

【原 著】

「健康づくりのための運動基準 2006」における
「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値と生命予後の関係：
日本人男性労働者を対象にしたコホート研究

澤田 亨¹⁾ 宮地 元彦²⁾ 田中 茂穂²⁾ 高田 和子³⁾
田畑 泉⁴⁾ 種田 行男⁵⁾ 小熊 祐子⁶⁾ 宮武 伸行⁷⁾
岡本 隆史¹⁾ 塚本 浩二¹⁾

1) 東京ガス株式会社安全健康・福利室 2) 国立健康・栄養研究所健康増進研究部
3) 国立健康・栄養研究所栄養教育研究部 4) 立命館大学スポーツ健康科学部
5) 中京大学情報理工学部 6) 慶應義塾大学スポーツ医学研究センター 7) 香川大学医学部

【要約】目的：厚生労働省は「健康づくりのための運動基準 2006」の中で「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲を示している。しかしながら、この値や範囲と生命予後の関係について疫学的な検討を行った研究は見当たらない。そこで、本研究はこれらの値や範囲と生命予後の関係を明らかにすることを目的に、コホート研究のデータを解析した。

方法：本研究の対象者は日本人男性労働者 8,935 人であり、年齢の中央値および四分位範囲は 35 (29~43) 歳であった。1982 年から 1988 年の間に実施した自転車エルゴメータを用いた最大下運動負荷テストの結果から最大酸素摂取量を推定した。対象者を「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲を用いて各年代別に「範囲以下」群 (I 群)、「範囲の下限から基準値以下」群 (II 群)、「基準値から範囲の上限以下」群 (III 群)、「範囲の上限超」群 (IV 群) の 4 群に分類した後、2003 年 6 月 30 日までの死亡情報を確認した。各群別に死亡の相対危険度を算出するために比例ハザードモデルを用いた。そして、年齢、BMI、収縮期血圧、飲酒習慣、喫煙習慣を調整した多変量調整ハザード比および 95% 信頼区間を求めた。

結果：観察期間中に 360 人が死亡した。I 群を基準にした場合の II 群、III 群、IV 群の多変量調整ハザード比および 95% 信頼区間は 0.76 (0.58-0.99)、0.59 (0.43-0.80)、0.80 (0.49-1.31) であった (トレンド検定：p=0.009)。

結論：日本人男性労働者において「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値を上回る最大酸素摂取量を持つ群は総死亡リスクが低いことが示された。

Key words：運動負荷テスト、最大酸素摂取量、疫学研究、相対危険度、運動基準

1. 緒 言

2006 年、厚生労働省は 1989 年に発表した「健康づくりのための運動所要量」を 17 年ぶりに改定し、「健康づくりのための運動基準 2006～身体活動・運動・体力～」を発表した¹⁾。この基準では、体力と生活習慣病あるいは生命予後の関係について調査した論文をシステムティックレビューして、

「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲を示している。システムティックレビューに採用された研究の多くは欧米人を対象に実施された研究であり、それらの論文から得られた基準値および範囲が日本人の生活習慣病罹患や生命予後とどのような関係にあるか、日本人を対象に評価を行うことが重要であり、これまでいくつかの報告がなされている²⁻⁴⁾。しかしながら、この値や範囲と生命予後の関係について日本人を対象に疫学的な検討を行った研究は見当たらない。また、「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲を国内に普及させるにあたって、日本人を対象に本基準や範囲と生命予後の関係を明

連絡先：澤田 亨，東京ガス株式会社安全健康・福利室，〒105-8527 東京都港区海岸 1-5-20, s-sawada@Tokyo-gas.co.jp

投稿日：2012 年 1 月 6 日，受理日：2012 年 3 月 2 日

らかにしておくことは重要であると考えられる。そこで、本研究は日本人を対象に「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲と生命予後の関係を明らかにすることを目的にコホート研究のデータを解析した。

