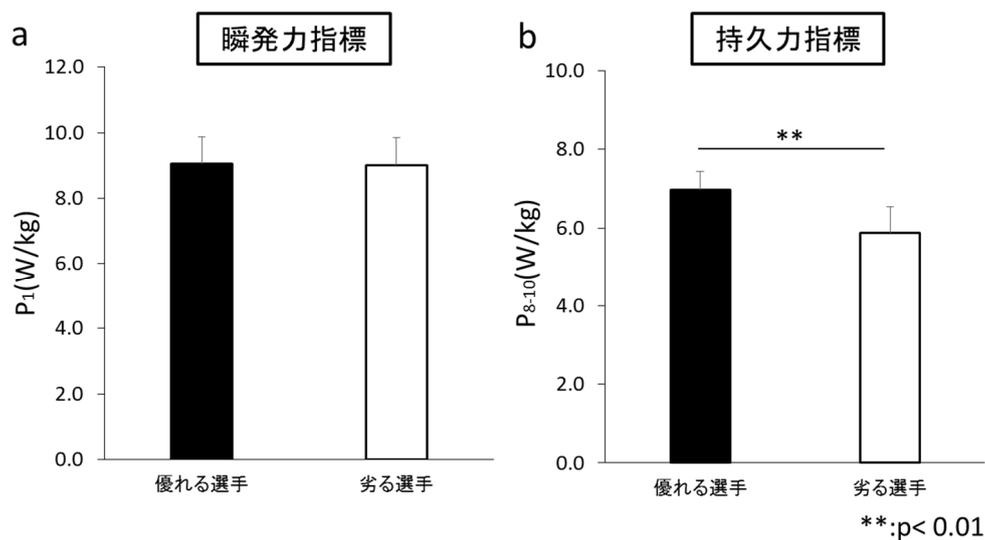


図 2. 柔道瞬発力/持久力に優れる選手および劣る選手の瞬発力指標 (P_1)/持久力指標 (P_{8-10}) の比較

2. 研究 2

図 3 は, 7 名の選手が実際の柔道の試合において, 5 分間の引き分け試合をした後の BLa と, 研究 1 において 22 名の選手が行った間欠的な全力ペダリングテスト後の BLa とを比較した結果である. そ

それぞれの値は $13.3 \pm 1.0 \text{ mmol/L}$, $13.5 \pm 1.7 \text{ mmol/L}$ とほぼ同等であり, 有意差もみられなかった.

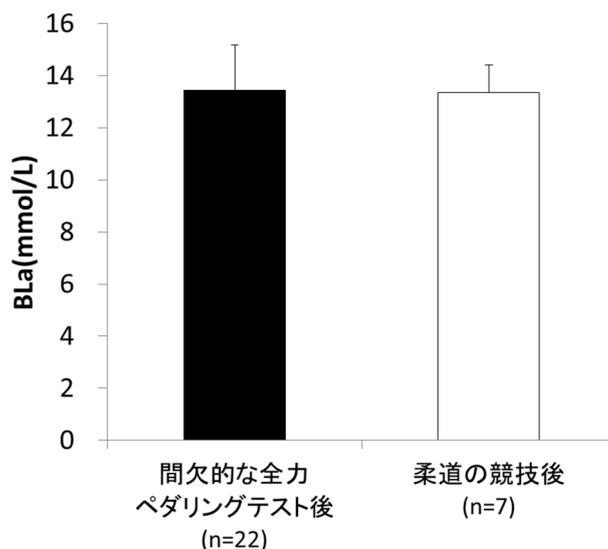


図 3. 間欠的な全力ペダリングテスト後と実際の試合後の BLa の比較

IV. 考察

1. 間欠的ペダリングテストを用いた柔道瞬発力および柔道持久力の評価

1) 柔道瞬発力の評価について

本テストで測定された瞬発力指標 (P_1) は, 指導者によって評価された柔道瞬発力の優劣とは関連を示さなかった (図 1-a, 図 2-a). この結果はサッカー選手を対象に, コーチによる瞬発力の評価と P_1 との間に対応関係が認められたとする山本ら (1995) の結果とは異なるものであった. この理由として以下のことが考えられる.

