

図1 各群の循環器疾患による累積死亡率 (文献9)

ベースライン時に測定したトレッドミル走による心肺体力をもとに、被験者数が同じになるように4群に分類した後、16年間の循環器疾患による累積死亡率を各群で観察し比較した。最大酸素摂取量が低い群に対し、やや高い、高い2群が有意に循環器疾患による相対死亡率が低かった。低い群との間に有意差のあったやや高い群と、やや低い境界の最大酸素摂取量の値を抽出する。

全身持久力以外の体力指標も、死亡・発症リスクに有意差がでる境界値とベースライン時における年齢を抽出した。ここでの有意差やオッズ比は、年齢の他、体重、血圧、血中脂質、血糖などの交絡因子で調整した結果とした。

2. 生活習慣病発症・死亡のリスク減少が期待できる最大酸素摂取量

全身持久力の指標である最大酸素摂取量、もしくはその簡便評価法である心肺体力をベースラインに測定し、その違いによる数年間の追跡期間中の死亡、もしくは生活習慣病発症のリスクを前向きに比較・検討した研究は、男性を対象とした研究が女性の研究よりも4~5倍程度多かった(文献総数31)。総死亡をエンドポイントとした研究

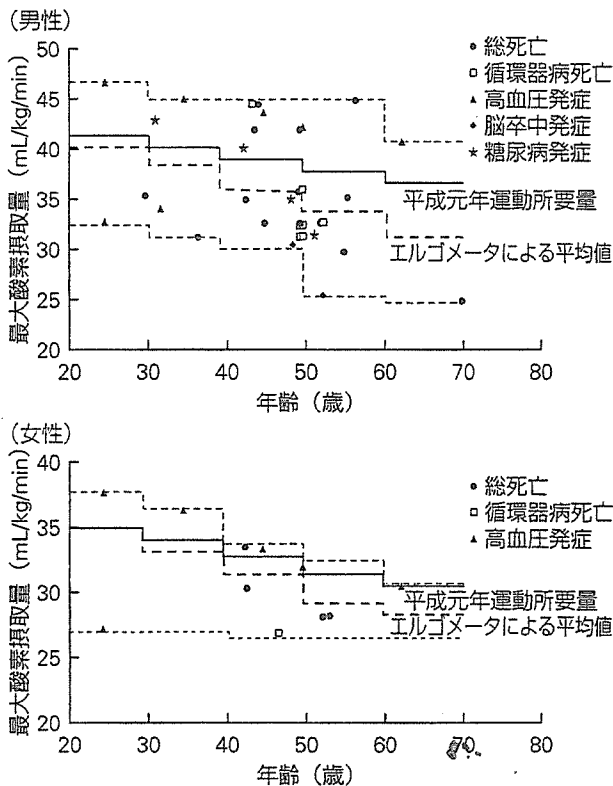


図2 最大酸素摂取量(縦軸)と年齢(横軸)の値
生活習慣病発症・死亡のリスク減少が期待できる最大酸素摂取量は、男女とも加齢により低下することがわかる。

は男女とも比較的多かったが、女性では脳卒中や糖尿病の発症をエンドポイントとした研究は見当たらなかった。

前述の手順により抽出された、最大酸素摂取量(縦軸)と年齢(横軸)の値を男女別にプロットしたものが図2である。生活習慣病発症・死亡のリスク減少が期待できる最大酸素摂取量は、男女とも加齢により低下することがわかる。加齢による低下の程度は、男性で10歳毎に約1.5mL/min/kgずつ、女性では10歳毎に約1.3mL/min/kgずつであった。厚生省が1993年に行なった調査による日本人の自転車エルゴメータ運動による最大酸素摂取量の平均値は、加齢により男女とも10歳毎に2mL/min/kgずつ低下する(図2破線)。平成元年の運動所要量では男女とも10歳毎に1mL/min/kgずつ低下する(図2実線)。

エンドポイントや最大酸素摂取量測定評価の方法の違いなどもあり、生活習慣病発症・死亡のり

表2 生活習慣病予防のために必要な最大酸素摂取量の世代別・性別の基準値と分布範囲

	20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	60歳代
男性	40 33-47	38 31-45	37 30-45	34 26-45	33 25-41
女性	33 27-38	32 27-36	31 26-33	29 26-32	28 26-30

