【報告】

男子バレーボール選手の無酸素性パワーおよび有酸素性持久力の評価基準表の作成

小山孟志（スポーツ医科学研究所）　渡辺慶太（東海大学大学院体育学研究科）
小澤　翔（体育学部競技スポーツ学科）　有賀誠司（東海大学健康学部）
宮崎誠司（東海大学体育学部）

Establishing evaluative table based on results of anaerobic power and aerobic endurance testing scores in volleyball players

Takeshi KOYAMA, Keita WATANABE, Sho OZAWA, Seiji ARUGA and Seiji MIYAZAKI

Abstract

The purpose of this study was to establish a standard scoring tables to relatively and comprehensively evaluate various test scores based on the anaerobic power and aerobic endurance test results of the male volleyball players. The subjects were 47 university male volleyball players. "6-second peak power test" and "3-minute aerobic test" were carried out with the bicycle ergometer.

A percentile table for the test scores was established based on the two test results. The established evaluation table may be useful for utilizing anaerobic power and aerobic endurance test results.

（Tokai J. Sports Med. Sci. No. 31, 57-62, 2019）

Ⅰ．緒言

バレーボールは、短時間の高強度運動を低強度の運動の間に繰り返す間欠的な運動である[1)]。そのため、バレーボール選手は高いレベルのスピードや敏捷性、跳躍能力などの無酸素性パワーと有酸素性持久力が求められる[2,3)]。

近年、トレーニング現場においては自転車エルゴメータ（Wattbike Pro, Wattbike Ltd, UK）が普及し、バレーボール選手に対しても無酸素性パワーや有酸素性持久力向上を目的としたトレーニングや測定において活用されている。本学においては、高身長者および高体重者にターゲットを絞り、身体的特徴を考慮した持久力トレーニングを競技横断的に実施し、一定の成果を得ている[4)]。

東海大学スポーツ医科学研究所では、2017年度よりプロジェクト研究課題「スポーツ選手における運動能力判定のための標準化モデル作成」の一環として、学内の強化クラブに対して体力測定を実施している。トレーニング現場において無酸素性パワーと有酸素性持久力の測定を実施する際に

は、より安全に、より簡便に、トレーニングの一環として評価可能な測定項目が望ましい。また、自転車エルゴメータは技術的要因が関与しにくく実験条件を統制しやすいため、無酸素性パワーおよび有酸素性持久力を評価する測定項目として有用であると考えられる。そこで本研究では、男子バレーボール選手を対象に、自転車エルゴメータを用いて、無酸素性および有酸素性能力測定を行い、相対的・総合的に評価するための評価基準表を作成することとした。

Ⅱ．方法

1）被験者

対象は関東大学バレーボール連盟1部に所属する大学男子バレーボール選手47名（年齢19.1±1.0歳，身長181.6±8.9cm，体重73.1±8.6kg）とした。ポジションの内訳は、アウトサイドヒッター（以下、OH）16名、ミドルブロッカー（以下、MB）12名、セッター（以下、S）7名、リベロ（以下、L）12名であった。なお、個人内で同一測定項目について複数回の測定を実施した場合には、各項目内の最高値を用いた。

被験者には、測定の内容や危険性について説明し、測定参加への同意を得るとともに、データ発表についての了解を得た。なお、本研究は東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を得た上で実施されたものである（承認番号：17071）。

2）無酸素性パワーの測定

無酸素性パワーの測定には、自転車エルゴメータ（Wattbike Pro, Wattbike Ltd, UK）（図1）を用い、「6秒間ピークパワーテスト」を行った。なお、測定方法は畑中らの方法[5]に準じた。被験者には測定前にウォーミングアップとして、任意の負荷（1～3）で70～90回転/分で2分間ペダリングを行わせ、30秒と90秒経過した時点で2～3秒の全力ペダリングの練習を行わせた。ウォーミングアップ後に2分間の休息をとり測定を開始した。

測定には、予めプログラムされた「6秒間ピークパワーテスト」を用い、年齢、体重、性別を入力した後、モニタに表記される推奨負荷にギアを設定し、被験者に6秒間全力ペダリングを行わせた。その後、1分間の休息の後、推奨負荷レベルよりギアを1つ上げて2回目の測定を行い、さらに1分間の休息の後、推奨負荷レベルよりギアを1つ下げて3回目の測定を行った。3回の測定のうち、最大値を最大パワー値（watt）とし、体重1kgあたりの最大パワー値および最高ケイデンス（rpm）を記録した。

