

## 健康関連体力評価の最近の動向

(健康関連体力 / 生活習慣病 / 体力測定法)

木原勇夫\*・橋本龍樹\*\*

## Recent Trend in Health-related Fitness Evaluation

(health-related fitness / lifestyle-related disease / measurement of physical fitness)

Isao KIHARA\*, Ryuju HASHIMOTO\*\*

The incident of lifestyle-related disease, resulting from physical inactivity and unbalanced diet, is on the increase in industrialized countries, including Japan. In this background, physical fitness testing, which was once focused on the measurement of motor ability, is now directed at helping the subject maintain and improve their quality of life(QOL). Physical fitness that contributes to the maintenance and improvement of health is termed as health-related fitness. Health-related fitness is assessed using four parameters, including heart endurance, muscle strength/endurance, flexibility, and body composition. Although the assessment of such parameters once required costly equipment, simple and easy measurement methods are now available. For example, heart endurance can be estimated from the heart rate measured during a bicycle ergometer exercise, instead of using the expensive expired gas analyzer, which also requires experienced and skilled medical experts. The other three parameters can also be evaluated by simpler methods. Thus, it has now become feasible for people to seek and undergo health-related fitness testing to understand their own health status. A health-oriented way of life, armed with the knowledge of one's own health status, can be expected to be useful for the prevention of lifestyle-related diseases, as well as the maintenance and improvement of the QOL.

近年、運動不足や偏った食生活などに起因する、いわゆる生活習慣病の罹患者が増加している。このような情勢を反映して、体力測定は従来の運動能力の測定を主体としたものから、QOL(quality of life)の維持、向上を主眼にしたものに変化してきている。このような健康の維持、増進に関連する体力は健康関連体力と呼ばれ、それは心肺持久力、筋力・筋持久力、柔軟性および身体組成の4つの要素から構成されている。これらの要素の測定には、従来は高価な機器が必要であったが、最近では手軽な簡便法によって測定可能である。従って現在ではこれらの簡便法を用いることによって、健康関連体力を測定し、各自の健康状態を把握することが可能になっている。現状を把握することによって、生活習慣病の予防とQOLの維持、向上に役立てることが期待される。

### はじめに

体力についての概念は、猪飼<sup>1)</sup>による体力の分類(図1)が長い間周知されてきており、その中では、体力は身体的要素と精神的要素の二つに分けられている。そして、身体的要素は行動体力と防衛体力に区別されている。これまで、体力基準として測定・評価されてきた行動体力の要素の中には運動能力(motor fitness)に関する測定項目が数多くあるが、それはスポーツ競