2. 研究方法

2-1. 対象者

本研究は、首都圏に都市ガスを供給する会社である東京ガス株式会社の社員を対象に実施された。対象者は、1982年3月末時点において東京ガス株式会社に在席していた12,899人(男性:11,978人, 女性:921人)から選定された。女性は人数が少ないことから本研究の対象から除いた。また、1982年から1988年の間に実施した健康診断において循環器系疾患、がん、糖尿病、消化器系疾患あるいは結核と判定された対象者を除いた(1,162人)。更に、運動負荷テストに先立って実施した問診において内科的もしくは整形外科的疾患があると答えた対象者を除いた(1,777人)。加えて、「健康づくりのための最大酸素摂取量」の年代別基準値は20歳未満の基準値が示されていないことから20歳未満の社員(104人)を対象から除いた。最終的に本研究の対象者は、8,935人の男性労働者(年齢:20~59歳)となった。

本研究は労働安全衛生法に基づくとともに、疫学研究に関する倫理指針(文部科学省, 厚生労働省)を遵守して実施された。

2-2. 定期健康診断

対象者は労働安全衛生法に基づき定期健康診断を受診した。健康診断結果から身長、体重、安静時血圧値を解析に用いた。身長、体重の測定から、Body Mass Index (BMI: 体重[kg]/身長[m]²)を求め、体格の指数とした。安静時血圧は、椅子座位で3分以上の安静の後、水銀血圧計によって計測した。血圧値が高い場合には複数回計測して低い値を採用した。また、自己記入式質問票を用いて飲酒習慣および喫煙習慣を確認した。

2-3. 運動負荷テスト

最大下運動負荷テストを実施して最大酸素摂取量を推定した。運動負荷は、モナーク社製自転車エルゴメータを用いて各段階4分間の最大下負荷を最大で3段階かけた。1段階目の負荷は年齢別に19~29歳, 30~39歳, 40~49歳, 50~59歳それぞれ600 kilopond meter (kpm), 525 kpm, 450 kpm, 375 kpmであった。2段階目以降は年齢に関係なく225 kpm増加させた。年齢から推定した最大心拍数(220-年齢)の85%を目標心拍数に設定し、目標心拍数に到達した者はその時点で運動負荷テストを中止した。最終段階の最後の1分間から得られた仕事量と最後の10秒間から得られた心拍数からÅstrandとRyhmingのノモグラム⁵⁾とÅstrandの年齢補正係数⁶⁾を用いて最大酸素摂取量を推定した。

2-4. ベースライン調査および追跡調査

対象者が1982年から1988年の間で定期健康診断と最大下運動負荷テストを最初に同じ年に受けた際のデータを、追跡開始前の値(ベースラインデータ)として採用した。そして、2003年6月30日までの死亡情報を確認した。在職者の死亡については、人事情報をもとに、医療スタッフが死亡者の所属する職場総務担当者に対する電話聞き取り調査によって死因を確認した。退職後の死亡については、退職者で組織された会の事務局による家族に対する電話聞き取り調査によって死因を確認した。退職時に退職者で組織された会に入会しなかった311人(3.4%)については、死亡の記録を把握できないことから、退職時点で観察打ち切りとした。追跡期間中の全死亡者について、死因をICD-10(International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, Tenth Revision)の死因分類表に従って分類した。

2-5. 解析方法

対象者を、「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲(表1)を用いて、各年代別に「範囲以下」群(I群),「範囲の下限から基準

表1 健康づくりのための最大酸素摂取量の基準値および範囲(男性)

	20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	60歳代
基準値	40	38	37	34	33
範囲	33 - 47	31 - 45	30 - 45	26 - 45	25 - 41

値以下」群(Ⅱ群),「基準値から範囲の上限以下」群(Ⅲ群),「範囲の上限超」群(Ⅳ群)の4群に分類した。分類した群間の身体的特徴については,連続数は一元配置分散分析,飲酒率および喫煙率についてはKruskal-Wallis testを用いて群間の差を検討した。

各群別に死亡の相対危険度を算出するために比例ハザードモデルを用いた。そして,年齢調整ハザード比および95%信頼区間を求めた。更に年齢以外の交絡因子として,BMI(連続数),収縮期血圧(連続数),飲酒習慣(非飲酒・アルコール45g/日以下・46g/日以上),喫煙習慣(非喫煙もしくは禁煙,20本/日未満,20本/日以上)のベースラインデータを調整した多変量調整ハザード比および95%信頼区間を求めた。また,最大酸素摂取量と生命予後の間に量反応関係があるかどうかについてトレンド検定を行った。

統計解析には,SPSS 15.0J for Windows (SPSS, Chicago, IL)を使用した。有意水準はp値を0.05として,p値がこれより小さければ統計的に有意と判定した。

