

若年者における心肺持久力と身体活動量の関係性とその最近の傾向について

¹廣瀬 昇 ²丸山仁司

¹ 帝京科学大学医療科学部理学療法学科 ² 国際医療福祉大学保健医療学部理学療法学科
(平成 21 年 12 月 14 日受理)

Relationship between cardiorespiratory endurance and amounts of physical exertion of young people and its current trend

Noboru HIROSE¹ Hitoshi MARUYAMA²

[Purpose] : Our objective in this study was to learn current conditions of physical exertion and fitness of performance of young people who will be reaching late twenties in 2020 or later and thus we looked at the relationship between cardiorespiratory endurance and amounts of physical exertion. [Subject] : Sixteen (16) subjects were randomly selected from seventy eight (78) healthy male students. [method] : As for examination methods, maximum oxygen consumption was measured using cardiopulmonary exercise testing (CPX) and a pedometer with accelerometer was employed to measure total energy expenditure (TEE). [Result] : Results showed that maximum oxygen consumption was significantly lower than the average value of results taken ten years earlier. Also it was confirmed that the maximum oxygen consumption has strong direct correlation with total energy expenditure (TEE). [conclusion] : This study points to a trend that decreased cardiorespiratory endurance among the current young people is deeply related, more so than other generations, to decreased amounts of daily physical exertion.

Key words : 身体活動量, 若年者, 最大酸素摂取量, 行動体力, 健康行動

1. はじめに

本邦における「健康日本 21」¹⁾での取り組みに対する厚生労働省 厚生科学審議会中間報告^{2, 3)}では、運動を習慣化させるだけでは生活習慣病やその予備群を是正することができないことが報告されている。すなわち、日常における身体活動は生活行動パターンやその個人の身体行動背景とし、生活行動パターンの改善を図ることで、身体活動量増加を促すことができると現在では考えられている。また、本邦では、老年期よりも壮年期・青年期に対する健康行動対策が遅れ、同世代に対し、行動体力向上の強化の取り組みが重要であることが考えられている。

本来、身体活動は、骨格筋収縮によって生じる身体の動きを指し、実質的にエネルギー消費を増加させるものと定義⁴⁾されている。その身体活動の現状は、公衆衛生学分野をはじめ、国内外で多くの研究・調査結果⁵⁻⁹⁾が報告されている。中でも、身体活動量を表す一般的指標として挙げられる総エネルギー消費量 (TEE: Total energy expenditure) に関する諸研究は、冠動脈疾患や心血管疾患、生活習慣病での発症率、死亡率に繋がる報告^{10,11)}など、

広い研究領域を認めている。

ヒトの行動体力を示す指標として挙げられる最大酸素摂取量 (以下、 $\dot{V}O_2\max$) は、心肺持久力として置き換えること¹²⁾ができる。そして、健康指標としても、よく関連されることが示されている。従って、ヒトを対象とする際に、一般的な体力の代表的指標としてよく用いられる。その心肺持久力低下は、冠動脈疾患による早期死亡のリスクを顕著に増加させることや、心肺持久力増加があらゆる疾患の死亡率減少に関連する¹³⁾など、疾病発生に深く関与することが分かっている。それ故、高い心肺持久力の維持には、日常からの高い身体活動を保つこと¹⁴⁾が重要とされてきた。加えて、それら $\dot{V}O_2\max$ は、高齢者において、心肺持久力と身体活動の二要因には正の比例関係を認め、身体活動量が高い者ほど $\dot{V}O_2\max$ が高いこと¹⁵⁾が報告されているが、若年者での報告は少ない。

そこで、今回、本研究において、2020 年以降に壮年期を迎える若年者を対象とし、最大酸素摂取量と身体活動量との関連性を明らかにし、現在の若年者の行動体力と身体活動の現状を把握することが目的である。なぜなら、明らかになった身体活動が、

今後、起こりうる生活習慣病を未然に予防する取り組みの基礎的な調査として、行動体力との関連性の解明が重要と考えるからである。また、現在実践されている日々の運動頻度や強度のみに着目した健康行動だけでなく、職業や住居環境、運動意識など日常生活の様々な活動因子により、身体活動そのものに影響を及ぼすことを調査することが不可欠であるとも考える。

2. 対象

被験者は、健常男子学生 78 名から、くじ引き法により、無作為抽出された 16 名を対象とした。なお、被験者は週 1～2 回程度、30 分間の運動習慣を持つ者がほとんどであった。

