

女子学生の最大酸素摂取量の現状

藤 沢 政 美

緒 言

内閣府の体力・スポーツに関する世論調査¹⁾によると、自分の子どものときと比較して、今の子どものスポーツや外遊びの環境に関して、「よくなった」とする者の割合が約1/4であるのに対し、「悪くなった」とする者の割合が6割をこえている。年齢別では、「よくなった」とする者の割合が50歳代、70歳代以上で高く、「悪くなった」とする者の割合は20歳代、30歳代で、それぞれ高くなっている。そしてその原因として、自由に遊べる空き地や生活道路が少なくなったという環境面を挙げるものが7割をこえ、約半数は時間が少なくなったことを挙げている。また、子どもの体力に関する文部科学省の「体力・運動能力調査」²⁾によると、運動・スポーツを行う際の1日の実施時間と新体力テストの合計点との関係を、年齢段階別に見てみると、9歳ごろから16歳までは、男女ともに1日の運動・スポーツ実施時間が長いほど体力は高い傾向にある。子どもの体力・運動能力は、調査開始以降昭和50年ごろにかけては、向上傾向が顕著であるが、昭和50年ごろから昭和60年ごろまでは停滞傾向にあり、昭和60年ごろから現在まで低下傾向が続いている。平成12年の結果を親の世代である30年前の昭和45年調査と比較すると、ほとんどのテスト項目について、子どもの世代が親の世代を下回っている。

健康日本21³⁾の中でも、児童・生徒における現状について、小児期は健康のために良い習慣を定着させる重要な時期であるとしている。各種調査・報告書によると、児童・生徒における身体活動量の低下、体力の低下、小児肥満の増加、夜型生活と生活習慣との関連などの問題点が報告されている。

このように、社会環境や生活様式の変化などにより、運動の機会の減少や生活習慣の乱れが生じてきており、子どもの体力・運動能力は長期的に低下傾向にある。そして、平成13年、中央教育審議会は、文部科学大臣から「子どもの体力向上のための総合的な方策について」の諮問を受け、そして平成13年度から平成22年度までの10年間の我が国のスポーツ振興方策となる「スポーツ振興基本計画の在り方について」の答申を行い、これらの答申に基づいて、各般の施策が推進されてきた。そして、この頃に子どもであった世代が、現在、大学生あるいはそれに近い年代となっている。

一方、体力の中でも、近年では運動不足に起因する生活習慣病が増大していることから、生活習慣病の予防や治療、QOL（生活の質）の維持・向上に関係する体力が重要とされてきている。

このような健康の維持増進に関連する体力は「健康に関連した体力（health-related physical fitness）」と呼ばれ、1983年 Pate⁴⁾によって提唱された。その体力要素は「心肺（全身）持久力」、「筋力、もしくは筋持久力」、「身体組成」、「柔軟性」の4つの要素で構成されている。また、平成元年に出された健康づくりのための運動所要量⁵⁾の中では、健康と運動との関係については必ずしも十分に解明されていないとしながらも、運動不足がこれらの疾病の引き金となっており、運動をすることによりこれらの疾病の危険因子（リスクファクター）を減少させられることが実証され、さらには適度な運動が治療効果を有することなど、健康維持に必要な運動について明らかになりつつあるとしている。そして、体力を構成する要素のうち、健康と関連が深いものとしては、全身持久力、筋力、筋持久力などがあげられ、さらに最近の疫学的調査や臨床的研究によれば全身持久力が一定水準以上の者には肥満症、高血圧症、高脂血症、虚血性心疾患の罹患率が低いことも明らかになりつつある。したがって、全身持久力のある水準以上に維持している者では、成人病におかされる危険性が少ないと言え、その全身持久力の評価が最大酸素摂取量によることが適当であるとし、一定水準以上の最大酸素摂取能力を持つことを目標に、身体の生理的状态を高めることは健康を維持するために直接的にしる、間接的にしる必要であるとされている。