技(パフォーマンス)を志向した能力測定に重点がおかれていたからである。

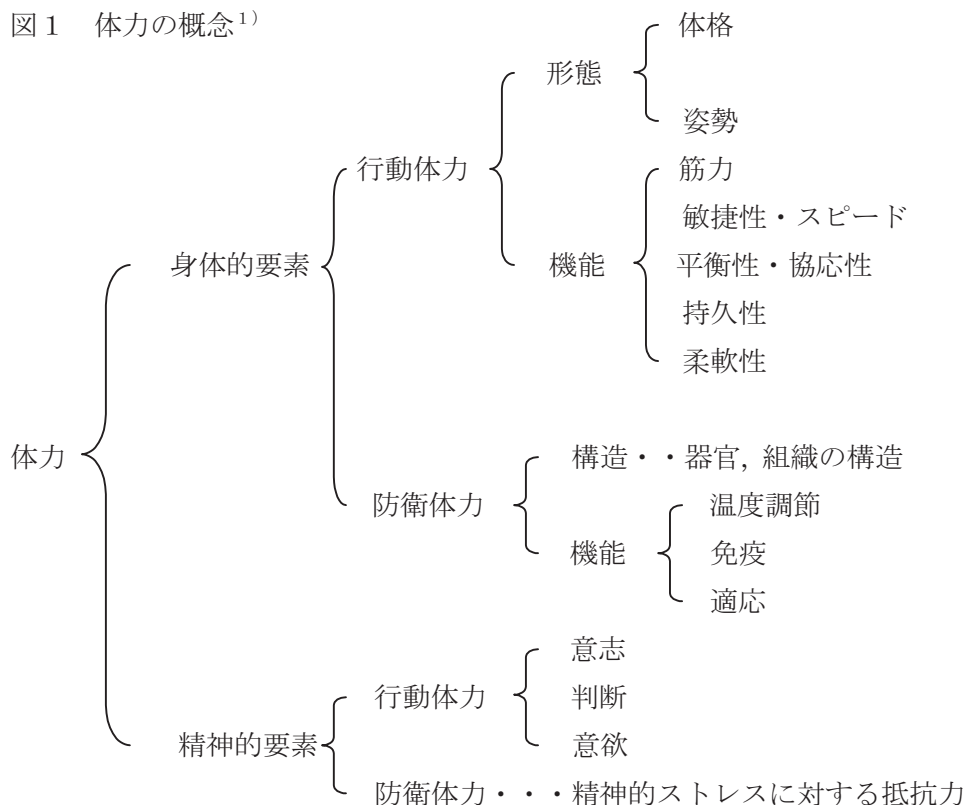
近年、運動不足に起因する生活習慣病の罹患者が増大していることから、これまでのような運動能力を主体とした測定項目よりも、生活習慣病の治療と予防およびQOL(quality of life:生活の質)の維持・向上を主眼とした測定項目が提示されるようになった。

このような健康の維持増進に関連する体力は「健康関連体力(health-related fitness)<sup>2)3)4)5)6)</sup>と呼ばれ、その内容は、心肺持久力、筋力・筋持久力、柔軟性、身体組成の諸要素から成っている。これらの要素について

\*健康スポーツ科学教室 Department of Health and Sports Science

\*\*解剖学教室 Department of Anatomy

図1 体力の概念<sup>1)</sup>



は、手軽な簡便法によって評価することができるようになってきた。本稿では、これら4要素の概要とその測定方法を述べる。

### 心肺持久力

心肺持久力は、長時間にわたって身体活動を可能とする体力を示すもので、それは酸素の摂取能力と、活動時に全身の血液循環量を増加させる能力から構成されている。

心臓は肺から取り込んだ酸素を酸化ヘモグロビンとして全身に拍出し、末梢の毛細血管を通して骨格筋組織へ送る。そこで筋細胞が酸素を取り込みエネルギーを産生する。

この心肺持久力を測定評価するには、一定時間内に最大でどれほど酸素を体内へ取り入れることができるのかという最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2\max$ ) を測定する方法がある。一方、有酸素性代謝と無酸素性代謝の境界点、すなわち運動の強度が高くなるとともに無酸素性のエネルギー供給率が増大し、ある時点で血中乳酸濃度が急激に増加する時期 (点) があり、その点を乳酸閾値 (lactate threshold: LT) というが、この値が大きいほど持久力に優れていることを示しているのので、その時期の酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2LT$ ) を測定することによ

ても心肺持久力を評価できるとされている<sup>7)8)9)10)</sup>。

しかし、これらの測定には経時的な採血が必要であり、被験者に相当の身体的・心理的負担をかける。従って、集団及び中高年者の測定には不向きである。また、高価な呼気分析装置は操作や調整が複雑であり、簡単に測定することが困難である。さらに、験者の熟練度によって誤差が生じるという問題もある。

Åstrand, P-O. et al.(1970) は運動 (自転車エルゴ) 負荷量の増大とともに心拍数 (HR) が増え、それに伴って最大酸素摂取量も直線的に高まることにより、一定の運動負荷とその時の心拍数より最大酸素摂取量を予測するノモグラムを作成した<sup>11)</sup>。それ以降、近年まで多少の変更を重ねながら、この推定最大酸素摂取量測定法が間接的測定の基礎となっている。