3）有酸素性持久力の測定

有酸素性持久力の測定には、自転車エルゴメータ（同上）を用い、「3分間エアロビックテスト」を行った。3分間エアロビックテストは、6秒間ピークパワーテストが終了してから3分間休息をとった後に測定を開始した。測定には、予めプログラムされた「3分間エアロビックテスト」を用い、体重によって使用する負荷レベルを決定した。測定の際には、測定時間の3分間のうち、最初の2分30秒は90～110回転を目安に漕ぎ、最後の30秒は出来る限り全力で漕ぐように指示をした。測定後にMMP（Max Minute Power：1分間あたりの平均パワー；watt）と推定最大酸素摂取量（ml/kg/min）を記録した。

4）統計処理

測定値はすべて平均値±標準偏差（最小値～最大値）で示した。ポジション別の平均値の差の検定には一元配置分散分析を行った後、多重比較検定（Tukey法）を行った。なお、有意水準は5％未満とした。

Ⅲ．結果

1）無酸素性パワーの測定

6秒間ピークパワーテスト時の最大パワーは1215.0±161.7（863～1539）watt、その体重比は16.7±1.5（13.5～21.0）、最高ケイデンスは162.1±8.6（140～176）rpmであった（表1）。

ポジション別に見ると、最大パワーはOHが1299.3±115.6watt、MBが1282.8±172.3watt、Sが1193.9±104.9watt、Lが1047.1±95.4wattであり、OHとMBがLに比べて有意に高値を示した（p＜.01）（図1）。一方、最大パワーの体重比はOHが17.0±1.7、MBが16.3±1.2、Sが16.8±1.1、Lが16.5±1.8であり、ポジション間の差は認められなかった（図2）。最高ケイデンスはOHが163.9±7.6rpm、MBが160.1±9.8rpm、Sが163.0±6.8rpm、Lが161.3±9.8 rpmであり、ポジション間の差は認められなかった（図3）。

2）有酸素性持久力の測定

3分間エアロビックテスト時のMMPは322.3±38.5（238～409）watt、推定最大酸素摂取量は57.0±5.4（45.6～70.0）ml/kg/minであった（表1）。ポジション別に見ると、MMPはOHが327.0±36.9watt、MBが338.0±46.0watt、Sが323.9±26.8watt、Lが299.5±30.8wattであり、ポジション間の差は認められなかった（図4）。推定最大酸素摂取量は、OHが55.0±5.6ml/kg/min、MBが56.1±6.6ml/kg/min、Sが58.6±2.7ml/kg/min、Lが59.8±3.6ml/kg/minであり、ポジション間の差は認められなかった（図5）。

3）評価表

6秒間ピークパワーテストおよび3分間エアロビックテストの各測定項目の記録について、表2にパーセンタイル表を示した。

Ⅳ．考察

トレーニング現場において、体力測定で得られたデータをより有効に活用していくことを考慮すると、各測定項目の個別評価に加えて、複数の項目を相対的・総合的に評価する視点を持つことが重要になる[6)]。本研究では、男子バレーボール選手を対象に、無酸素性パワーおよび有酸素性持久力測定を行い、相対的・総合的に評価するための評価基準表を作成することとした。

無酸素性パワーの評価として用いた6秒間ピークパワーテスト時の最大パワーは1215.0±161.7（863～1539）watt、その体重比は16.7±1.5（13.5

表1　6秒間ピークパワーテストと3分間エアロビックテストの結果
Table 1 Results of The 6 second peak power test and The 3 minute aerobic test.

	The 6 Second Peak Power Test			The 3 Minute Aerobic Test	
	Power peak	Power to weight ratio	Cadence peak	MMP	VO_2max est.
	watt	watt/kg	rpm	watt	ml/kg/min
Mean	1215.0	16.7	162.1	322.3	57.0
SD	161.7	1.5	8.6	38.5	5.4
max	1539.0	21.0	176	409.0	70.0
min	863.0	13.5	140	238.0	45.6

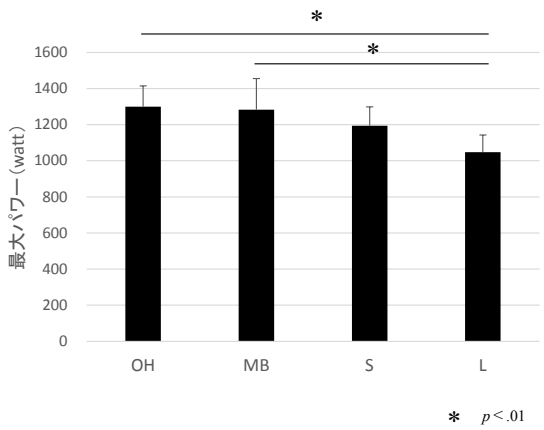


図１　最大パワーの結果（ポジション別）
Fig. 1 Result of peak power by position.