(単位：mL/kg/min)

スク減少が期待できる最低の最大酸素摂取量は、男性で約15mL/min/kg、女性で約5～10mL/min/kgのばらつきが各世代で見られる。前述の自転車エルゴメータで測定した日本人の平均値は、男女ともにこの値のばらつきの中に含まれる(図2破線)。また、平成元年に厚生省により、健康づくりのための望ましい体力(最大酸素摂取量)の基準値が示されたが、男女ともすべての年代で、この値のばらつきの範囲内に含まれる(図2実線)。

以上のデータを要約した結果、生活習慣病発症・死亡のリスク減少が期待できる最大酸素摂取量は、世代別かつ性別に表2下段に示す範囲に分布した。この範囲は、最大酸素摂取量による生活習慣病の予防効果が、少なくともひとつの研究で明らかになった値の範囲である。これらの各性別・年代別での最低値と最高値の間に、生活習慣病予防のための最大酸素摂取量の基準値が定められることが適当である。そこで、それらの世代別・性別の平均値を求め、最大酸素摂取量の基準値とした(表2上段)。

今回の方法で抽出した最大酸素摂取量よりも低い最大酸素摂取量を有する者の死亡、もしくは生活習慣病発症のリスクは高い者の約2倍程度である。逆に高い者のリスクは低い者の約0.5倍であった。また、最大酸素摂取量が高ければ高いほどリスクが減るという結果と、もっとも低い者(下位25%)以外はリスクの低下の程度に違いがないという結果を示す文献がほぼ半々であった。したがって、個々人の最大酸素摂取量が表2の範囲よりも低い場合は、まずこの範囲に入ることを

目指す必要がある。また、基準値よりも低い場合は、基準値を目指すことを提示するものである。さらに、最大酸素摂取量が基準値および範囲より高い場合においても、体力向上による生活習慣病予防の効果が確実になるように運動・身体活動に取り組むことが望ましい。

3. 死亡リスク減少が期待できる筋力

筋力をベースラインに測定し、その後の死亡リスクの違いを前向きに比較・検討した研究が10文献みられたが、各研究で筋力の測定部位や方法が異なっていた。握力、上体起こし、腕立て伏せ、垂直跳び、10m歩行など、さまざまな筋力指標が用いられている。これらの中では握力がもっとも多用されていた。全身持久力における最大酸素摂取量のような、全身の筋力を総合的に評価できる標準的な方法が確立されていないといえる。

男性を対象とした研究では、筋力が高い者が低い者よりも有意に総死亡リスクが低いとの報告が多かったが、女性では筋力は総死亡リスクに関連しないとの報告が多かった。男女をあわせて検討した研究では、すべての研究で筋力が高い者が低い者よりも有意に総死亡リスクが低かった。

本レビューで扱った研究の筋力測定方法は多岐にわたるが、どの筋力測定値でもそれぞれの集団のおおむね平均以上の値を有する者で有意に総死亡リスクが減少した。また、骨粗鬆症・骨折の予防という観点からも、一定の筋力をもつことは重要である。

筋力・筋量は加齢により低下する。また、総死亡や骨粗鬆症に伴う骨折のリスクの減少がおおむねそれぞれの研究の集団における平均以上で見られることから、定性的ではあるが、筋力を現在の日本人の各年代の平均値以上に保つことをひとつの基準とすることは可能であると考えられる。

4. 体力と運動量・身体活動量との関係

前述の通り、全身持久力を中心とした体力が生

活習慣病のリスクに関連するという研究に加え、運動・身体活動量もこれらと関連するという研究は体力以上に多く存在する。今回と運動・身体活動量に関するレビューの結果から、体力が高いことは、運動・身体活動量が多いことと比較して、より強力に生活習慣病リスクを減少させる。運動・身体活動量の評価が質問紙などにより、体力測定と比較して再現性や妥当性が十分でないことが原因のひとつと考えられている。さらに、高強度（6METs）以上の運動の習慣的実施量は体力と関連していることから、運動習慣→体力向上→生活習慣病予防のような因果関係があることも要因と考えられる。しかしながら、体力と運動・身体活動量を同時に評価し、それぞれが独立してどの程度死亡や生活習慣病の発症に寄与するか否かについて検討した研究はきわめて少ない。