被験者属性は、表 1 に示す。被験者に対し、本実験の趣旨を十分に説明し、承諾を得られた者のみに研究に参加してもらった。その被験者のうち、冠危険因子・関節疾患、生活習慣病疾患など既往歴がある者、腰痛、感冒症状など健康状態が不良な者、実験の主旨に同意が得られない者は除外した。本研究内容は、帝京科学大学「ヒトを対象とする研究に関する倫理審査委員会」にて承認を得て実施した。

身長 (cm)	173.7 ± 0.0
体重 (kg)	76.0 ± 8.0
年齢 (歳)	25.1 ± 5.0
BMI (kg/m ²)	21.0 ± 4.4

表 1 対象者属性

3. 方法

若年者における心肺持久力と身体活動量の 2 要因についてそれぞれを測定した。心肺持久力の指標とした $\dot{V}O_2\max$ 測定は、呼気ガス分析装置（ミナト医科学社製 AE-300S）を用い、呼気と吸気の気流量、及び呼気ガス（酸素と炭酸ガス）濃度を同時計測した。その呼吸代謝に関する各項目から、最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) を選択した。運動様式は、トレッドミル歩行（ミナト医科学製 オートランナー SR-200）であり、Bruce 法¹⁶⁾による多段階漸増運動負荷試験を施行した。同計測において、トレッドミル歩行を測定様式とした理由は、日常生活に最も起こりうる運動様式であり、日常の身体活動量を反映しやすく、身体活動を調査する本研究に適していると考えられ、なお、トレッドミル歩行の特性である高い酸素摂取量測定が可能¹⁷⁾なため選択をした。

測定における運動負荷モニターは、ベッドサイドモニタ BSM-4113（日本光電製）を使用し、心電図

異常波形の有無、心拍数を十分にチェックした上で測定を実施した。被験者に対して、運動負荷中の 1 分間毎の自覚的運動強度（以下、RPE:）も同時測定をしている。

$\dot{V}O_2\max$ の評価基準¹⁸⁾は、 $\dot{V}O_2$ のプラトー現象の発現、年齢から推定される最高心拍数 (HRmax = 220 - 年齢) にほぼ達していること (± 10 拍/分)、呼吸商 RQ が 1.0 ~ 1.5 の範囲を超えていること、RPE が 19 あるいは 20 であることといったそれぞれの項目のうち、2 項目以上満たした時点をも $\dot{V}O_2\max$ とした。加えて、運動中止基準は、アメリカ心臓病学会 (ACC: American College of Cardiology)、アメリカ心臓協会 (AHA: American Heart Association)¹⁹⁾ のガイドラインに準じ、施行した。

身体活動量の測定は、加速度付歩数計（以下、歩数計）（タニタ社製 FB-720）を用いて測定した。同測定には、就寝、入浴時を除く 7 日間歩数計を腰部側面に装着してもらい、回収した歩数計より、歩数（歩/日）、運動量（以下、EE: energy expenditure）(kcal/日)、基礎代謝量（以下、BMR: basal metabolic rate）(kcal/日) のそれぞれを計測後、TEE(kcal/日) を算出した。なお、BMR 推定には、ハリス・ベネディクトの式 (BMR = 66.5 + Wt × 13.8 + Ht × 5.0 - Age × 6.8) による算出を用いて求めた。また、TEE 算出に用いたライフカロリーの検知機器は 3 軸加速度センサーである。歩数精度は、振動試験器による検査結果として、± 5%、内蔵の時計精度平均月差 ± 30 秒以内である。

統計的手法は若年者における行動体力と身体活動量との関連を検討した。まず、各指標における正規化について、検討した。その結果、二要因での正規化を欠いていたため、ノンパラメトリックデータとして取り扱った。次いで、 $\dot{V}O_2\max$ と総エネルギー消費量の二要因との関連を検討するために、Spearman's の相関係数を用いて、統計解析を実施した。なお、統計解析には SPSS 17.0 for windows を用いて行った。

4. 結果

心肺運動負荷試験による $\dot{V}O_2\max$ 測定より、被験者の $\dot{V}O_2\max$ 平均値は、34.79 ± 5.15(ml/kg/min) であり、日本人におけるトレッドミル走測定による最大酸素摂取量の評価基準²⁰⁾より、“やや劣っている”と区分された。

歩数計による測定より、歩数、EE は、それぞれ 8991.8 歩/日、411.8 kcal/日であった。被験者より

歩数(歩/日)	8991.8 ± 872.3
BMR(Kcal/日)	1385.1 ± 317.9
EE(Kcal/日)	411.8 ± 210.9
TEE(Kcal/日)	1796.9 ± 372.3
$\dot{V}O_2\max$ (ml/kg/min)	34.79 ± 5.15

