

本学運動競技選手の最大酸素摂取量

明 石 正 和 永 都 久 典
横 内 靖 典 斉 藤 保 夫

1. 緒 言

1960年に開催されたローマ・オリンピックの反省の一つとして、日本代表選手の体力不足が指摘された。それに応じて、1964年東京オリンピックに向けて、スポーツ医学、体育学の研究者が、総がかりで体力の問題に取り組んでからやがて20年にもなろうとしている。この間、体力の問題は各競技種目ごとに、その内容に応じ研究がなされてきた。

Andersen (1961)¹⁾ は体力の中で最も適切な指標は、身体作業能力であると報告し、Ast-rdnd (1960)²⁾ は、身体作業能力を無酸素的作業能力と有酸素的作業能力に区別し、前者は最大酸素負債量、後者の最も適切な指標は、最大酸素摂取量であると報告した。また、Holmgren (1967)³⁾ は人間が運動を行なう時、持久性がその運動の遂行能力を決定し、有酸素摂取量は呼吸循環機能の総合されてるものと報告している。このように最大酸素摂取量は、体力の中心をなすもので、その能力を検討することは、体力を知り、ひいては運動処方(トレーニング)のための有力な手がかりを得ることになろう。

そこで本学競技選手の持久力の現状と水準を把握し検討することを目的に行なったもので、測定結果を全日本を代表する一流競技選手の測定値と比較し、本学競技選手の持久力の傾向と現状を明らかにする意図で本研究を行なったものである。

2. 研究方法

1) 被験者

被験者は、本学運動競技部に所属し、競技選手として活躍している18才~22才、男子39名である。

2) 測定手順

最大作業テストは、Monark社製の自転車エルゴメーターを用いた。負荷は、ペダル回転速度を60rpmに固定し、はじめの3段階はそれぞれ4分間ずつ、心拍数が毎分約120, 140, 160に



図 1 最大作業テスト

なるように漸増した。心拍数は、胸部導出による心電図を測定した。

12分以後は、心拍数に関係なく、1分ごとに負荷を0.5 kp ずつ増し以後疲労困憊に至るまで作業をつづけた。この間、1分ごとにダグラスバッグに呼気を集めた。

集めた呼気は、直ちに1回転10 lの湿式実験用ガスメーター（品川製作所製）によって計量し、その一部を瞬時ガス分析器（三栄測器社製）によって分析した。

作業テスト中の酸素摂取量の最大値を最大酸素摂取量とした。

以上の測定手順により、各競技選手の最大酸素摂取量を求めた。

3) 測定期間及び測定場所

昭和56年10月1日～昭和56年10月30日、城西大学保健体育実験室。

3. 結果及び考察

1) 陸上競技選手の最大酸素摂取量

陸上競技選手の最大酸素摂取量の測定結果は表1～表2に示した。短距離選手の最大酸素摂取量の平均は3.262 l/分であり、最高3.987 l/分、最低2.826 l/分であった。体重当りの最大酸素摂取量の平均は49.5 ml/kg/分、最高58.54 ml/kg/分、最低42 ml/kg/分であった。

長距離選手の最大酸素摂取量の平均は3.245 l/分であり、最高4.25 l/分、最低2.838 l/分であった。体重当りの最大酸素摂取量の平均は57.34 ml/kg/分であり、最高60.28 ml/kg/分、最低53.25 ml/kg/分であった。

黒田⁹⁾らは、一流陸上競技選手の測定を行ない、短距離選手5名の最大酸素摂取量の平均は

表 1 短距離選手の最大酸素摂取量

氏名	年齢	体重 kg	身長 cm	最高 心拍数	最大換気量 l/分	最大酸素 摂取量 l/分	体重当り最大 酸素摂取量 ml/kg
1. T. M.	20	66.70	179.5	192	107.64	2.852	42.76
2. H. K.	19	71.95	178.0	186	95.90	3.021	42.00
3. O. S.	19	71.40	176.0	204	129.44	3.987	55.84
4. O. H.	20	64.40	165.0	198	111.75	3.185	49.46
5. O. K.	19	58.70	173.0	192	105.57	3.114	53.05
6. N. A.	21	65.75	180.0	180	114.41	3.849	58.54
7. S. N.	19	63.00	165.0	186	104.28	2.826	44.86
平均 (S D)	19.6 (0.73)	65.99 (4.3)	173.8 (5.96)	191.1 (7.47)	109.86 (9.69)	3.262 (.4333)	49.5 (6.07)