続いて、2000（平成12）年より、21世紀の我が国を、すべての国民が健やかで心豊かに生活できる活力ある社会とするため、壮年期死亡の減少、健康寿命の延伸及び生活の質の向上を実現することを目的としてスタートした「21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）」³⁾のなかでも、身体活動量が多い者や、運動をよく行っている者は、総死亡、虚血性心疾患、高血圧、糖尿病、肥満、骨粗鬆症、結腸がんなどの罹患率や死亡率が低いこと、また、身体活動や運動が、メンタルヘルスや生活の質の改善に効果をもたらすことが認められている。更に高齢者においても歩行など日常生活における身体活動が、寝たきりや死亡を減少させる効果のあることが示された。

このような状況から、健康を維持するために必要な運動量を示すことが社会的に要請されるようになってきた。そこで、平成18年、現在の知見をもとに、健康を維持するために望ましい運動量の目安としての「健康づくりのための運動所要量」⁶⁾を作成し、システマティック・レビューにより得られた生活習慣病予防効果の現れる最大酸素摂取量の基準値を示し、それよりも低い場合は、基準値を目指すこととした。最大酸素摂取量は標準化された簡易法を用いれば、比較的安全に短時間に推定できることも利点の一つであるとし、平成元年の健康づくりのための運動所要量より、その維持目標値や基準値を掲げてきた。

そこで、本研究では、女子学生を対象に、自転車エルゴメータを用いた最大下の自転車駆動時の負荷と心拍数の関係、および文部科学省新体力テストの20mシャトルラン（往復持久走）折り返しの総回数から最大酸素摂取量を推定し、体力面および健康づくりの面から検討を加えることとした。

方 法

1. 対象

平成 23 年度の本学人間健康学部総合健康学科健康スポーツコースの 2 年次生 66 名を対象とした。

2. 測定項目および測定方法

自転車エルゴメータを用いた最大下の自転車駆動運動と 20 m シャトルランは日を変え実施した。

①間接法による最大酸素摂取量推定（以後「間接法」）

運動状況、あるいは体重により、自転車エルゴメータ（ウェルバイク BE-360：セノー社製）を用い、75 ワット（W）あるいは 100 ワットより 3 分ごとに 25 W ずつ負荷を漸増する多段階式負荷漸増法にて自転車駆動を実施した。被験者は、自転車エルゴメータで安静状態を 2 分間以上保ったあと、運動を開始した。ペダリング頻度は、毎分 55 回転とした。

心拍数はマルチエクササイズテストシステム負荷心電図装置（ML-1800：フクダ電子社製）によって連続的に記録した。なお、誘導は CC 5 の胸部誘導を用いた。

目標心拍数（エンドポイント）は予測最高心拍数の 80%（ $(220 - \text{年齢}) \times 0.8$ ）を目安とし、最大酸素摂取量は、目標心拍数に達せずに 3 分間漕ぎきった負荷のうち、最も高い負荷とそのときの心拍数の関係から、オストランドのノモグラム⁷⁾を使用し、最大酸素摂取量（単位：l/分）を導きだし、年齢補正係数を乗じ、体重で除し体重あたりの最大酸素摂取量（単位：ml/kg/分）としてあらわした。

②20 m シャトルラン（往復持久走）折り返しの総回数から最大酸素摂取量を推定（以後「シャトルラン」）

文部科学省新体力テスト実施要項⁸⁾の方法により、テスト終了時（電子音についていけなくなった直前）の折り返しの総回数より「20 m シャトルラン（往復持久走）最大酸素摂取量推定表」によって最大酸素摂取量を推定した。

なお、最高心拍数の確認のため、運動中はスポーツ心拍計（ポラール社製）を使用し、心拍数を記録した。

3. 統計処理

それぞれ平均値および標準偏差であらわした。平均値の有意差検定には対応のない Student の t テストを用い、その有意水準は、危険率が 5% 未満 ($p < 0.05$) のものを採用した。

結果および考察

表1に示したように、対象とした66名の年齢は 19.4 ± 1.5 歳(19~30歳)、体重は 56.0 ± 6.5 kg(44~78kg)であった。

間接法による最大酸素摂取量は 2.349 ± 0.331 l/分(1.730~3.230 l/分)、体重当たりでは 42.2 ± 5.5 ml/kg/分(29.8~54.8 ml/kg/分)であった。また、メジアンは43.0 ml/kg/分、モードは43.5 ml/kg/分であった。その分布は図1に示した。