この運動負荷法による間接的測定は、1964年以来、実施されてきた文部科学省 (旧文部省) の体力テスト<sup>12)</sup>では走・歩 (男子1500m, 女子1000m), 踏み台昇降運動で評価されてきた。

しかし、2000年に国民一人一人が自分自身の健康・体力を把握することを目的に見直された新体力テスト<sup>13)</sup>では、従来の持久走 (歩) と20mのシャトルランのいずれかを選ぶ選択方式が導入された。また、高齢者には6分間の歩行テストを行うようになった。その他、田中<sup>14)</sup>が示すような集団的測定可能なフィール

ドテストが多く用いられている (表1)。

また、最近では運動中の自覚的運動強度を利用する方法や、質問紙調査による心肺持久力の推定方法が提案されている<sup>14)</sup> (表2)。

### 筋力・筋持久力

筋力は、筋肉の断面積と比例し、筋タンパク質 (アクチン・ミオシン) の合成にはメカニカルストレスの強度や頻度も関与している。筋力・筋持久力は、一般的に力仕事をこなすだけの能力と思われるが、日常生

表1 フィールドパフォーマンスから全身持久力を測定する方法<sup>14)</sup>

研究者	パフォーマンス	年齢 (歳)	$\dot{V}O_2\max$ (ml/kg/min)	R
Cooper(1968)	12分間走	22		0.90
Doolittle&Bigbee(1968)	12分間走	12-16		0.90
Maksud&Coutts(1971)	12分間走	11-14		0.65
Leger&Lambert(1982)	20mシャトルラン	26	47.3	0.84
Tanakaetal(1985)	1500m走	20.6 ± 2.5	51.0 ± 8.4	-0.88
金子ら(1986)	10mシャトルテスト	18-22	43.8 ± 5.0	0.59
Klineetal(1987)	1mile歩行	歩行30-69	37.0 ± 10.7	0.93
竹島ら(1992)	12分間歩行	63-75	27.5 ± 6.0	0.71

- : 20m間隔の2本の平行線を一定の走速度で走れる回数、速度は1分毎に増加
- : 10m間隔の区間を3分間での往復走距離
- : 呼気分析装置で得られた $\dot{V}O_2\max$ との単相関係数または重相関係数
- : 1500m走の所要時間は少ない程 $\dot{V}O_2\max$ 能に優れていることを示す

表2 質問紙から全身持久力を推定する方法<sup>14)</sup>

研究者	パフォーマンス	年齢 (歳)	$\dot{V}O_2\max$ (ml/kg/min)	R
Bruce et al.(1973)	性, 年齢, 体脂肪率, 身体活動水準	29-73	32.7	0.81
Jacson et al.(1990)	性, 年齢, 体脂肪率, 身体活動水準	18-70	38.9	0.81
Ainsworth et al.(1992)	性, 年齢, BMI, 運動日数/週	21-59	35.4	0.88
Heil et al.(1995)	性, 年齢, 体脂肪率, 身体活動水準	20-79	44.1 ± 6.6	0.88
田中ら(1995)	性, 年齢, 体脂肪率, 身体活動水準	22-71	28.8 ± 8.7	0.84
George et al.(1997)	性, 年齢, BMI, 身体活動水準	18-29	38.6 ± 10.4	0.86

- : 急歩能力の自己評価, 子供の頃の長距離走能力, 運動に対する現在の主観的疲労度
- : 呼気分析装置で得られた $\dot{V}O_2\max$ との単相関係数または重相関係数

活の基本となる身体動作との関りも深い。

階段を使わずにエレベーターに乗り、ゴルフバッグやスキー用具などを自分で持たない人々も多く、筋肉に刺激を与える機会が減少してきている昨今、筋力・筋持久力の低下が不健康な生活につながる心配がある。