表 2 長距離選手の最大酸素摂取量

氏名	年齢	体重 kg	身長 cm	最高 心拍数	最大換気量 l/分	最大酸素 摂取量 l/分	体重当り最大 酸素摂取量 ml/kg
1. M. Y.	19	51.50	163.8	198	101.5	3.044	59.11
2. O. K.	19	61.00	168.5	192	111.6	3.248	53.25
3. I. I.	20	58.90	170.0	186	105.3	3.222	54.71
4. Y. T.	19	49.70	172.0	196	90.7	2.866	57.67
5. H. M.	18	48.10	160.0	180	72.21	2.838	59.00
6. H. T.	22	70.50	175.0	180	123.92	4.250	60.28
平均 (S D)	19.5 (1.26)	56.62 (7.79)	168.2 (5.01)	188.7 (7.18)	100.87 (16.29)	3.245 (.4761)	57.34 (2.53)

3.54 l/分、体重当りの最大酸素摂取量の平均は 52.1 ml/kg/分、長距離選手 8 名の最大酸素摂取量の平均は 4.24 l/分、体重当りの最大酸素摂取量の平均は 78.7 ml/kg/分と報告している。

本学陸上競技選手と一流陸上競技選手の測定結果を比較すると、最大酸素摂取量では短距離選手で 8 %、長距離選手で 24% 劣っていることが明らかになった。また、体重当りの最大酸素摂取量について比較すると、短距離選手では 5 %、長距離選手では 27% 劣っていることが明らかになった。一流陸上競技選手の現在の競技水準が本学陸上競技選手を大きく上まっているという事実を考慮すれば、有氣的作業能力が陸上競技成績、特に長距離競技に大きな影響をおよぼすものと推論される。

2) バレーボール選手の最大酸素摂取量

バレーボール選手の最大酸素摂取量の測定結果は表 3 に示した。バレーボール選手の最大酸素摂取量の平均は、3.329 l/分であり、最高 3.937 l/分、最低 2.977 l/分であった。体重当りの最大酸素摂取量の平均は 48.67 ml/kg/分、最高 55.13 ml/kg/分、最低 43.02 ml/kg/分であった。土谷¹⁶⁾ らは、全日本バレーボール強化選手 11 名の測定を行ない、最大酸素摂取量の平均は

表 3 バレーボール選手の最大酸素摂取量

氏名	年令 才	体 重 kg	身 長 cm	最 高 心 拍 数	最 大 換 気 量 l/分	最大酸素 摂取量 l/分	体重当最大 酸素摂取量 ml/kg
1. K. K.	20	71.40	177.0	186	139.10	3.937	55.13
2. S. H.	20	64.40	176.5	180	86.01	3.105	48.21
3. K. S.	21	62.50	177.0	192	104.30	3.160	50.56
4. E. M.	20	65.40	179.0	192	107.10	2.977	45.52
5. H. K.	21	65.80	180.0	198	88.37	3.279	49.83
6. T. K.	19	76.20	180.0	192	92.90	3.605	47.31
7. M. N.	19	76.20	180.0	186	83.40	3.278	43.02
8. S. N.	21	66.05	180.0	186	82.00	3.288	49.78
平 均 (S D)	20.1 (0.78)	68.49 (5.03)	178.7 (1.48)	189 (5.2)	97.9 (17.83)	3.329 (.2862)	48.67 (3.39)

