

日本人の最高酸素摂取量，換気性閾値および脚伸展パワーの標準値策定の試み

太田 壽城* 張 建 國* 石川 和子*
田畑 泉* 吉武 裕* 宮下 充正^{2*}

目的 職域と地域の健診時に最高酸素摂取量，換気性閾値時酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$ at Ventilatory Threshold : 以下 VT)，脚伸展パワーを測定し，健康との関連で注目されている全身持久力と筋力の指標について日本人の標準値を作成することを試みた。

方法 全国4健診施設で健診を受けた30歳代～60歳代の健常成人832人(男421人，女411人)を対象とし，同一プロトコールで最高酸素摂取量，換気性閾値時酸素摂取量および脚伸展パワーを実測した。運動負荷試験は自転車エルゴメーターを用いたランブ負荷法で実施した。

結果 1. 最高酸素摂取量は男女とも加齢とともに減少し，男では Y (ml/kg/min) = $46.6 - 0.36 \times AGE$ ($r=0.447$, $p<0.001$)，女では Y (ml/kg/min) = $35.3 - 0.23 \times AGE$ ($r=0.407$, $p<0.001$)の一次回帰式が成立した。また，男女の一次回帰式の勾配に有意 ($p<0.001$) な差が認められた。

2. VTは加齢とともに低下し，男では Y (ml/kg/min) = $22.6 - 0.13 \times AGE$ ($r=0.371$, $p<0.001$)，女では Y (ml/kg/min) = $20.0 - 0.10 \times AGE$ ($r=0.336$, $p<0.001$)の一次回帰式が成立した。加齢に伴うVTの低下はゆるやかだった。男女の一次回帰式の勾配に有意 ($p<0.001$) な差が認められた。

3. 脚伸展パワーは男女とも加齢とともに低下し，男では Y (W/kg) = $31.9 - 0.27 \times AGE$ ($r=0.539$, $p<0.001$)，女性： Y (W/kg) = $20.9 - 0.18 \times AGE$ ($r=0.510$, $p<0.001$)の一次回帰式が成立した。男女の一次回帰式の勾配に有意 ($p<0.001$) な差が認められた。

本研究の対象者は全員外見上健常で，その体格と1日の歩数は厚生省の国民栄養調査とほぼ同じ値を示した。また，本研究で得られた3つのパラメーターを個々のパラメーターを検討した先行研究と比較すると，対象に偏りが少ないと考えられる先行研究とはよく似た結果を示した。

結論 本研究で測定した最高酸素摂取量，VT，脚伸展パワーの標準値はある程度日本人の平均的な集団の値を示す可能性が高く，一般日本人の体力の評価基準として地域や職域で使用する上で，妥当かつ有用と考えられた。

Key words : 最高酸素摂取量，換気性閾値，脚伸展パワー，健常成人

I 緒 言

体力と健康に関する多くの研究によって，全身持久力と臨床検査データ¹⁾や生命予後²⁾との関係

や筋力と QOL との関係が明らかにされてきた³⁾。その結果，健康関連体力という概念が構築され，体力と健康の深い関係が従来にも増して注目されるようになった⁴⁾。

一方，日本人の全身持久力と筋力の標準値に関する先行研究^{1,5-8)}は多くのものがあるが，偏りの少ない対象について行われたものは極めて少ない。本研究では職域と地域の健診時に最高酸素摂

* 国立健康・栄養研究所

^{2*} 東洋英和女学院大学

連絡先：〒162-8636 東京都新宿区戸山 1-23-1

国立健康・栄養研究所 太田壽城

表1 対象者の身体的特徴と歩数

年齢 (歳)	男				女			
	対象者数	身長 (cm)	体重 (kg)	歩数 (歩/日)	対象者数	身長 (cm)	体重 (kg)	歩数 (歩/日)
30-39	134	170.2±5.5	67.2±9.8	8,154±2,992	132	157.9±5.1	52.8±7.3	7,211±2,954
40-49	120	168.2±6.0	65.4±7.1	7,559±3,540	108	155.8±4.6	53.8±6.7	6,691±2,761
50-59	103	165.6±5.7	65.1±7.1	8,010±3,037	98	154.3±4.0	53.6±5.5	6,718±2,813
60-69	64	164.0±5.8	62.9±8.2	7,406±3,610	73	151.1±7.8	52.3±6.4	6,196±2,984