表2 加速度計、呼気ガス分析による測定結果

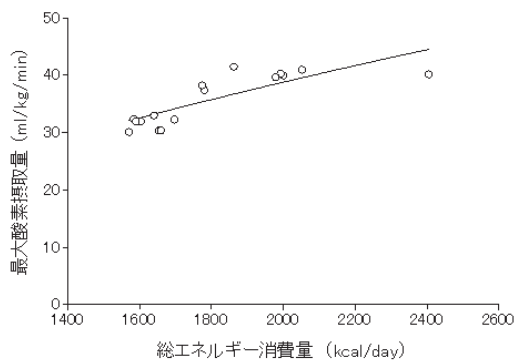


図1 総エネルギー消費量と最大酸素摂取量との関係

得られた TEE は、1796.9 kcal/日であり、 $\dot{V}O_2\max$ と TEE には、強い正相関が認められた(表2, 図1)。(r=0.75, p<0.05)

5. 考察

今回、歩数計にて得られた TEE は、2007 年度の国民栄養調査²¹⁾ よりほぼ同年齢の活動内容より平均値であることが示された。つまり、ほぼ標準的であることが分かり、本研究の被験者が、身体活動において、おおよそ日本人の標準的な被験者であることが分かる。また、本研究で測定された $\dot{V}O_2\max$ は、日本人のトレッドミル走測定による $\dot{V}O_2\max$ の評価基準²⁰⁾ の標準値では 40 ~ 45 ml/kg/min であり、本研究結果を比較すると、“やや劣っている”に区分されることが分かった。従って、本研究結果は、同基準が制定された 10 年前より現在の若年者の低体力化が大幅に進行していることが裏付けられることとなった。

$\dot{V}O_2\max$ 低下は、一般的に心臓・血管系の容積と機能の両者が酸素運搬能低下をもたらした結果であるとされており、心臓への静脈還流量を減少したものと考えられている。この静脈還流量減少には末梢筋肉量の減少が大きく影響²²⁾ し、近年、日本人小学生や高校生の末梢筋肉量の減少²³⁾ についての報告がされている。本研究の被験者における $\dot{V}O_2\max$ 低下の成因のひとつは、TEE から日常での身体活動低下に伴う可能性が高い。

本来、行動体力は、学生時代に何らかの運動部に

所属し運動活動をしていた運動経験者の方が、壮年期、老年期になったときであっても新体力テスト合計点が有意に高い²⁴⁾ との報告が示すように、生涯に亘る経時的な変化の中で最も高く、若年層での行動体力低下は、その後加齢に伴う体力低下を加速的に進める。すなわち、身体活動における大きな負の影響を生むことが分かる。また、特に若年層での身体不活動は、成長後に訪れる生活習慣への影響、すなわち否定的行動の「持ち越し現象」として、成人になって以後の生活習慣病罹患率を大きく押し上げることは確実であると考えられる。さらには疾病発生率の上昇まで及ぼす可能性が十分に考えられる。

従って、若年者における体力向上・維持の意義は、体力低下率を緩やかにし、加齢的变化の中においても最終的な健康体力が維持されることにある。その為、若年者の行動体力向上には単に体力強化だけを目標とした対応や対策ではなく、長期的な展望を考慮した若年層での体力維持、体力向上を運動に関する教育的措置として取り組みをする必要であると考えられる。

次いで、高齢者を対象とした先行研究¹⁵⁾ より身体活動と $\dot{V}O_2\max$ との関係に同様な結果が得られている。そして、本研究結果は、若年者であっても身体活動量と $\dot{V}O_2\max$ の間に強い正相関が認められた。しかしながら、この二つの研究対象群には質的な行動内容が異なることが考えられる。例えば、具体的には学業や労働などで生活時間の大部分を拘束時間として設定されてしまう、この若年層は特別な運動実施をする時間を設けることが難しい。その為、日常生活内で身体活動している時間(活動強度の高い時間)をどれだけ増加させ、行動体力を維持・向上させるか、それらを考慮するような運動プログラムの実践を活動し続けていくのかということが重要な課題となる。

つまり、若年層での行動体力向上・維持に関する健康運動の捉え方は、現在示されている日常での体力向上を目的とした運動処方を設定するだけでも、改善効果は認められるが、むしろ、一時的な効果に留まり、絶対的な行動体力の向上が認められない。本研究からは、1日全体の身体活動量を向上させるような継続的な運動処方の意義が考えられた。特に体力低下を示す若年者は、日常生活内で可能な限り多くの時間をある一定の運動強度を含む健康運動に努める時間を十分に確保し、日常生活行動パターンに健康運動の要素を組み入れていくような行動変容を実践することが重要である。