おわりに

体力と生活習慣病リスクとの関係を検討した大規模前向き縦断研究のシステマティックレビューの結果、以下のことが明らかとなった。

①生活習慣病予防のために必要な全身持久力について最大酸素摂取量を指標とし、その基準値と望ましい範囲を世代別・性別に示した。基準値あるいは範囲を上回る最大酸素摂取量を有することで、死亡ならびに生活習慣病発症のリスクを減らすことができる。

②生活習慣病予防のための筋力は、評価指標が定まっていないが、筋力を現在の日本人の各年代の平均値以上に保つことで死亡リスクを減らすことができる。

以上から、安全かつ効果的な運動指導を行なう目的に加えて、生活習慣病のリスクを知るために、正しい体力の評価が実施されることが望まれる。

[文 献]

・生活習慣病予防に必要な体力（最大酸素摂取量）決定に参考とした文献

1) Blair SN, et al.: Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and

women. *JAMA*, 252 : 487—490, 1984

- 2) Ekelund LG, et al.: Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men. The Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study. *N Engl J Med*, 319 : 1379—1384, 1988
- 3) Blair SN, et al.: Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA*, 262 : 2395—2401, 1989
- 4) Blair SN, et al.: Physical fitness and all-cause mortality in hypertensive men. *Ann Med*, 23 : 307—312, 1991
- 5) Blair SN, et al.: How much physical activity is good for health? *Annu Rev Public Health*, 13 : 99—126, 1992
- 6) Hein HO, et al.: Physical fitness or physical activity as a predictor of ischaemic heart disease? A 17-year follow-up in the Copenhagen Male Study. *J Intern Med*, 232 : 471—479, 1992
- 7) Kohl HW, et al.: Cardiorespiratory fitness, glycemic status, and mortality risk in men. *Diabetes Care*, 15 : 184—192, 1992
- 8) Blind all-cause mortality in women : do women need to be active? *J Am Coll Nutr*, 12 : 368—371, 1993
- 9) Sandvik L, et al.: Physical fitness as a predictor of mortality among healthy, middle-aged Norwegian men. *N Engl J Med*, 328 : 533—537, 1993
- 10) Sawada S, et al.: Five year prospective study on blood pressure and maximal oxygen uptake. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 20 : 483—487, 1993
- 11) Blair SN, et al.: Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA*, 273 : 1093—1098, 1995
- 12) Blair SN, et al.: Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*, 276 : 205—210, 1996
- 13) Kampert JB, et al.: Physical activity, physical fitness, and all-cause and cancer mortality : a prospective study of men and women. *Ann Epidemiol*, 6 : 452—457, 1996
- 14) Lynch J, et al.: Moderately intense physical activities and high levels of cardiorespiratory fitness reduce the risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in middle-aged men. *Arch Intern Med*, 156 : 1307—1314, 1996
- 15) Lee CD, et al.: US weight guidelines : is it also important to consider cardiorespiratory fitness? *Int J Obes Relat Metab Disord*, 22 (Suppl 2) : S2