平均値±標準偏差

取量, 換気性閾値時酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$ at Ventilatory Threshold: 以下VT), 脚伸展パワーを測定し, 健康との関連で注目されている全身持久力と筋力の指標について日本人の標準値を作成することを試みた。

II 研究方法

1. 対象者

本研究では東京都, 千葉県, 石川県および愛媛県の合計4つの健診施設において同一のプロトコールのもとにデータ収集を行った。対象者は平成5年10月から平成6年2月までの間に, 各健診施設で健康診断を受診した7つの企業の健診受診者と4つの地域の健診受診者のうち30歳代~60歳代の健康成人832人(男421人, 女411人)である(表1)。このうち, 加療中の者は78人(男47人, 女31人)であった。各集団毎に健診受診者のほぼすべてを対象とするようにした。データ収集はインフォームドコンセントを得た上で行った。

2. 体力測定

体力測定を実施した4健診施設は, 医師および運動指導者が常勤しており, 後述の測定項目を正確に測定することが可能な健診施設である。それぞれの施設で各体力測定が正確に行えるように事前に研修を行った。

最高酸素摂取量, VTの測定は自転車エルゴメーター(コンビ社製RS232C), 運動負荷コントロールシステム(フクダ電子社製ML-2000), 呼気分析器(ミナト医科学社製AeromoniterAE-280S)を用いて直線的漸増(ランプ)負荷で行った⁵⁾。対象者は1~4分間の安静の後, 準備運動として20Wの運動を1~4分行い, 引き続き, 20Wより1W3秒の割合でランプ状に負荷を漸増した。ペダルの回転数は50回転/分と一定とし

た。運動終点は心電図異常, 血圧異常上昇や胸痛等の危険な徴候が見られない限り実施者の随意的判断にまかせた。負荷テスト中は連続して心電図のモニターを行い, 心拍数, 血圧は1分毎に測定した。負荷後少なくとも1分間の回復運動(クーリングダウン)を行った。

最高酸素摂取量は運動が上記の医学的な所見によって強制的に中止されず, 対象者が最大努力を行った時に測定された酸素摂取量の最高値とした。最大努力の有無について対象者の運動負荷中のガス交換率(RER, Respiratory Exchange Ratio)について検討すると, 全体で80%以上の対象者は運動終了前1分間の平均RERが1.00を超え, 男女別では男87.2%, 女73.2%がRER1.0を超えた。VTの判定基準は日本循環器学会の基準を用いた^{5,9,10)}。すなわち, (1)VTは $\dot{V}O_2$ - $\dot{V}CO_2$ 平面での $\dot{V}O_2$ に対する $\dot{V}CO_2$ の増加開始点(V slope method)および(2) $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ の増加無しに $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ が増加開始する点, または呼気終末二酸化炭素濃度が減少せず呼気終末酸素濃度が増加する点とした。VTの測定値はVT測定に精通した専門家がチェックした。

脚伸展パワーは脚伸展パワー測定装置(コンビ社製アネロプレス)を用いて行った。測定前に対象者にストレッチ運動を行わせ, シートに深く座り, 腰部はベルトでしっかり固定した。膝の角度が直角まで, シートをスライドさせ, 両足で一気に行き出すように指示した。試行は5回, 15秒おきに行い, 高い測定値2つの平均値を各対象者の脚伸展パワー値とした。