膝伸展筋力と12分間の歩行距離の関係から、明らかに筋力のある方が歩行距離が伸びるという報告<sup>15)</sup>や、筋力の強い人ほど腰椎の骨密度が高いという報告<sup>16)</sup>がある。従って、歩行距離や骨密度を測定することによって筋力を推定することができる。

自分の意思で動かせる随意筋（骨格筋）は身体で最も主要なエネルギー消費器官であり、成人の場合には、筋肉量と日常生活を営む上の最低必要エネルギー量である基礎代謝量の間には、密接な相関関係がある。従って、筋肉量を増やせば摂取エネルギーの過剰蓄積の予防効果もある<sup>17)</sup>。

筋力・筋持久力の測定・評価に用いられてきた従来の体力テスト<sup>12)</sup>では、鉄棒での懸垂を一定時間内に実行した回数測定、背筋力および握力測定が実施されていた。しかし、背筋力の測定では、熟練した験者のもとでの計測でないと、膝関節を曲げた姿勢による下肢筋力の測定になること、また体幹の角度によっては腰痛を誘発する危険性が指摘されていた。このような事情から新体力テスト<sup>13)</sup>では、筋力は握力によって、また筋持久力は一定時間内に行う上体起こしの回数によって評価されるようになった。

一方、加齢とともに上肢の筋力に比較して下肢筋群の筋力低下が著しいこと<sup>18)</sup>、さらに下肢筋肉量も低下し、それに伴って歩行能力の低下を招くことも明らかにされた<sup>19)</sup>。この傾向が強まれば日常的な身体活動を困難にすることが予想される。それを防ぐためには、基本となる足腰の筋力・筋持久力の維持・強化を図る必要があるが、その効果を簡便に調べることができる評価尺度が求められている。現在、腰部の伸展力の測定<sup>20)</sup>、座位での下肢筋群の測定<sup>21)</sup>、椅子を利用した一定時間内における膝関節の屈曲・伸展の回数を測定する方法<sup>22)</sup>などが提案されている。

筋肉量を推定する方法としては、超音波診断装置やMRI(核磁気共鳴法)による画像、あるいはX線CTスキャンを利用した筋肉の断層写真などが用いられている。

## 柔軟性

柔軟性は、関節が本来持っている最大の可動範囲に対して、実際にどの程度の関節可動域があるかを測定することによって評価する。この関節可動域を制限す

る要因は、大部分が筋肉および靭帯や腱の収縮・伸展性である。日常生活では身体の柔軟性の重要性を感じることが少ない。

仮に、関節の可動域が制限されていれば、日常生活での様々な動作（物の上げ下ろし・衣服や靴の脱着等）に支障をきたし、少しの動きでも筋肉や骨格に負荷がかかり捻挫・腰痛と言った傷害・疾病の原因にもなりうる。このように柔軟性の喪失は、QOLに大きく影響を与える可能性がある。また、筋肉や靭帯を伸ばすストレッチ体操を実施することにより、筋肉と腱の長さを増加させる効果<sup>23)</sup>やベンチプレスでの筋力をアップさせる効果<sup>24)</sup>、大腿後部筋群のトルク値をアップさせる効果<sup>25)</sup>などの報告があることから、柔軟性を向上させることは、筋力を高めることにもつながる。従って、柔軟性の測定・評価は重要である。

柔軟性を測定・評価する場合、従来の体力テスト<sup>12)</sup>では被験者が台上での直立姿勢から前屈する立位体前屈法で測定が行われていた。しかし、この場合、台に上がる不安や反動による腰痛発症にもつながりかねないと言う危惧があった。そこで、新体力テストでは<sup>13)</sup>壁に背を着けた長座姿勢からの前屈で両手の動いた距離を測定評価する方法を取り入れている。この方法では、腰背部・臀部・大腿後面・下腿後面の筋肉等の伸展度によってノモグラムが作成されているので、可動距離を測定することによって、柔軟性を評価することができる。