日本人の体力標準値⁹⁾では19歳女性の最大酸素摂取量は36.8 ml/kg/分である。また、平成18年に出された「健康づくりのための運動所要量」⁶⁾における生活習慣病予防効果の現れる最大酸素摂取量の基準値では20歳代女性では33 ml/kg/分としている。平均値ではこれらいずれの値をも上回る結果となった。

しかしながら、今回の対象者66名のうち、この生活習慣病予防効果の現れる最大酸素摂取量の基準を下回ったものは4名おり、これを運動部に所属しているか否かという面からみると、運動部に所属している者(以後、「運動部所属群」)が1名(2.2%)、運動部に所属していない者(以後「非所属群」)が3名(15.0%)であった。

最大酸素摂取量とは、これ以上運動ができない状態まで運動を行い、その際にどの程度、酸素を取り入れる事ができるかというものであるが、一般的には、トレッドミル(ランニングマシ

表1 被験者の特性

	平均値±標準偏差	レンジ
年齢(歳)	19.4 ± 1.5	19~30
体重(kg)	56.0 ± 6.5	44~78
最大酸素摂取量(l/分)	2.349 ± 0.331	1.730~3.230
(ml/kg/分)	42.2 ± 5.5	29.8~54.8

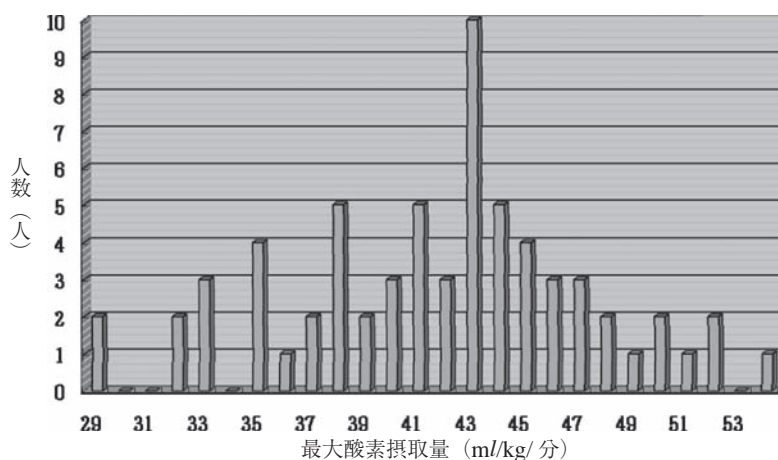


図1 最大酸素摂取量の分布

ン) や自転車エルゴメータ (固定式自転車) を使い、徐々にトレッドミルならスピードや角度を、自転車エルゴメータなら負荷 (摩擦抵抗によりペダルにかかる重さ) を上げ、呼気ガス分析器を使用して酸素量を測定し、最大値を最大酸素摂取量とする。しかしながら、この直接法は、被測定者が最大まで運動を行わなければならない、危険性が伴い、自転車エルゴメータでの実施の場合は、脚筋の筋力がペダルにかかる重さの負荷に耐えられず、心拍数が最大までには上がっていないにもかかわらず、運動を中止しなければならない。さらには、多くの人数の測定には不向きである。そのため、最大下の運動中の仕事量に対する心肺機能の応答から最大酸素摂取量を推定しようとする方法が間接法である。今回実施したこの推定法はいくつかの仮説に基づいて成り立っていて、その一つとして心拍数と酸素摂取量の間には直線関係が認められるが、最大作業に近づくにつれて心拍数の高まりよりもむしろ酸素摂取量の増加率が高くなる傾向がある。この結果、最大酸素摂取量の推定値は実測値に比べて 15~20% 低く見積もられる傾向がある。次に、同一年齢では最高心拍数が等しいと考える点についても、20~40 歳では最大酸素摂取量が大きいほど最高心拍数は低くなるため、同一年齢でも、最大酸素摂取量の高い鍛錬者の最高心拍数は一般に低い。そのため、最高心拍数の個人差によって生ずる推定誤差は 4~7% に相当するとみなしている。そして最後に、自転車駆動の作業効率に個人差がないという点についても、女子では男子に比べて 1~2% 低く、また、老人は若者に比べて 2~3% 低いという事実も最大酸素摂取量の推定値についても誤差を生じさせることになる。これらなどにより、測定誤差が実測値よりも 15~20% 低いという事実を把握することによって推定値はある程度補正されることになるとされている。さらに、一般的にトレッドミルで行うより、自転車エルゴメータで行う測定の方が、最大酸素摂取量は 10% ほど低いことも知られている¹¹⁾。