- S7, 1998
- 16) Lee CD, et al.: Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Am J Clin Nutr*, 69 : 373—380, 1999
 - 17) Wei M, et al.: The association between cardiorespiratory fitness and impaired fasting glucose and type 2 diabetes mellitus in men. *Ann Intern Med*, 130 : 89—96, 1999
 - 18) 澤田 享ほか：日本人男性における有酸素能力と生命予後に関する縦断的研究。日公衛誌, 46 : 113—121, 1999
 - 19) Lakka TA, et al.: Cardiorespiratory fitness and the progression of carotid atherosclerosis in middle-aged men. *Ann Intern Med*, 134 : 12—20, 2001
 - 20) Laukkanen JA, et al.: Cardiovascular fitness as a predictor of mortality in men. *Arch Intern Med*, 161 : 825—831, 2001
 - 21) Farrell SW, et al.: The relation of body mass index, cardiorespiratory fitness, and all-cause mortality in women. *Obes Res*, 10 : 417—423, 2002
 - 22) Myers J, et al.: Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*, 346 : 793—801, 2002
 - 23) Carnethon MR, et al.: Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA*, 290 : 3092—3100, 2003
 - 24) Evenson KR, et al.: The effect of cardiorespiratory fitness and obesity on cancer mortality in women and men. *Med Sci Sports Exerc*, 35 : 270—277, 2003
 - 25) Gulati M, et al.: Exercise capacity and the risk of death in women : the St James Women Take Heart Project. *Circulation*, 108 : 1554—1559, 2003
 - 26) Kurl S, et al.: Cardiorespiratory fitness and the risk for stroke in men. *Arch Intern Med*, 163 : 1682—1688, 2003
 - 27) Mora S, et al.: Ability of exercise testing to predict cardiovascular and all-cause death in asymptomatic women : a 20-year follow-up of the lipid research clinics prevalence study. *JAMA*, 290 : 1600—1607, 2003
 - 28) Sawada S, et al.: Cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes : prospective study of Japanese men. *Diabetes Care*, 26 : 2918—2922, 2003
 - 29) Church TS, et al.: Exercise capacity and body composition as predictors of mortality among men with diabetes. *Diabetes Care*, 27 : 83—88, 2004
 - 30) Katzmarzyk PT, et al.: Cardiorespiratory fitness attenuates the effects of the metabolic syndrome on all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Arch Intern Med*, 164 : 1092—1097, 2004
 - 31) Stevens J, et al.: Associations of fitness and fatness with mortality in Russian and American men in the lipids research clinics study. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28 : 1463—1470, 2004
- ・健康の維持・増進に必要な体力（筋力，その他）決定に参考とした文献
- a) Fujita Y, et al.: Physical-strength tests and mortality among visitors to health-promotion centers in Japan. *J Clin Epidemiol*, 48 : 1349—1359, 1995
 - b) Nguyen TV, et al.: Risk factors for osteoporotic fractures in elderly men. *Am J Epidemiol*, 144 : 255—263, 1996
 - c) Seeley DG, et al.: Predictors of ankle and foot fractures in older women. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *J Bone Miner Res*, 11 : 1347—1355, 1996
 - d) Schroll M, et al.: Predictors of five-year functional ability in a longitudinal survey of men and women aged 75 to 80. The 1914-population in Glostrup, Denmark. *Aging (Milano)*, 9 : 143—152, 1997
 - e) Rantanen T, et al.: Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men. *J Appl Physiol*, 85 : 2047—2053, 1998
 - f) Anstey KJ, et al.: Demographic, health, cognitive, and sensory variables as predictors of mortality in very old adults. *Psychol Aging*, 16 : 3—11, 2001
 - g) Al Snih S, et al.: Handgrip strength and mortality in older Mexican Americans. *J Am Geriatr Soc*, 50 : 1250—1256, 2002
 - h) Katzmarzyk PT, et al.: Musculoskeletal fitness and risk of mortality. *Med Sci Sports Exerc*, 34 : 740—744, 2002
 - i) Lee SH, et al.: Risk factors for fractures of the proximal humerus : results from the EPIDOS prospective study. *J Bone Miner Res*, 17 : 817—825, 2002
 - j) Metter EJ, et al.: Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57 : B359—B365, 2002
 - k) Albrand G, et al.: Independent predictors of all

- osteoporosis-related fractures in healthy postmenopausal women : the OFELY study. *Bone*, 32 : 78—85, 2003
- l) specific and total mortality in older disabled women : exploring the mechanism. *J Am Geriatr Soc*, 51 : 636—641, 2003
- m) Stel VS, et al: Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. *J Clin Epidemiol*, 56 : 659—668, 2003
- n) Metter EJ, et al: Arm-cranking muscle power and arm isometric muscle strength are independent predictors of all-cause mortality in men. *J Appl Physiol*, 96 : 814—821, 2004