## 身体組成

エネルギーの供給、消費、蓄積等の観点から身体組織を脂肪組織と非脂肪組織（骨・筋・内臓等）に区別して見ることができ、体重を脂肪重量と除脂肪体重の身体組成に分けてとらえることができる。従来、身体組成は体力測定・評価項目として利用されていなかったが、最近、体脂肪率を簡単に測定でき、体重から体脂肪量を推定できることから、非常にわかりやすい評価項目として取り上げられるようになった。

運動習慣のある人はない人と比較して、体脂肪率は低く、除脂肪体重は大きい<sup>26)</sup>。また、体脂肪率は、日常の食習慣や身体活動習慣との関連も深く、その増加が単なる体脂肪量の増加にとどまらず、体重増加につながり生活習慣病を誘発する大きな危険因子となることが報告されている<sup>17) 27)</sup>。

この体脂肪率の測定方法としては、水中体重秤量法、キャリパー法、インピーダンス法、近赤外線法、超音波診断法、MRI、X線CT、X線撮影法などがある。最近、

普及している体脂肪計はインピーダンス法によるものである。ただし、測定法の違いや測定時の被験者のコンディションによって測定値に誤差が生じることを考慮する必要がある。

身体組成と関連するが、体重過多や内蔵型肥満を推測し、肥満の程度を知る方法として、体重を身長<sup>2</sup>で割って求めるBMI(body mass index)法やウエスト囲長とヒップ囲長の比から得られる値によって評価する方法が用いられている。

BMI値が22で疾病率が最低を示し22以下でも以上でも疾病率は高くなるとの報告<sup>28)</sup>がある。ウエスト/ヒップ比法では男性は1.0以上、女性0.85以上が内蔵脂肪型肥満の危険があるとしている。また、ウエスト/ヒップ比値とエネルギー消費量との間には、逆相関があることも報告されている<sup>29)30)</sup>。

### おわりに

本稿では、健康関連体力を基礎体力として記載してきたが、異論も多々あるところではあるが、今後は、新しい測定方法や測定機器の開発によって、生体防衛能の活性や精神的ストレスの程度も含んだ体力測定へ変化していくだろう。また、健康科学の発展により、スポーツの競技能力に偏重した体力測定を一歩進めて、国民一人一人の健康と密接に関連した体力の測定と評価を行い、そのデータが個人の健康増進に役立つようフィードバックされるシステム作りが可能となるだろう。

日常生活の中で少し歩いただけで息切れや疲労感を感じることから、つい自動車やエスカレーターなどの移動手段を利用する生活になり、そのことが心肺持久力や筋力の低下を招き、益々非活動的で不健康な生活を営むことになりがちである。大切なことは、日常生活の中で積極的に活動し、かつ身体的な余裕を持って健康に生涯を送ることのできる身体の資質を獲得することによってQOLの維持・向上と生活習慣病の予防に結びつけることである。また、そのような目標体力は、男女差、年齢差、職業の違い、生活習慣による活動量の差、現在あるいは将来の目指す身体的プランの違いによって人それぞれ異なっていることは言うまでも無い。

各自が健康に関心を持ち、今日から体力作りを始められてはいかがだろうか。

最後に若者のスポーツ(クラブ活動)について一言付け加えたい。特に、本学新入生の場合、受験勉強の

影響による、身体活動の時間と負荷量が減少しており、そのことが体力の低下傾向を一層助長している。従って、大学に入って間もない新入生諸君は、適切なトレーニング(心肺持久力・筋力・柔軟性)によって、そのスポーツに必要な基礎体力を養うことが肝心である。メンバーが足りないからと言って、トレーニング不足の新人を試合に出すのは危険を伴う。上級生の配慮を切に望んで本稿を終わることとする。