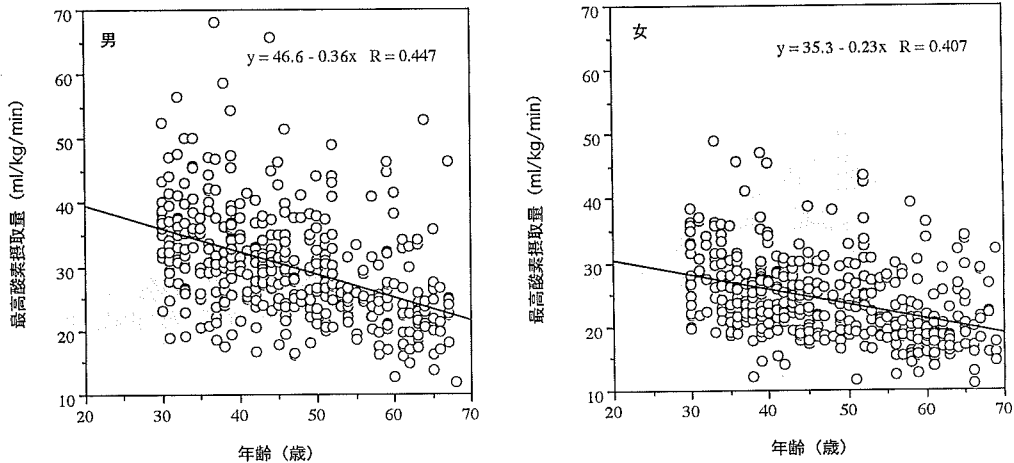
3. データの分析と統計処理

最高酸素摂取量, VT, 脚伸展パワーの平均値と標準偏差を性別, 年代層別に分析した。次に, 性別, 年代別に分布の正規性を検討した。脚伸展パ

表2 最高酸素摂取量, VT および脚伸展パワーの測定値

年齢 (歳)	最高酸素摂取量 (ml/kg/min)		VT(ml/kg/min)		脚伸展パワー (W/kg)	
	対象者数	平均値±標準偏差	対象指数	平均値±標準偏差	対象指数	平均値±標準偏差
男性						
30-39	132	34.6±8.6	122	18.2±4.2	132	22.1±5.3
40-49	117	30.3±7.1	110	16.5±3.5	119	20.3±4.8
50-59	103	27.5±6.9	98	15.3±3.1	101	17.6±4.2
60-69	62	24.1±7.7	61	14.4±2.9	64	14.1±3.2
女性						
30-39	128	27.1±6.3	121	16.3±3.4	132	14.4±3.8
40-49	106	24.3±5.3	97	15.4±3.6	107	13.2±3.3
50-59	95	22.6±6.2	86	14.2±2.6	96	11.0±3.5
60-69	72	20.8±5.5	70	13.9±3.2	71	9.4±2.5

図1 年齢と最高酸素摂取量



ワー値は男女とも各年代毎に正規分布を示したが、他の測定値は正規分布を示さなかった。したがって、体力区分の参考値はパーセンタイル値で示した。男女別に最高酸素摂取量, VT, 脚伸展パワーと年齢の一次回帰式を求めた。男女の一次回帰式の差の検定は勾配, 切片の順で共分散分析により行った。統計処理の有意水準は0.05とした。計算はすべて統計パッケージソフト SPSSを使用した。

III 研究結果

1. 最高酸素摂取量

対象832人のうち, β -ブロッカー内服者5人と

医学的な所見によって随意的最大運動まで到達しなかった者12人の合計17人を除く815人について最高酸素摂取量を検討した(表2, 図1)。最高酸素摂取量は男女とも加齢とともに減少し, 男では $Y \text{ (ml/kg/min)} = 46.6 - 0.36 \times \text{AGE}$ ($r = 0.447$, $p < 0.001$), 女では $Y \text{ (ml/kg/min)} = 35.3 - 0.23 \times \text{AGE}$ ($r = 0.407$, $p < 0.001$) の一次回帰式が成立し(図1), 一次回帰式の勾配には男女で有意な差 ($p < 0.001$) が認められた。