本研究の限界は、身体活動を減少させている要因

やそれに関する運動頻度・時間などについて，調査できていないことである．どのような生活行動パターンや背景，もしくは他の身体要因が体力向上にどの程度関与しているのか，どのような運動処方に適応があるのかについては不明である．それぞれの因子について，今後の課題として取り組んでいきたい．

6. 参考・引用文献

- i) 厚生労働省 . 2005; 平成 15 年国民健康・栄養調査報告書 .
- ii) 厚生労働省 厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会 . 2007; 「健康日本 21」中間評価報告書 .
- iii) 厚生労働省 . 2007; 平成 19 年版厚生労働白書 .
- iv) Caspersen C, Powell K, Christenson G. 1985; Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 100:126-131
- v) Hein HO, Sørensen H, Suadicani P, Gyntelberg F : Alcohol intake, Lewis phenotypes and risk of ischemic heart disease. *The Copenhagen Male Study. Ugeskrift for Laeger.*,156(9):1297-1302,1994
- vi) Catenacci VA, Ogden LG, Stuht J, Phelan S, Wing RR, Hill JO, Wyatt HR: Physical activity patterns in the National Weight Control Registry. *Obesity.*,16(1): 153-161
- vii) Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB : The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *The New England Journal of Medicine.*,328(8):574-576 ,1993
- viii) Blair SN, Kohl HW 3rd, Barlow CE, Paffenbarger RS Jr, Gibbons LW, Macera CA: Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA.*, 123(3): 52-53,1995
- ix) Erikssen G, Liestol K, Bjornholt J, Thaulow E, Sandvik L, Erikssen J: Changes in physical fitness and changes in mortality. *Lancet.*,1998 5(352):759-762
- x) Anonymous. 1996; Physical activity and cardiovascular health. NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. *JAMA* 276:241-246
- xi) Kesaniemi Y, Danforth E J, Jensen M, Kopelman P, Lefebvre P, Reeder B. 2001; Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc* 33:351-358
- xii) Pate, R.R: A new definition of youth fitness : *Physician and Sportsmedicine*,1983, 11(4) : 77--83.
- xiii) Mitchell H, Peter H, Robert M. 2006; ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (seventh Edition). Lippincott Williams & Wilkins
- xiv) Saris WH, Blair SN, van Baak MA, Eaton SB, Davies PS, Di Pietro L, Fogelholm M, Rissanen A, Schoeller D, Swinburn B, Tremblay A, Westerterp KR, Wyatt H: How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obesity Reviews*.4(2):101-114,2003.
- xv) Siconolfi S, Lasater T, McKinlay S, Boggia P, Carleton R. 1985; Physical fitness and blood pressure: the role of age. *Am J Epidemiol* 122:452-457
- xvi) Nostratian F, Froelicher VF. ST elevation during exercise testing: a review. *AM J Cardiol* 1989;63:986-988
- xvii) Bruce RA, Fisher LD, Pettinger M, Weiner DA, Chaitman BR: ST segment elevation with exercise: a marker for poor ventricular function and poor prognosis. *Coronary Artery Surgery Study (CASS) confirmation of Seattle Heart Watch results. Circulation.*,77(4) : 897-905,1988.
- xviii) Davis JA: Direct determination of aerobic power. In: Manud PJ, Foster C. *Physiological Assessment of Human Fitness*, Champaign, 199, pp.9-17.
- xix) Rodgers GP, 2000 P111
- xx) 鈴木洋児 : 身体活動と不活動の健康影響 . 郡司篤晃, 川久保清 (共著) . 身体活動と不活動の健康影響 , 第一出版 , 1998, pp.59.
- xxi) 厚生労働省 . 2007; 平成 17 年国民健康・栄養調査結果 .
- xxii) Saltin B, Blomqvist G, Mitchell J, Johnson RJ, Chapman C.; Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation* 38:1-78:1968
- xxiii) 三浦幸雄 .; 生活習慣病の低年齢化現象 - 大学生における血圧の現況と心血管系リスク因子 - .

第 14 回ゆらぎ現象研究会／東北大学大学院情報科学研究科 ICO 研究会抄録集 :1999
xxiv) 三村寛一 .2005; 子どもから高齢者までの体力の

推移 . 竹中晃二 (共著). 身体活動の増強および運動継続のための行動変容マニュアル, Book House HD, 2005, pp.17-21