### 参考文献

- 1) 猪飼道夫：運動生理学入門，杏林書院，1969
- 2) Pate R.R. et al：Physical fitness programming for health promotion at the worksite, Preventive Medicine 12(5), 632-643, 1983
- 3) Caspersen C.J. et al：Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research, Public Health Reports 100(2), 126-131, 1985
- 4) アメリカスポーツ医学協会：運動処方指針，南江堂，1989
- 5) 青木純一郎：Health-related physical fitness testとしての体力測定項目，Japanese Journal of Sports Science 12, 605-608, 1993
- 6) 李美淑ら：健康評価指標としての健康関連体力の有用性，日本運動生理学雑誌 3, 79-89, 1996
- 7) Farrell P.A. et al：Plasma lactate accumulation and distance running performance, Medicine & Science in Sports 11(4), 338-344, 1979
- 8) McArdle et al：Training for anaerobic and aerobic power, Exercise Physiology, Lea & Febiger, Philadelphia, 266-285, 1981
- 9) Tanaka K.：Lactate-related factors as a critical determinant of endurance, Annals of Physiological Anthropology 9(2), 191-202, 1990
- 10) 中垣内真樹ら：高齢者の全身持久性体力を評価することの意義，生理人類学雑誌 5, 11-15, 2000
- 11) Åstrand P-O. et al：Textbook of Work Physiology, McGraw-Hill Book Company, 1970
- 12) 文部省：スポーツテスト，第一法規，1978
- 13) 文部省：新体力テスト，ぎょうせい，2000
- 14) 田中喜代次：全身持久性体力の測定，体育学研究 45 (6) , 679-694, 2000
- 15) 大田寿城ら：高齢者の歩行に関する研究(第二報)，スポーツ医・科学 6(1), 37-41, 1992
- 16) 小沢治夫ら：各種スポーツと骨密度に関する断面

- 研究, 骨粗鬆症予防のための効果的運動療法の研究  
開発事業報告書 52-85, 1992
- 17) Robert M.M. et al : Growth, Maturation, and  
Physical Activity, 大修館, 1995
- 18) 阿部孝ら : 日本人の体脂肪と筋肉分布, 杏林書院,  
1995
- 19) 金俊東ら : 加齢による下肢筋量の低下が歩行能力  
に及ぼす影響, 体力科学 49, 589-596, 2000
- 20) Pollock M.L. et al : Effect of resistance training on  
lumber extension strength, American Journal of Sports  
Medicine 17(5), 624-629, 1989
- 21) 種田行男ら : 高齢者の生活体力の維持・改善を目的  
とした健康教育プログラムによる3年間の介入効果,  
体力研究 97, 1-13, 1999
- 22) Jones C.J. et al : A 30-s chair-stand test as a measure  
of lower body strength in community-residing older  
adults, Research Quarterly for Exercise & Sports  
70(2), 113-119, 1999
- 23) Smith C.A. : The warm-up procedure: to stretch or  
not to stretch, Journal of Orthopaedic & Sports  
Physical Therapy 19(1), 12-17, 1994
- 24) Wilson G.J. et al : Stretch shorten cycle  
performance enhancement through flexibility training,  
Medicine & Science in Sports & Exercise 24(1), 116-  
123, 1992
- 25) Worrell T.W. et al : Effect of hamstring stretching  
on hamstring muscle performance, Journal of  
Orthopaedic & Sports Physical Therapy 20(3), 154-  
159, 1994
- 26) 池上晴夫 : 運動処方, 朝倉書店, 1993
- 27) 松本義信ら : 身体活動に差がある女子大学生間の  
体組成および安静代謝量, 体力科学 49, 603-608,  
2000
- 28) 塚本 宏 : 肥満の生命予後, 日本循環器管理誌  
29, 95-104, 1994
- 29) Tremblay A. et al : Effect of intensity of physical  
activity on body fatness and fat distribution, American  
Journal of Clinical Nutrition 51(2), 153-157, 1990
- 30) Seidell J.C. et al : Body fat distribution in relation to  
physical activity and smoking habits in 38-year-old  
European men, American Journal of Epidemiology  
133(3), 257-265, 1991

(受付 2001年10月26日)