2. VT

最高酸素摂取量の測定ができた815人のうち, 50人についてはVTの判定ができなかった。VTの測定が可能であった765人について検討した(表

図2 年齢とVT

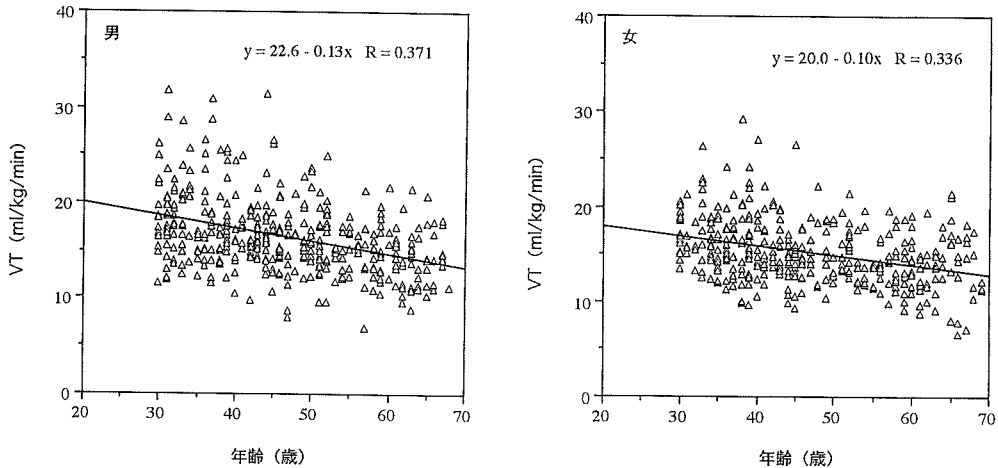
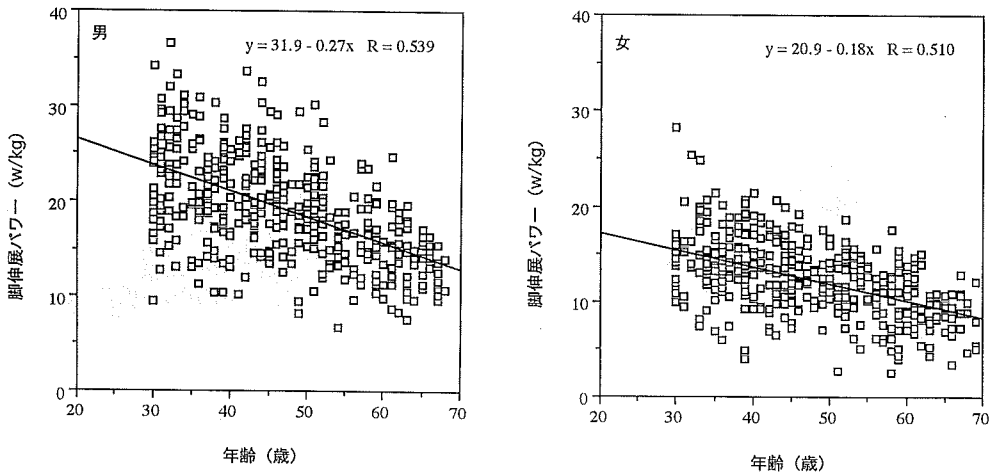


図3 年齢と脚伸展パワー



2, 図2)。VTは男女とも加齢とともに低下し、男では Y (ml/kg/min) = $22.6 - 0.13 \times \text{AGE}$, ($r = 0.371$, $p < 0.001$), 女では Y (ml/kg/min) = $20.0 - 0.10 \times \text{AGE}$ ($r = 0.336$, $p < 0.001$) の一次回帰式が成立し、一次回帰式の勾配には男女で有意な差 ($p < 0.001$) が認められた (図2)。なお、加齢に伴うVTの低下は最高酸素摂取量よりゆるやかだった。

3. 脚伸展パワー

対象者832人のうち、測定に参加しなかった者(5人)と全力が発揮できなかったと判断された者(5人)を除く822人で脚伸展パワーについて

検討した (表2, 図3)。脚伸展パワーは男女とも加齢とともに低下し、男では Y (W/kg) = $31.9 - 0.27 \times \text{AGE}$ ($r = 0.539$, $p < 0.001$), 女性: Y (W/kg) = $20.9 - 0.18 \times \text{AGE}$ ($r = 0.510$, $p < 0.001$) の一次回帰式が求められ (図3)、一次回帰式の勾配には男女で有意な差 ($p < 0.001$) が認められた。

4. 最高酸素摂取量, VT, 脚伸展パワーの加齢に伴う変化の比較

図1~3をもとに最高酸素摂取量, VT, 脚伸展パワーの低下率を40歳から60歳の中年期において比較検討した。最高酸素摂取量は男-11.2%/

表3 本研究の最高酸素摂取量と先行研究との比較

年齢(歳)	本研究		市原ら ¹⁾		循環器学会 ⁵⁾		田村 ⁸⁾	
	対象者数	平均値±標準偏差	対象者数	平均値±標準偏差	対象者数	平均値±標準偏差	対象者数	平均値±標準偏差
男性								
30-39	132	34.6±8.6			35	29.7±6.8**	134	32.0±6.9**
40-49	117	30.3±7.1	100	31.6±5.4	52	27.4±5.8*	153	28.8±5.4*
50-59	103	27.5±6.9	99	29.9±5.2*	30	25.9±4.7	102	26.2±5.4
60-69	62	24.1±7.7	39	27.2±4.3*	21	29.5±4.4*	44	26.2±5.5
女性								
30-39	128	27.1±6.3			23	27.3±6.1	216	26.1±4.8
40-49	106	24.3±5.3	70	26.0±4.1*	14	23.6±4.7	284	24.6±4.6
50-59	95	22.6±6.2	107	24.3±4.7*	27	23.8±4.3	205	22.3±4.1
60-69	72	20.8±5.5	42	23.1±4.0**	20	22.7±4.5	53	20.5±4.0