4. 578 l/分、体重当りの最大酸素摂取量の平均は 55.24 ml/kg/分と報告している。

本学バレーボール選手と全日本バレーボール強化選手の測定結果を比較すると、最大酸素摂取量では、本学バレーボール選手で27%劣っていることが明らかになった、体重当りの最大酸素摂取量について比較すると12%劣っていることが明らかになった。最大酸素摂取量は、身体の大きさとの相関が高いことから、身体の小さいことが、本学バレーボール選手の値の低いことの原因になっているかもしれない。したがって、最大酸素摂取能力は体重当りの値で評価したほうがよいと思われる。

3) サッカー選手の最大酸素摂取量

サッカー選手の最大酸素摂取量の測定結果は表4に示した。サッカー選手の最大酸素摂取量の平均は、2.900 l/分であり、最高 3.197 l/分、最低 2.533 l/分であった。体重当りの最大酸素摂取量の平均は 46.3 ml/kg/分、最高 49.39 ml/kg/分、最低 43.79 ml/kg/分であった。

戸苅¹⁵⁾らは全日本ユース候補選手16名の測定を行ない、最大酸素摂取量の平均は 4.06 l/分、体重当りの最大酸素摂取量の平均は 62.9 ml/kg/分と報告している。

表 4 サッカー選手の最大酸素摂取量

氏名	年令 才	体 重 kg	身 長 cm	最 高 心 拍 数	最 大 換 気 量 l/分	最大酸素 摂取量 l/分	体重当最大 酸素摂取量 ml/kg
1. K. K.	18	61.15	161.8	198	85.50	2.779	45.45
2. K. T.	20	60.00	162.0	186	92.70	2.855	47.58
3. S. M.	20	55.90	172.0	180	75.60	2.533	45.31
4. O. M.	21	73.00	177.0	198	77.60	3.197	43.79
5. K. T.	19	63.50	170.0	186	90.00	3.136	49.39
平 均 (S D)	19.6 (1.02)	62.71 (5.7)	168.6 (5.9)	189.6 (7.2)	84.40 (6.91)	2.900 (.2430)	46.3 (1.96)

表 5 アメリカン・フットボール選手の最大酸素摂取量

氏名	年齢	体重 kg	身長 cm	最高 心拍数	最大 換気量 l/分	最大酸素 摂取量 l/分	体重当最大 酸素摂取量 ml/kg
1. U. A.	21	65.40	178.0	186	90.80	2.824	43.18
2. Y. Y.	18	65.35	173.0	180	97.66	3.301	50.51
3. H. M.	20	58.15	164.0	186	86.91	2.607	44.83
4. W. Y.	20	58.50	170.0	198	97.22	3.189	54.51
5. S. N.	19	68.15	173.0	198	114.68	4.450	65.30
6. I. N.	19	67.50	181.0	180	112.90	3.364	49.84
7. K. M.	19	81.20	178.0	180	118.24	3.642	44.85
平均 (S D)	19.4 (0.90)	66.32 (7.13)	173.9 (5.33)	186.9 (7.47)	102.63 (11.56)	3.340 (.5544)	50.43 (7.1)

本学サッカー選手と全日本ユースサッカー候補選手の測定結果を比較すると、最大酸素摂取量では、本学サッカー選手で29%劣っていることが明らかになった。体重当りの最大酸素摂取量について比較すると26%劣っていることが明らかになった。日本サッカー協会の海外研修旅行報告書から浅見¹⁵⁾は、おおよそ西ドイツ・ナショナルチームは体重当りの最大酸素摂取量は75 ml/kg分、ハンガリー・ユースチームは体重当りの最大酸素摂取量は70 ml/kg/分であると報告している。このことから、サッカー競技でも、競技水準の高いチームほど有氣的作業能力が優れていると推論されよう。

4) アメリカン・フットボール選手の最大酸素摂取量

アメリカン・フットボール選手の測定結果は表5に示した。アメリカン・フットボール選手の最大酸素摂取量の平均は、3.340 l/分であり、最高 4.450 l/分、最低 2.607 l/分であった。体重当りの最大酸素摂取量の平均は 50.43 ml/kg分、最高 65.3 ml/kg/分、最低 43.18 ml/kg/分であった。