P_1 のような最大無酸素性パワーは, ダッシュ能力 (50m 走, 100m 走) と有意な相関関係を示すという報告がいくつかある (生田ら, 1981; 加藤ら, 1991; 加百ら, 1989). 本テストにおける P_1 もダッシュも, いずれも左右の脚を高速 (160rpm 程度) で回転させながら高いパワーを発揮する動作である (動画). サッカー競技における瞬発力の評価と P_1 との関連性が高い理由は, サッカーにおける瞬発力がダッシュ能力によって評価されているためと考えられる.

一方, 柔道の場合は, ダッシュのような高速での反復的なパワー発揮ではなく, 単発的な高パワーの発揮が中心である. 本研究では監督およびコーチの合議のもと, 柔道瞬発力を「組手の動作, 技に入るスピード, 技を掛けきる能力」という要素から総合的に評価した. これらの動作は, 自転車エルゴメーターの全力ペダリング時の P_1 のようにパワーを反復的に発揮する動作とはかなり異なるために, 柔道瞬発力を反映できなかったと説明できる.

2) 柔道持久力の評価について

柔道持久力に関しては, それに優れる群が 4 セット目以降で有意に高値を示した (図 1-b). また, 本テストで持久力指標とした P_{8-10} の値を見ると, 指導者が柔道持久力に優れると評価した群は, 劣る群よ

りも有意に高値(約 19%)を示していた(図 2-b).

本テストのように、高いパワーを何度も繰り返し発揮しなければならない運動では、セット数を重ねるごとに乳酸の蓄積に伴う水素イオンなどの代謝産物が体内に蓄積して疲労が起こり、回転数は低下する。実際に本テストの終盤の回転数は 110rpm 程度である(動画)。これは高速での反復的なパワー発揮というよりは、疲労した状態で単発的なパワーを繰り返し発揮している、という見方もできる。このような理由で、運動回数が増加して疲労が進行するにつれて、柔道の動作とペダリング動作という運動様式の違いによる影響は小さくなり、関連性が高まったものと考えられる。

2. ペダリングテスト時と実際の柔道競技場面における血中乳酸濃度

柔道競技の BLa について検討した先行研究はいくつかある。Degoutte et al.(2002)は、ナショナルレベルの男性柔道選手を対象に 5 分間の模擬試合を実施し、終了 3 分後の BLa が 12.3 ± 0.8 mmol/L であったことを報告している。また Franchini et al.(2003)は国際レベルから市民レベルの柔道選手(全員が 1 級以上)を対象に、5 分間の模擬試合を実施し、終了 1-3 分後の BLa が 9-10 mmol/L であったことを報告している。また石井ら(1991)は、大学柔道選手を対象に 1 試合 4 分間の部内戦を実施し、勝敗の決まり手ごとの BLa の値について検討している。その結果、正味試合時間 4 分の試合における BLa は 7.8 ± 1.5 mmol/L であったと報告している。

一方で、本研究の柔道試合後の BLa は 13.3 ± 1.0 mmol/l であり、前記の先行研究の中でも最も高い値を報告している Degoutte et al.(2002)の研究とほぼ同じ値であった。本研究(研究 2)では先行研究とは異なり、実際の試合における BLa を測定している。実際の試合時には、選手はピーキングを実施するとともに、士気も高揚し、模擬試合時よりも高いパフォーマンス発揮ができる状態にあることから、BLa も高値を示したものと考えられる。

研究 2 における BLa を、研究 1 の BLa と比較したところ、それぞれ 13.3 ± 1.0 mmol/L、 13.5 ± 1.7 mmol/L とほぼ同じ値であった(図 3)。したがって、柔道における最も厳しい試合状況と本テストは、運動時間や運動様式は異なるが、乳酸が高度に蓄積した状況で、全力での筋力発揮運動を行っている点で、類似していると考えられる。

3. 柔道持久力の評価テストとしての本テストの意義およびトレーニング手段としての可能性

本研究で用いた間欠的全力ペダリングテストは、柔道瞬発力を評価する上では有効とはいえなかったが、柔道持久力については評価が可能であることが示唆された。そこで以下に、柔道持久力テストとしての本テストの意義や可能性について考察する。