* : p<0.05, ** : p<0.01

表4 本研究のVTと先行研究との比較

年齢(歳)	本研究		三浦 ⁶⁾		田村 ⁸⁾		循環器学会 ⁵⁾		市原ら ¹⁾	
	対象者数	平均値±標準偏差	対象者数	平均値±標準偏差	対象者数	平均値±標準偏差	対象者数	平均値±標準偏差	対象者数	平均値±標準偏差
男性										
30-39	122	18.2±4.2	52	16.3±3.3**	134	19.3±5.0	33	16.1±3.1*		
40-49	110	16.5±3.5	59	14.7±3.0**	153	17.4±3.8*	52	15.1±3.0*	100	16.6±3.8
50-59	98	15.3±3.1	70	13.6±2.1**	102	16.2±3.6	30	15.3±2.9	99	15.4±3.7
60-69	61	14.4±2.9	39	13.1±2.3*	44	15.9±3.6*	20	17.5±2.9**	39	13.9±2.5
女性										
30-39	121	16.3±3.4	41	14.3±2.3**	216	16.9±3.5	21	16.6±3.6		
40-49	97	15.4±3.6	59	13.4±2.5**	284	15.8±3.3	15	16.2±2.2	70	12.7±2.5**
50-59	86	14.2±2.6	72	12.4±1.7**	205	14.5±2.8	26	16.0±2.6**	107	12.1±3.2**
60-69	70	13.9±3.2	39	11.8±1.6**	53	13.6±3.2	20	15.5±1.8*	42	12.5±2.6*

* : p<0.05, ** : p<0.01

10年, 女—9.1%/10年, VTは男—7.5%/10年, 女—6.3%/10年, 脚伸展パワーは男—14.1%/10年, 女—13.2%/10年であった。すなわち男女ともVTでは最高酸素摂取量, 脚伸展パワーに比較して加齢に伴う低下率が小さかった。

IV 考察

体力の標準値を作成しようとする場合には, 対象者の偏りをできるかぎり少なくする必要がある。健診センターの希望者や健康センターの会員

等を対象とする場合には, 健康志向が強く一定の体力水準がある対象者の割合が高くなる傾向にある⁸⁾。また, 高齢者の体力測定を行う場合, その体力測定の平均値は中年を対象とした測定値を上回る場合もみられる⁵⁾。その理由として体力測定に参加する高齢者が運動習慣を持つ者や体力に自信のある者が多い事があげられる。

本研究は職域と地域の健診時に行われ, データは4都県の7つの企業と4つの地域の健診受診者から得た。同時に測定した身長, 体重および3日

間の平均歩数を性・年代別に検討すると、どの性・年代においてもそれぞれの平均値は同時期に行われた厚生省の国民栄養調査¹¹⁾の結果と大差が見られなかった(平均値の差は60歳代男性で身長2.5 cm, 体重3.0 kg, 歩数588歩/日とそれぞれの差が最大)。また、愛知県の健診センター受診者(約26,000人)のデータと身長および体重を比較すると性・年代でほとんど差が見られなかった(平均値の差は60歳代女性で身長1.1 cm, 40歳代男性で体重1.0 kgとそれぞれの差が最大)¹²⁾。以上の理由により本研究の対象者はその体格と歩数からみれば日本の平均的な集団から大きく偏っていないと考えられた。

1. 最高酸素摂取量

最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) は全身持久性の能力の有力な指標として用いられ、持久性競技種目のスポーツ選手だけでなく、外見上健常者の体力レベルの評価にも重要と考えられている¹⁾。しかし最大酸素摂取量の測定は対象者の最大努力が求められるため、高齢者を含む外見上健常者を対象した場合には最大酸素摂取量の測定は困難な場合が多い。そのような理由から、外見上健常者を対象とした研究では、随意的最大運動時に測定した酸素摂取量を最高酸素摂取量として表わしているものが多い^{5,13~17)}。