一流競技選手の最大酸素摂取量が報告されていないので、類似した競技のラグビー選手⁸⁾の報告を参考にしてみたい。

本学アメリカン・フットボール選手と全日本ラグビー競技選手7名の測定結果を比較すると、最大酸素摂取量では、本学アメリカン・フットボール選手で17%劣っていることが明らかになった。体重当りの最大酸素摂取量について比較すると3%とわずかに劣っていることが明らかになった。

Navak¹³⁾は、アメリカン・フットボール選手の最大酸素摂取量の測定を行ない、体重当りの最大酸素摂取量で 51.29 ml/kg/分の値を報告している。黒田⁸⁾らは、アメリカン・フットボールにしる、ラグビーと同様高い有酸素的能力が要求されると考えられるのであるが、最大酸素摂取量については、むしろ、短距離選手に近い値を示すことについて興味を持たれる点であると述べている。

表 6 柔道選手の最大酸素摂取量

氏 名	年 令 才	体 重 kg	身 長 cm	最 高 心 拍 数	最 換 大 気 量 l/分	最大酸素 摂取量 l/分	体重当最大 酸素摂取量 ml/kg
1. S. N.	19	74.75	170.4	192	85.60	3.193	42.72
2. H. K.	20	76.55	171.0	198	94.25	3.280	42.85
3. K. H.	18	72.45	166.0	192	97.85	3.092	42.68
4. N. H.	19	90.00	168.0	192	101.92	3.496	38.84
5. I. S.	20	85.15	177.0	192	95.16	3.502	41.13
6. Y. M.	20	106.35	183.5	180	99.74	3.770	35.45
平 均 (S D)	19.3 (0.75)	84.31 (11.63)	172.7 (5.92)	191 (5.39)	95.75 (5.23)	3.389 (.2265)	40.61 (2.7)

5) 柔道選手の最大酸素摂取量

柔道選手の最大酸素摂取量の測定結果は表6に示した。柔道は体重別の競技であり、86 kg 以下の中量級4名、86 kg 以上の重量級2名で、86 kg 以下の中量級選手の最大酸素摂取量の平均は3.267 l/分であり、最高3.502 l/分、最低3.092 l/分であった。体重当りの最大酸素摂取量の平均は42.35 ml/kg/分、最高42.85 ml/kg/分、最低41.13 ml/kg/分であった。86 kg 以上の重量級の最大酸素摂取量の平均は3.633 l/分であり、体重当りの最大酸素摂取量の平均は37.15 ml/kg/分であった。

類似したレスリング競技の全日本代表選手と本学柔道選手の測定結果を比較すると、最大酸素摂取量では、中量級で約18%、重量級で約9%劣っていることが明らかになった。体重当りの最大酸素摂取量について比較すると、中量級で約23%、重量級で約26%劣っていることが明らかになった。

6) 競技種目別最大酸素摂取量

今回の本学競技選手についての測定結果を競技種目別に比較したものが表7である。

各種目ごとに値の大きいものを5名をえらび出しその平均値を求めた。

最大酸素摂取量の絶対値では3.589 l/分のアメリカン・フットボール選手3.428 l/分の柔道選

表 7 競技種目別最大酸素摂取量の比較

種 目	人数	体 重 kg	身 長 cm	最 高 心 拍 数	最 換 大 気 量 l/分	最大酸素 摂取量 l/分	体重当最大 酸素摂取量 ml/kg
1. 陸上競技短距離	5	65.39	174.7	193	113.76	3.397	51.93
2. 陸上競技長距離	5	58.32	169.9	190	106.60	3.326	57.00
3. バレーボール	5	68.26	178.6	192	106.35	3.392	49.67
4. サ ッ カ ー	5	62.71	168.6	190	84.40	2.900	46.30
5. アメリカンフットボール	5	68.14	175.0	187	108.14	3.589	53.00
6. 柔 道	5	86.10	173.1	191	97.78	3.428	40.19