今回の間接法により推定された最大酸素摂取量に、測定誤差が実測値よりも 15~20% 低いということを加味し、測定結果に 15% を加えるとすると、平均値が $48.5 (\pm 6.4)$ ml/kg/分となる。そして最も値の低かった者も 34.3 ml/kg/分となり、基準値の 33 ml/kg/分を下回るものはいなくなる。

その点では、対象とした被験者においては、生活習慣病予防効果の現れる最大酸素摂取量の基準値を満たしていることになる。

今回対象とした総合健康学科健康スポーツコースでは、多くが保健体育の教員免許の取得や健康づくり指導者を目指しており、大学入学以前の高校時代はほとんどの者が運動部に所属し、大学入学後も運動を継続するもの多いのも特徴である。実際、対象とした 66 名のうち、運動部所属群が 46 名 (69.7%)、非所属群が 20 名 (30.3%) であった。そのため、集団としては活動的であるといえよう。両群の間接法でのそれぞれの最大酸素摂取量は、運動部所属群が 43.9 ± 5.0 ml/kg/分、非所属群が 38.2 ± 4.6 ml/kg/分と運動部所属群が有意に高い結果となった ($p < 0.01$)。

次に、20 m シャトルランテストによる、折り返しの総回数は、 77.2 ± 20.1 回 (35~117 回) で、運動中の最高心拍数は 196.7 ± 8.3 拍/分 (183~224 拍/分) であった。これは予測される最高心拍数 (200.6 拍/分) の 98.0% に達しており、今回の 20 m シャトルラン測定時は、ほぼ疲労

表2 20 m シャトルランの成績およびそれにより推定した最大酸素摂取量

	平均値±標準偏差	レンジ
折り返しの総回数(回)	77.2±20.1	35~117
最高心拍数(拍/分)	196.7±8.3	183~224
最大酸素摂取量(ml/kg/分)	43.4±4.5	33.9~52.3

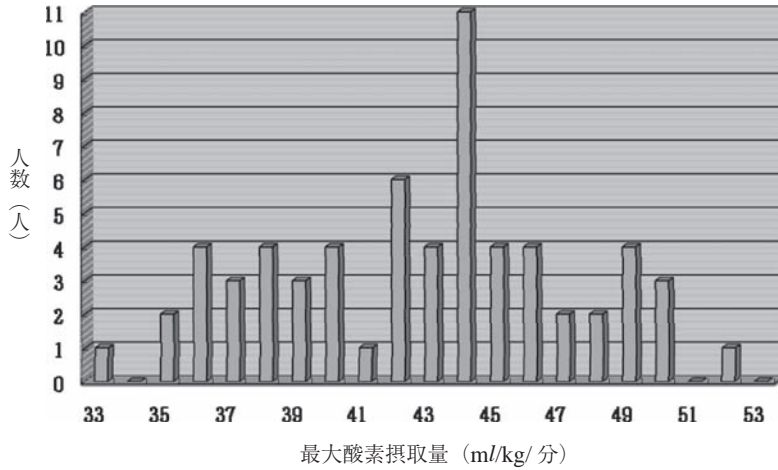


図2 20 m シャトルランより推定した最大酸素摂取量の分布

困憊に至る運動強度に達していたと考えられる。このシャトルランによる最大酸素摂取量は、 43.4 ± 4.5 ml/kg/分 ($33.9 \sim 52.3$ ml/kg/分) であった(表2)。また、メジアンは 44.0 ml/kg/分、モードは 45.8 ml/kg/分であった。この最大酸素摂取量の分布の様子は図2に示した。

20 m シャトルランテストの同年齢の女子の全国平均値¹⁰⁾は、折り返しの総回数が 47.0 回、そしてそれによる最大酸素摂取量は 36.6 ml/kg/分であり、今回の結果はこれを大きく上回った。そして、同年齢の男子の全国平均値の折り返しの総回数 83.5 回、そしてそれによる最大酸素摂