本研究の結果と自転車エルゴメーター運動負荷を用いた先行研究の結果とを比較し、有意差の検定も行った(表3)。性・年代別にみると本研究

表5 本研究の脚伸展パワーと先行研究との比較

年齢(歳)	本研究		平野ら ⁷⁾	
	対象者数	平均値±標準偏差	対象者数	平均値±標準偏差
男性				
30-39	132	22.1±5.3	71	20.9±3.6
40-49	119	20.3±4.8	75	18.6±3.2**
50-59	101	17.6±4.2	34	17.0±3.3
60-69	64	14.1±3.2	23	13.9±2.7
女性				
30-39	132	14.4±3.8	50	14.1±3.2
40-49	107	13.2±3.3	67	12.5±2.9
50-59	96	11.0±3.5	30	11.8±2.6
60-69	71	9.4±2.5	19	9.7±2.2

*: p<0.05, **: p<0.01

の男性の酸素摂取量は循環器学会と田村の先行研究^{5,8)}より有意に高値を示したが、市原らの先行研究¹⁾より有意に低値を示した。市原らの先行研究は健診センターで希望者のみ対象としたため、特に60歳代でその体力レベルが平均的日本人より高かった可能性がある。また、最高酸素摂取量が増加とともに高くなる傾向が示された研究もあったが⁵⁾、本研究ではそのような現象はみられなかった。その理由の1つとして、本研究の対象者の歩数が50代(男8,010歩/日, 女6,718歩/日)より

表6 最高酸素摂取量, VT および脚伸展パワーのパークンタイル値

年齢(歳)	最高酸素摂取量 (ml/kg/min)		VT (ml/kg/min)		脚伸展パワー (W/kg)	
	30パーセント タイル値	70パーセント タイル値	30パーセント タイル値	70パーセント タイル値	30パーセント タイル値	70パーセント タイル値
	男性					
30-39	30.4	37.6	15.6	19.7	19.1	25.0
40-49	27.0	32.7	15.0	17.6	17.7	22.4
50-59	23.9	29.6	13.5	16.7	15.3	19.8
60-69	20.1	25.1	12.8	15.7	12.2	15.5
女性						
30-39	23.1	29.5	14.7	18.2	12.5	15.8
40-49	21.3	26.4	13.9	16.3	11.5	14.9
50-59	19.3	24.8	13.0	15.3	9.5	13.4
60-69	17.6	21.7	12.8	15.3	8.3	10.7

60代(男7,406歩/日,女6,196歩/日)で減少している事があげられる(表1)。一方,女性については,本研究の結果は循環器学会の結果および田村の結果とはほぼ一致していた。

2. VT

VTは運動強度を最大まで上げずに,安全に全身持久力を評価できる指標として注目されてきた^{1,5,6,8)}。日本人のVTに関する先行研究には,年齢の増加につれてVT時の酸素摂取量の値が低下する傾向を示す研究もあれば,逆に60代で増加する傾向が見られる研究もある^{1,5)}。本研究ではVTは男女とも加齢とともにゆるやかな低下が示され,先行研究にも同じような傾向が見られるものが多い^{6,8)}。

また,本研究と先行研究のVTを性・年代別に比較すると,本研究の結果は男女とも4つの先行研究の中で中間的な値を示し,男性は市原らの研究,女性は田村の結果とほぼ一致していた(表4)。各研究が異なる値を示す原因として対象の偏り,測定機器,各研究におけるVTを判断する基準の差異等があげられる。本研究では比較的均一な職域と地域の対象を測定し,VTの判断においては,まず統一の基準を設けて各測定施設の測定者がVTを判断し,VT測定に精通した専門家が再度チェックした。したがって,得られたVTは信頼性の高い値と考えられる。

3. 脚伸展パワー

一定の筋力水準は特に高齢者では自立した生活を営むために極めて重要である^{3,10)}。脚伸展パワーは脚筋力を実測する有力な指標として評価されてきた⁷⁾が,日本人の脚伸展パワーの標準値に関する先行研究は極めて少ない。平野らは東京都内に在住あるいは東京近郊の製造会社に勤務する健康成人519人について脚伸展パワーを測定した⁷⁾。性・年代別に本研究と平均値を比較すると比較的よく似た結果が認められた(表5)。その理由として,平野らの対象が本研究と同様に地域と職域の健康成人からなっている事が考えられる。

4. 最高酸素摂取量,VT,脚伸展パワーの加齢に伴う変化の比較

最高酸素摂取量,VT,脚伸展パワーの低下率を40歳から60歳の間で比較すると,最高酸素摂取量は男—11.2%/10年,女—9.1%/10年,VTは男—7.5%/10年,女—6.3%/10年,脚伸展パワーは