手の値が大きい。しかし、体重当りの最大酸素摂取量の値でみると陸上競技長距離選手が最も大きくその値は 57 ml/kg/分であった。

次により成績を示したのはアメリカン・フットボール選手の 53 ml/kg/分であった。そして、陸上競技短距離、バレーボール選手の値は 51.93 ml/kg/分, 49.67 ml/kg/分であった。

これらの結果は、競技水準に差があれ、それぞれの競技種目の現状を示すものであろう。一般的に有気的作業能力が競技力の決定的要因となる長距離種目では有気的作業能力が高く、筋力も大きく関与する種目では有気的作業能力が比較的低いとされている。この点を考えても本学競技選手の中で、長距離選手、サッカー選手の有気的作業能力がやや劣る傾向を示した。

4. 要 約

本学競技選手の持久力の現状と水準を把握しトレーニング計画立案のための資料を得る目的で、最大酸素摂取量を測定し、全日本を代表する一流競技選手の測定値と比較検討した。その結果は次のとおりである。

1. 有気的作業能力が競技力の決定要因と思われる長距離選手、サッカー選手は、一流競技選手と比較すると、最大酸素摂取量で24%, 29%劣り、体重当りの最大酸素摂取量で27%, 26%劣っていることが明らかになった。

2. 有気的作業能力が比較的低いとされている短距離選手、バレーボール選手、アメリカン・フットボール選手は、一流競技選手と比較すると、最大酸素摂取量で8%, 27%, 17%劣り、体重当りの最大酸素摂取量で、5%, 12%, 3%劣っていることが明らかになった。以上の結果から、本学競技選手の持久力は、競技水準を考慮しても全体的に低い傾向を示した。その中でも、持久力が最も必要とされる長距離選手、サッカー選手が低い水準であることが明らかになった。

参考・引用文献

- 1) Andersen, K. L.: Physiological working capacity. Health and fitness in the world. The athletic Institute: 365-367, 1961.
- 2) Astrund, I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. Acta. Physiol. Scand. 49 Suppl. 169: 1-92, 1960.
- 3) 朝比奈一男他 作業強度の生理所基準について, 体力科学. 20: 190-194, 1971.
- 4) Holmgren, A.: Cardiorespiratory determinants of cardiovascular fitness. Canad. Med. Ass. J. 96: 697-702, 1967.
- 5) 猪飼道夫編著 身体運動の生理学, 157-163. 杏林書院, 1973.
- 6) 黒田善雄他 日本人一流競技選手の最大酸素摂取量, 第1報 昭和43年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 No. 3, 1968.
- 7) 黒田善雄他 日本人一流競技選手の最大酸素摂取量と最大酸素負荷量, 第2報 昭和59年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 No. 9, 1973.

- 8) 宮下充正他 日本人水泳選手の最大酸素摂取量, 体育学研究 16(5) : 253-257, 1972.
- 9) 宮下充正 トレーニングの科学 5-8, 講談社 1980.
- 10) 村瀬豊他 発育期にある陸上競技中・長距離優秀選手の有酸素的作業能および長距離走行中の酸素摂取水準体育学研究, 17(5) : 269-275, 1973.
- 11) 野村武男 エージグループ水泳選手の最大酸素摂取量について, 体育学研究 22(5) : 301-309, 1978.
- 12) Novak. L. P, R. E. Hyatt & J. F. Alexander. Body Composition and Physiologic Function of Athletes. J. Amer. med. Assoc. 205 : 764-770, 1968.
- 13) 佐々木郁夫他 主婦を対象としてテニス, ピンポンおよびバレーボール教室における心拍数からみた運動強度, 東京体育学研究 3 : 54-59, 1976.
- 14) 戸刈晴彦他 一流サッカー選手の体力について, 体育学紀要 13 : 33-42, 1979.
- 15) 土谷秀雄 全日本バレーボール強化選手の体力 未発表資料。