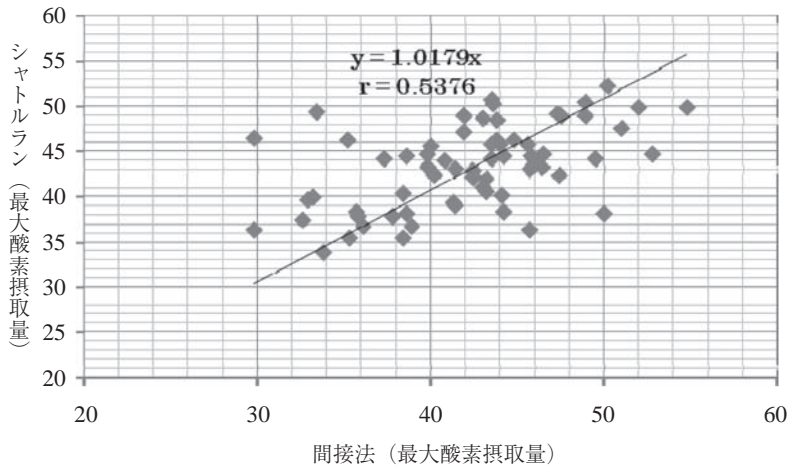


図3 間接法とシャトルランより推定した最大酸素摂取量の相関

表3 運動部所属群と非所属群の最大酸素摂取量

	運動部所属群 (n=46)	非所属群 (n=20)
間接法 (ml/kg/分)	43.9±5.0	38.2±4.6**
シャトルラン (ml/kg/分)	45.3±3.6	39.0±3.3**

** : p<0.01

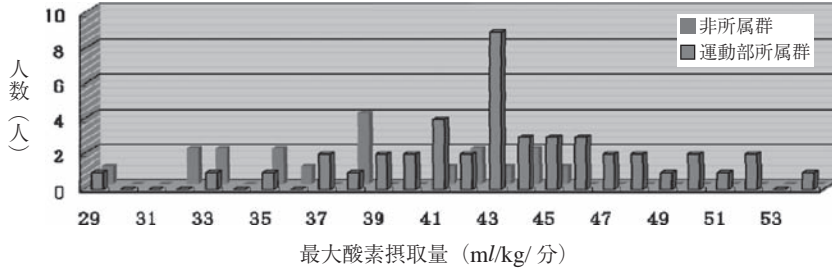


図4 運動部所属群と非所属群の最大酸素摂取量の分布

摂取量の 44.8 ml/kg/分とほぼ同じという結果でもあった。

この間接法とシャトルランによる最大酸素摂取量の差は、シャトルランが 1.2 ml/kg/分 (+2.8%) 高い結果となったが、両者の間には有意差はなく、 $r=0.5376$ ($p<0.01$) と高い相関であった (図3)。

また、表3に示したように、シャトルランにおいても、運動部所属群が 45.3 ± 3.6 ml/kg/分、非所属群が 39.0 ± 3.3 ml/kg/分と運動部所属群が有意に高い結果となった ($p<0.01$)。その分布は図4に示した。

このように本学科の最大酸素摂取量が高い要因として、学科のカリキュラムが1、2年次には比較的体育実技が多いこと、元々高校時代を含め、運動に積極的に取り組んできた者が多いことが挙げられることが考えられる。しかしこのような背景があるにもかかわらず、非所属群では、明らかに運動部所属群に比して低い最大酸素摂取量を示している。今回の測定について、現在も体育に関する実技を行っている大学2年次の4月末から5月初旬にかけて実施した。すなわち、高校時代の定期的な運動から遠ざかっている期間は2年にも満たない。そのため、今後の授業の中で体育実技が減っていくことで、非所属群のなかには、近い将来、前述の基準値を下回る者が増える可能性がある。さらに、年々体力低下が叫ばれているように、一般学生の最大酸素摂取量は15~25年前の学生と比べて低く、日常生活の中に酸素運動を取り入れる努力をし、呼吸循環系の機能改善を計らなければ、将来の生活習慣病が心配される¹²⁾ともされている。

また、このことは、「平成19年度体力・運動能力調査」²⁾の運動部やスポーツクラブへの所属の有無と新体力テストの合計点との関係からもみることができる。男女とも、運動部やスポーツクラブへ所属している群の方が所属していない群よりも体力測定結果の合計点は高い傾向にある。6、7歳では、運動部やスポーツクラブへの所属の有無による合計点の差は小さいが、8歳ごろから両群の差は徐々に大きくなる。12~19歳においても両群の差は一層開く傾向を示してい