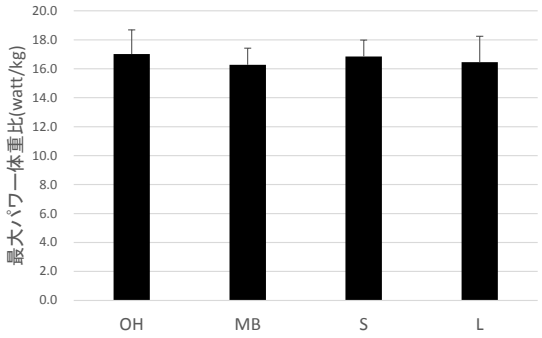


図２　最大パワー体重比の結果（ポジション別）
Fig. 2 Result of power to weight ratio by position.

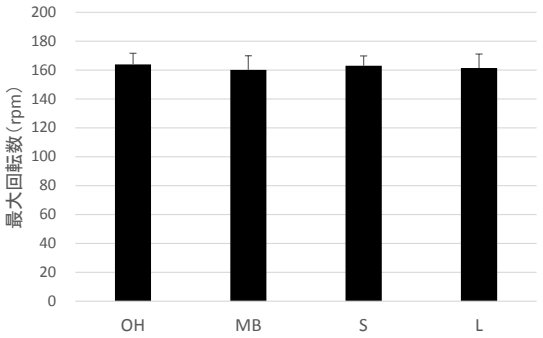


図３　最大回転数の結果（ポジション別）
Fig. 3 Result of peak cadence by position.

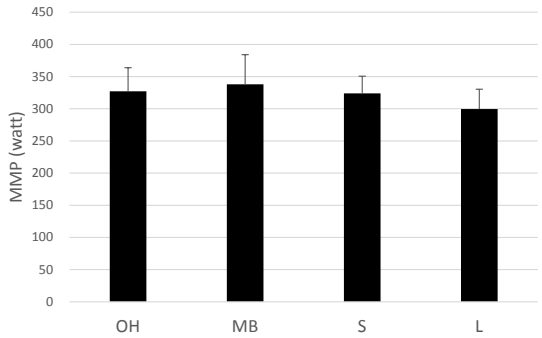


図４　MMP の結果（ポジション別）
Fig. 4 Result of max minute power by position.

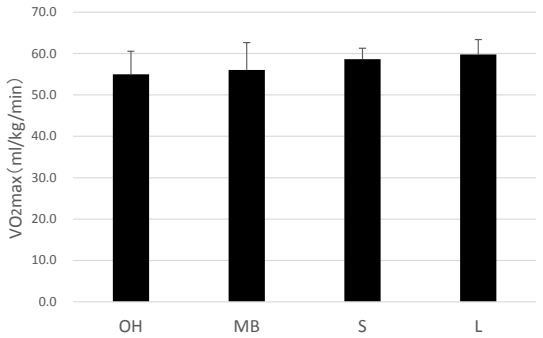


図５　最大酸素摂取量の結果（ポジション別）
Fig. 5 Result of VO_2max by position.

～21.0）であった（表１）。バスケットボール選手を対象にした先行研究[7]によると、最大パワーは1358.4±211（995～1995）watt、その体重比は16.5±1.9（12.7～21.1）であり，最大パワーの絶対値はバスケットボール選手のほうが高い傾向であるものの、体重１kg 当たりの相対値については同等レベルであることがわかった。バレーボール選手とバスケットボール選手の体力特性を比較すると、体重の違いはあるものの、体重１kg 当たりの無酸素性パワーおよび有酸素性持久力は同等レベルであることがわかった。

有酸素性持久力の評価として用いた３分間エア

表２　パーセンタイル表（男子バレーボール）
Table 2 Percentile table for the male volleyball player (anaerobic power and aerobic endurance).