表 1 を見ると、柔道持久力が優れる群は劣る群よりも有意に体重が軽かった。先行研究でも、体重当たりの相対値で評価した無酸素性パワーは、体重の重い階級の選手ほど低値を示す傾向にあると報告されている(石井ら, 1987)。また西林ら(1988)は、重い階級の選手ほど除脂肪体重が高くなる一方で、体脂肪率も高くなることを報告している。つまり、重量級の選手は体脂肪量が体重あたりの発揮パワーに影響し、特にテスト後半では高いパワー発揮ができなかった可能性がある。

図 4 はこのことに関連して、被検者の体重と P_{8-10} の関係(ピアソンの積率相関分析)をみたものである。両者の間には有意な負の相関関係が認められた($r = -0.722$, $p < 0.01$)。加えて、重量級の選手ほ

ど柔道持久力が低く評価されている傾向にあった. ただし個人の値に着目すると, 重量級の選手の中にも, 持久力に優れると評価された選手が 2 名おり, 重量級の選手の中にも持久力に優れる選手は存在することがわかる.

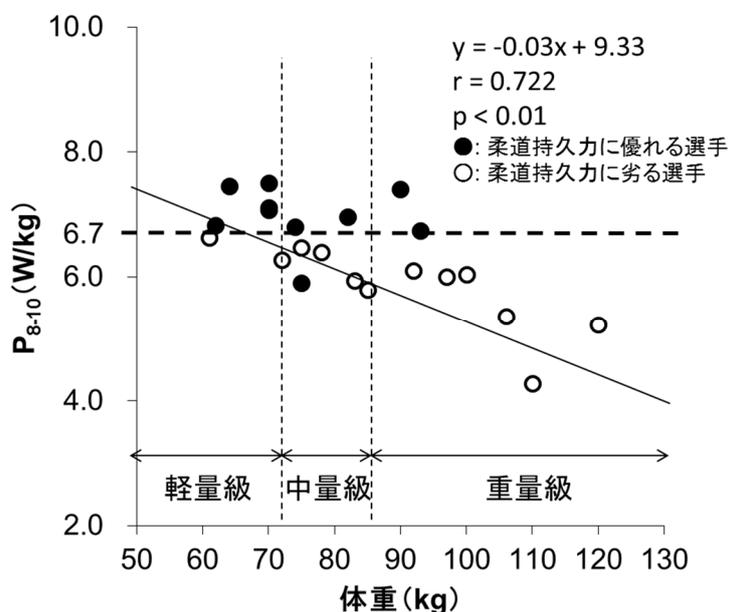


図 4. 全被検者の体重と P8-10 との関係

また, 柔道持久力が優れると評価された選手では, 階級によらず P₈₋₁₀ が高値を示しており, 10 名中 9 名は 6.7W/kg 以上の値を示した. 一方で, 柔道持久力が劣ると評価された選手では, 最も高値を示した者で 6.6W/kg であった. したがって, 大学柔道選手権で入賞可能な柔道持久力を有していると評価できる基準として, 階級に関係なく P₈₋₁₀ が 6.7W/kg 以上が一つの目安になるかもしれない. そして, このような目安をもとに本テストを実施することで, 柔道選手の持久力を簡易に評価できる可能性がある.

また近年, 間欠的な全力ペダリングを用いて持久力(終盤の発揮パワー)を改善しようとするトレーニングが多く行われている. たとえばサッカー(山本, 1994), 陸上競技(奈良ら, 2014), ラクロス(Kasai et al., 2015)といった種目ではこのようなトレーニングが行われ, 持久力(終盤の発揮パワー)が改善したと報告されている. 柔道においても, 研究レベルでは実施されていないが, 競技現場では以前から, 自転車エルゴメーターを用いてこのようなトレーニングに取り組み, 効果があったと述べている選手も散見される.

したがって本テストは柔道持久力を客観的に評価できると同時に, このような能力を改善するためのトレーニングとしての活用も可能と考えられる. ただし, この点については今後の課題と言える.