男—14.1%/10年,女—13.2%/10年であった。低下率を先行研究で算出すると,Posnerらは最高酸素摂取量が男—9.4%/10年,女—9.8%/10年,VTが男—4.6%/10年,女—4.7%/10年²¹⁾,田村は最高酸素摂取量が男—8.9%/10年,女—6.5%/10年,VTが男—8.3%/10年,女—5.8%/10年と報告した⁸⁾。また,平野らは男—11.2%/10年,女—9.9%/10年⁷⁾と報告した。Posnerらと平野らの結果は,VTの低下率が最高酸素摂取量,脚伸展パワーの低下率より小さいという本研究の結果を支持するものであった。VTは中等度の強度の運動やトレーニングで増加するとの報告がある^{19,20)}。加齢に伴うVTの低下がゆるやかな理由として,日常での生活活動を維持するだけでVTの低下が抑制される可能性が考えられる²¹⁾。一方,田村の結果は最高酸素摂取量とVTの低下率の比較では必ずしも本研究と一致していなかった。今後,偏りの少ない中高年を含む対象での研究が重要となろう。

健康保持・増進を目的とした運動指導が職域や地域において実施され,運動指導のプログラム作成や指導効果の評価をするために,健康と関連するとされている体力について,日本人の標準値が必要とされている。本研究は全国4ヶ所の健診施設で健診をうけた7つの職域と4つの地域の外見上健康人832人を対象に,最高酸素摂取量,VT,脚伸展パワーを実測した。本研究の対象者の体格と1日の歩数は厚生省の国民栄養調査の平均値とほぼ同じ値を示し,得られた3つのパラメーターを先行研究で報告された値と比較すると,対象に偏りが少ないと考えられる先行研究とよく一致していた。したがって本研究で測定した最高酸素摂取量,VT,脚伸展パワーの標準値はある程度日本人の平均的な集団の値を示す可能性が高く,一般日本人の体力の評価基準として地域や職域で使用する上で,妥当かつ有用と考えられた。本研究の対象者を体力測定値で3~4等分すると,冠動脈性心疾患危険因子の平均値と異常率に有意差がみられた。しかし,本研究の対象者数は性・年齢別では61~132と必ずしも多くないため,表6に最高酸素摂取量,VT,脚伸展パワーの30および70パーセンタイル値を参考値として示した。

本研究の対象者は性・年代別にみると100人前後で,対象者の抽出は無作為には行われていなか

った。日本人の体力の標準値やその評価基準を決定するには、さらに対象者数を増やし、その偏りをより少なくし、統一プロトコールによる共同研究が必要と考えられる。

本研究は平成5年度老人保健健康増進等事業として行われた。本研究を企画された健康保険組合連合会および健康・体力づくり事業財団の関係者と検討委員の方々に深謝すると共に、本研究において測定の実施にご協力いただいた各施設のスタッフに謝意を表す。

(受付 '98. 6.22)
(採用 '99. 2.15)