る。20歳以降の合計点は、運動部やスポーツクラブへの所属の有無にかかわらず、低下し、特に男子は45～49歳以降に低下率が大きくなり、所属している群は所属していない群より2、3点程度高い値を示している。また、女子は40～44歳以降に低下率が大きくなり、所属している群は所属していない群より3、4点程度高い値を示している。要約すると、運動部やスポーツクラブへの所属と体力水準の高さとの関係は、8歳ごろから明確になり、その傾向は79歳に至るまで認められる。したがって、運動部やスポーツクラブでの活動は、生涯にわたって高い体力水準を維持するための重要な役割を果たしていることがうかがえる。また、中学校、高等学校、大学のいずれかでの運動部（クラブ）活動の経験の有無と、20～64歳及び65～79歳の新体力テストの合計点との関係でみると、合計点は、男女ともに運動部（クラブ）活動の経験の有無にかかわらず、加齢に伴いほぼ同様に低下する傾向にある。しかし、中学校、高等学校、大学のいずれかで運動部（クラブ）活動を経験した群の合計点は、運動部活動の経験のない群より、いずれの年代においても高い値を示している。したがって、学校時代の運動部（クラブ）活動での経験が、その後の運動・スポーツ習慣に繋がり、生涯にわたって高い水準の体力を維持する要因の一つになっていると考えられる。

このように、運動不足で体力が低下することによって、肥満、骨、血圧などに関するさまざまな弊害が懸念される。特に骨粗鬆症は多くの閉経後の女性にとってとりわけ重大な健康上の問題となっているので、成長期にいかにも多くのカルシウムを骨に貯蓄できるかが重要であり、骨塩量は20代前半に最大に達する。そのためにはカルシウム摂取量と身体活動の質と量¹³⁾も重要であり、骨塩量を増加させる荷重のかかる運動であるランニングやウォーキングなどが必要となる。

以上より、本学総合健康学科健康スポーツコースの2年次生については、生活習慣病予防効果の現れる最大酸素摂取量の基準値を満たしている。しかしながら学年進行とともにこれらがどうなっていくのかを明らかにする必要がある。また、本学科以外あるいは運動部に所属していない学生に対して、大学において運動を行わせる、あるいは身体活動を増やすような方策、さらには生涯にわたって運動を生活の中に取り入れるような啓発的な活動も考えていく必要があると思われる。

参考文献

- 1) 内閣府大臣官房政府広報室：体力・スポーツに関する世論調査，2004
- 2) 文部科学省スポーツ・青少年局生涯スポーツ課：平成15年度体力・運動能力調査報告書，2004
- 3) 健康日本21企画検討会・健康日本21計画策定検討会編：21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）について報告書（平成12年2月），2000
- 4) Pate, R. R. : A new definition of youth fitness. *Physician and Sports Med* : 11(4) : 77-83, 1983
- 5) 健康づくりのための運動所要量策定検討会：健康づくりのための運動所要量策定検討会報告書，1989
- 6) 運動所要量・運動指針の策定検討会：健康づくりのための運動基準2006～身体活動・運動・体力～報告書（平成18年7月），2006
- 7) Astrand, P. O. & K. Rodahl : *Textbook of work physiology*. McGraw-Hill : New York, 1986
- 8) 文部科学省：新体力テスト－有意義な活用のために－. ぎょうせい，2000

- 9) 東京都立大学体力標準値研究会編：新・日本人の体力標準値. 不味堂出版, 2000
 - 10) 文部科学省スポーツ・青少年局生涯スポーツ課：平成 21 年度体力・運動能力調査結果について, 2010
 - 11) 山地啓司：改訂最大酸素摂取量の科学. 杏林書院, 2001
 - 12) 中嶋英昭, 湊久美子, 林喜美子, 齋藤八千代：女子学生の呼吸循環器系機能の応答. 和洋女子大学紀要 家政系編：40：161-170, 2000
 - 13) Afghani A, et al. : Bone mass of asian adolescents in China : influence of physical activity and smoking. Med Sci Sports Exerc. 35 : 720-729, 2003
-

[ふじさわ まさみ 運動生理学]