V. まとめ

大学生の男子柔道部員を対象として, 自転車エルゴメーターを用いた 10 セットの間欠的な全力ペダリングテストを行い, その発揮パワーが, 柔道競技の指導者からみた瞬発力および持久力の評価とどのような対応を示すかを検討した結果, 瞬発力指標(1 セット目の発揮パワー)に関しては指導者の評価と

対応を示さなかったが、持久力指標(8-10 セット目の平均発揮パワー)については指導者の評価と対応を示した。

次に、間欠的な全力ペダリングテスト後の血中乳酸濃度と、実際の柔道競技において正味 5 分間の試合をした後のそれとを比較したところ、ともに 13mmol/L 程度とほぼ同等の値を示した。

以上の結果から、本研究で用いた間欠的な全力ペダリングテストは、柔道選手の持久力の評価テストとして有用である可能性が示唆された。またこの運動を、柔道選手に必要な持久力を改善するためのトレーニングとして活用できる可能性も考えられた。

VI. 引用文献

- Degoutte F, Jouanel P, Filaire E(2002)Energy demands during judo match and recovery. Br. J. Sports Med. 37:245-249.
- Franchini E, Yuri Takito M, Yuzo Nakamura F, Ayumi Matsushigue K, Peduti Dal'Molin Kiss MA. (2003)Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. J. Sports Med. Phys. Fitness. 43:424-231.
- 生田香明, 根木哲朗, 栗原崇志, 播本定彦(1981)敏捷性・筋力・パワーからみた短距離疾走能力. 体育学研究. 26:111-117.
- 石井兼輔, 山本正嘉(1987)階級別にみた柔道選手の下肢, および上肢の無酸素性パワー. 国際武道大学研究紀要. 2:1-9.
- 石井兼輔, 山本正嘉(1988)柔道選手の下肢におけるハイパワーの持久能力. 国際武道大学紀要. 3:1-5.
- 石井兼輔, 若山英央, 柏崎克彦, 山本正嘉(1991)柔道の試合における乳酸発生;試合時間および内容との関連から. 国際武道大学紀要. 7:27-30.
- 加百俊郎, 山本正嘉, 金久博昭(1989)各種パワーテストの成績と100m走タイムとの関係. 競技力向上のスポーツ科学, トレーニング科学研究会編. 朝倉書店. pp.224-229.
- Kasai N, Mizuno S, Ishimoto S, Sakamoto E, Maruta M, Goto K(2015)Effect of training in hypoxia on repeated sprint performance in female athletes. Springer Plus. 4:310. doi: 10.1186/s40064-015-1041-4.
- 加藤謙一, 山中任広, 宮丸凱史, 阿江通良(1992)男子高校生の疾走能力および最大無酸素パワーの発達. 体育学研究. 37:291-304.
- 奈良春樹, 吉本隆哉, 山本正嘉(2014)ハムストリングスの肉離れを発症した陸上競技短距離選手に対する早期復帰のためのリハビリテーショントレーニング;自転車エルゴメータを用いた間欠的ペダリングの効果. スポーツパフォーマンス研究. 6:289-299.
- 西林賢武, 佐藤行那, 手塚政孝, 菅波盛雄, 広瀬伸良, 森脇保彦(1988)柔道選手の身体特性について;形態指数からみた嘉納杯参加選手の比較. 武道学研究. 21: 47-48.
- 岡田弘隆, 春日井淳夫, 小山勝弘, 射手矢岬, 佐藤伸一郎, 竹内善徳(1999)低圧・低酸素環境下での間欠的全力運動トレーニングが柔道選手の有酸素的および無酸素的パフォーマンスに及ぼす影響. 武道学研究. 32:70-81.

- ・ 山本正嘉(1994) Anaerobics と Aerobics の二面性をもつ運動をとらえる; 間欠的運動のエンジェティクス. Jpn.J.Sports.Sci. 13:607-615.
- ・ 山本正嘉, 山本利春, 湯田一弘, 安ヶ平浩, 前河洋一, 岩壁達男, 金久博昭(1995) 自転車エルゴメーターの間欠的な全力運動時の発揮パワーによる無酸素性, 有酸素性作業能力の間接評価テスト. トレーニング科学. 7:37-44.
- ・ 山本正嘉, 金久博昭(1990) 間欠的な全力運動の持久性に関する研究; 無酸素性および有酸素性作業能力との関係. Jpn.J.Sports.Sci. 9:526-530.