文 献

- 1) 市原義雄, 安野尚史, 大熊 攻, 他. 中高年の Aerobic power と冠動脈疾患危険因子との関連. 日健診誌 1994; 21: 110-117.
- 2) Blair SN, Kohl HW, Paffenbarger RS, et al. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of health men and women. J.A.M.A. 1989; 262(17): 2395-2401.
- 3) Wolfson L, et al. Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. J. Gerontol. Series A. 1995; 50A: 64-67.
- 4) 田畑 泉. 健康に関連する体力. 体育の科学. 1997; 47: 852-857.
- 5) 日本循環器学会・運動に関する診療基準委員会. 日本人の運動時呼吸循環指標の標準値. Jpn. Circ. J. 1992; 56: 1514-1523.
- 6) 三浦孝仁. 日本人の換気性閾値—健康づくりの運動処方方の指標として—. 日本公衛誌 1995; 43: 220-230.
- 7) 平野裕一, 野口秋実, 宮下充正. 加齢にともなう脚伸展パワー値の変化とその評価. 体力科学 1994; 43: 113-120.
- 8) 田村真一. 一般成人における自転車エルゴメーターを負荷法とした換気閾値と最大有酸素性パワーの年齢別標準値. 体育科学 1997; 25: 150-159.
- 9) Wasserman K. The anaerobic threshold measurement to evaluate exercise performance. Am. Rev. Respir. Dis. 1984; 129: suppl S35-S40.
- 10) Beaver WL, Wasserman K, Whipp RJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. J. Appl. Physiol. 1986; 60(6): 2020-2071.
- 11) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修. 国民栄養の現状—平成5年国民栄養調査成績—. 東京: 第1出版, 1995; 146.
- 12) 愛知県総合保健センター. 愛知県総合保健センター年報. 1994; 23: 34-35.
- 13) Meyer K, Hajric R, Samek L, et al. Cardiopulmonary Exercise Capacity in Healthy Normal of Different Age. Cardiology 1994; 85: 341-351.
- 14) Coggan AR, Kohrt WM, Spina RJ, et al. Plasma glucose kinetics during exercise in subjects with high and low lactate thresholds. J. Appl. Physiol. 1992; 73(5): 1873-1880.
- 15) Toth MJ, Goran MI, Ades PA, et al. Examination of data normalization procedures for expression peak $\dot{V}O_2$ data. J. Appl. Physiol. 1993; 75(5): 2288-2292.
- 16) Rowell LB. Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. 1974. Physiol. Rev. 54: 75-103.
- 17) Mutton DL, Loy SF, Rogers DM, et al. Effect of run vs combined cycle/run training on $\dot{V}O_2$ max and running performance. Med. Sci. Sports Exerc. 1993; 25: 1393-1397.
- 18) Buchner DM, Gress ME, Lateur BJ, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. 1997; J. Gerontol. Med. Sci. 52A(4): M218-M224.
- 19) Davis JA, Frank MH, Whipp BJ, et al. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. J. Appl. Physiol. 1979; 46(6): 1039-1046.
- 20) Poole DC, Gaesser GA. Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. 1985; J. Appl. Physiol. 58(4): 1115-1121.
- 21) Posner JD, Gorman KM, Klein HS, et al. Ventilatory threshold: measurement and variation with age. J. Appl. Physiol. 1987; 63(4): 1519-1525.

PEAK OXYGEN UPTAKE, VENTILATORY THRESHOLD AND LEG EXTENSION POWER IN APPARENTLY HEALTHY JAPANESE

Toshiki OHTA*, Jianguo ZHANG*, Kazuko ISHIKAWA*,
Izumi TABATA*, Yutaka YOSHITAKE*, Mitsumasa MIYASHITA^{2*}

Key words: Peak oxygen uptake, Ventilatory threshold, Leg extension power, Apparently healthy Japanese

Peak oxygen uptake, ventilatory threshold (VT) and leg extension power were measured in 832 apparently healthy subjects (421 males, 411 females) aged 30~60 decades who performed medical examination at 4 health check up facilities.

1) Peak oxygen uptake was greater in male than female, and decreased with age in both sexes. Single regression formula on age were Y (ml/kg/min) = $46.6 - 0.36 \times \text{AGE}$, ($r=0.447$, $p<0.001$) in male and Y (ml/kg/min) = $35.3 - 0.23 \times \text{AGE}$, ($r=0.407$, $p<0.001$) in female.

2) VT was greater in male than female, and less decreased with age compared to maximal aerobic power. Single regression formula on age were Y (ml/kg/min) = $22.6 - 0.13 \times \text{AGE}$, ($r=0.371$, $p<0.001$) in male, Y (ml/kg/min) = $20.0 - 0.10 \times \text{AGE}$, ($r=0.301$, $p<0.001$) in female.

3) Leg extension power was greater in male than female, and decreased with age in both sexes. Single regression formula on age were Y (W/kg) = $31.9 - 0.27 \times \text{AGE}$, ($r=0.539$, $p<0.001$) in male and Y (W/kg) = $20.9 - 0.18 \times \text{AGE}$, ($r=0.510$, $p<0.001$) in female.

Subjects in the present study showed height, weight and walk steps per day similar to those in National Nutrition Survey. Comparison of Peak oxygen uptake, ventilatory threshold and leg extensor power to previous studies revealed that these parameters were quite similar to the counterparts in the previous studies with less selection bias.

It was suggested that subjects in this study were quite similar to normal Japanese population, and that Peak oxygen uptake, VT and leg extension power in the present study were of value for the evaluation of health related fitness in community and workplace.

* The National Institute of Health and Nutrition

^{2*} Toyo Eiwa Women's University