Percentile	The 6 Second Peak Power Test			The 3 Minute Aerobic Test	
	Power peak	Power to weight ratio	Cadence peak	MMP	VO2max est.
%	watt	watt/kg	rpm	watt/min	ml/kg/min
100	1539	21.0	176	409	70.0
95	1486	19.0	171	388	64.0
90	1439	18.5	171	378	63.1
85	1413	18.2	171	361	62.1
80	1346	16.5	171	353	61.1
75	1311	17.6	169	348	60.7
70	1294	17.5	167	338	60.1
65	1286	17.2	167	329	59.9
60	1274	16.9	167	328	59.3
55	1246	16.6	162	324	58.5
50	1222	16.5	162	320	58.4
45	1182	16.4	162	316	56.7
40	1163	16.2	162	312	55.9
35	1123	16.0	162	308	54.9
30	1104	15.9	158	299	53.7
25	1077	15.8	158	296	52.8
20	1069	15.6	154	291	51.8
15	1064	15.2	154	286	51.0
10	1056	15.0	150	280	50.6
5	957	14.2	147	265	48.8
0	863	13.5	140	238	45.6

ロビックテスト時の MMP は322.3±38.5（238～409）watt、推定最大酸素摂取量は57.0±5.4（45.6～70.0）ml/kg/min であった（表１）。先述のバスケットボール選手を対象にした先行研究[6]によると、MMP は361.8±45.6（272～453）watt、推定最大酸素摂取量は56.6±5.1（44.4～65.0）ml/kg/min であり、MMP はバスケットボール選手のほうが高い傾向であるが、体重１kg 当たりの最大酸素摂取量については同等レベルであることがわかった。

本研究では、測定結果をもとにパーセンタイル表（表２）による評価基準表を作成した。パーセンタイル表は、パーセンタイルを用いているために各測定項目間の比較を直接的に行うことはできないが（関係性のおおまかな把握にとどまる）、選手がパーセンタイルの成績を理解しやすいこと、

各測定項目において目標値を設定しやすいことなどの利点を持つ[6]。そのため、パーセンタイル表の用途としては、トレーニング効果の把握を目的とする場合や、リハビリテーション時の進捗状況を把握する際など、継続して測定を行う際に有用であると考えられる[7]。

ポジション別に各測定結果を見ると、最大パワーはOHとMBがLに比べて有意に高値を示したものの（図１）、その他の項目においてはポジション間に有意な差は認められなかった（図２～５）。バレーボールのポジション特性としてL選手は他のポジションに比べて身長が低く、体重の軽い選手が多いことから、最大パワーの絶対値においては低値を示したと考えられるが、相対値では同等レベルであった。今後はデータ蓄積を継続して行い、ポジションごとに評価基準表を作成することで、トレーニングの目標設定やタレント発掘の基準値設定などにも応用していくことができると考えられる。

Ⅴ．まとめ

本研究の目的は、男子バレーボール選手を対象に無酸素性パワーおよび有酸素性持久力を測定し、相対的・総合的に評価できる評価基準表を作成することであった。対象は大学男子バレーボール選手47名とし、自転車エルゴメータを用いて「６秒間ピークパワーテスト」および「３分間エアロビックテスト」を実施し、測定結果をもとにパーセンタイル表を作成した。本研究で作成した評価基準表は、無酸素性パワーおよび有酸素性持久力の評価において有益な情報をもたらすものと考えられる。

参考文献

1）S. Koley and S. Pal Kaur. (2011) Correlations of handgrip strength with selected hand-arm-anthropometric variables in Indian inter-university female volleyball players, *Asian J Sports Med*, 2, 220-226.

2）D.A. Silva, E.L. Petroski and A.C. Gaya. (2013) Anthropometric and physical fitness differences among Brazilian adolescents who practice different team court sports, *J Hum Kinet*, 28, 77-86.

3）T.J. Gabbett, J.M. Sheppard, K.R. Pritchard-Peschek, M.D. Leveritt and M.J. Aldred. (2008) Influence of closed skill and open skill warm-ups on the performance of speed, change of direction speed, vertical jump, and reactive agility in team sport athletes, *J Strength Cond Res*, 22, 1413-1415.

4）小山孟志, 有賀誠司, 木村季由, 八百則和, 積山和明, 藤井壮浩, 小澤翔, 一関侃, 陸川章, 上水研一郎, 井上康生, 宮崎誠司. (2017)「高身長・高体重アスリートを対象としたフィットネス向上プロジェクト」報告. 東海大学スポーツ医科学雑誌, 29, 51-55.

5）畑中翔, 児島雄三郎, 船先康平, 本間孝太郎, 衣笠泰介. (2018) タレント発掘におけるスクリーニング基準の設定, トレーニング科学 29(4), 277-286.

6）池田達昭（2011）日本人一流競技者の形態および一般的体力測定の結果に基づく評価表の作成 . Japanese journal of elite sports support, Vol.4, 1-14.

7）小山孟志, 古屋諒児, 名取謙, 陸川章, 宮崎誠司 (2018) 男子バスケットボール選手の無酸素性パワーおよび有酸素性持久力の評価基準表の作成. 東海大学スポーツ医科学雑誌, 30, 51-57.