3. 結 果

年代別にみた追跡開始時点における対象者の身体的特徴を表2に示した。年齢の中央値は35歳であった。最大酸素摂取量や喫煙率は年代が高いほど低い値を示していた。一方,拡張期血圧については年代が高いほど高い値を示していた。飲酒率については年代が高いほど高い値を示しているが,50歳代は20歳代と同じような値を示していた。また,BMIや収縮期血圧については年代との明確な関係は認められなかった。これらの対象者を約20年追跡した結果,360人が死亡した。死因の内訳はがん(ICD:2000-2202)が185人,循環器疾患(ICD:9000-9500)が91人,その他(79人),不明(5人)であり,死因の51%をがん死亡が占めていた。

表3に,「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲を基に分類した群別にみた対象者の身体的特徴を示した。Ⅱ群とⅢ群に60%以上が含まれ,Ⅰ群は18.0%,Ⅳ群は9.7%であった。Ⅰ群からⅣ群に向けてBMI,収縮期血圧,拡張期血圧が低い値を示していた。飲酒率や喫煙率につ

表2 年代別にみた追跡開始時点における対象者の身体的特徴

	人数 (人)	年齢 ^{a)} (歳)	BMI ^{b)} (kg/m ²)	最大酸素摂取量 ^{b)} (ml/kg/分)	収縮期血圧 ^{b)} (mmHg)	拡張期血圧 ^{b)} (mmHg)	飲酒率 (%)	喫煙率 (%)
全年代	8,935	35 (29-43)	22.7 ± 2.5	36.9 ± 6.8	124.3 ± 12.1	73.6 ± 10.7	72.9	63.6
20-29歳	2,663	27 (25-28)	22.3 ± 2.5	40.4 ± 6.8	125.2 ± 11.4	69.6 ± 11.0	69.8	71.2
30-39歳	3,035	34 (32-36)	22.8 ± 2.5	36.8 ± 6.4	124.0 ± 12.2	73.0 ± 10.4	74.6	64.4
40-49歳	2,295	43 (41-46)	22.9 ± 2.4	34.4 ± 6.0	123.2 ± 12.3	76.8 ± 9.6	75.1	55.6
50-59歳	942	53 (51-55)	22.7 ± 2.7	33.2 ± 5.8	125.7 ± 13.1	78.7 ± 9.1	70.8	58.7

a) 中央値(四分位範囲) b) 平均値±標準偏差

表3 「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲を基に分類した群別にみた対象者の身体的特徴

	人数 (人)	年齢 (歳)	BMI (kg/m ²)	最大酸素摂取量 (ml/kg/分)	収縮期血圧 (mmHg)	拡張期血圧 (mmHg)	飲酒率 (%)	喫煙率 (%)
Ⅰ群 ^{a)}	1,611	37.7 ± 7.9	24.2 ± 2.6	28.4 ± 2.8	127.3 ± 12.1	77.0 ± 9.9	72.7	62.2
Ⅱ群 ^{b)}	3,753	36.9 ± 9.3	23.0 ± 2.4	34.5 ± 2.8	124.8 ± 11.9	74.4 ± 10.5	74.1	64.3
Ⅲ群 ^{c)}	2,702	36.0 ± 9.3	21.8 ± 2.2	40.9 ± 2.7	122.8 ± 12.3	72.0 ± 10.6	71.5	63.8
Ⅳ群 ^{d)}	869	31.4 ± 7.9	21.3 ± 2.0	50.4 ± 4.5	121.4 ± 11.6	68.7 ± 11.0	72.5	62.5
p値 ^{e)}	—	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.002	0.027

a) Ⅰ群:範囲以下 b) Ⅱ群:範囲の下限から基準値以下 c) Ⅲ群:基準値から範囲の上限以下 d) Ⅳ群:範囲の上限超

e) 一元配置分散分析もしくはKruskal-Wallis test

いては一定の傾向を示さなかった。

「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲を基に分類した群別にみた総死亡の年齢調整および多変量調整ハザード比を表4に示した。I群を基準にした場合のII群, III群, IV群の多変量調整ハザード比および95%信頼区間は0.76 (0.58-0.99), 0.59(0.43-0.80), 0.80(0.49-1.31)であり, 各群と総死亡の間に統計的に有意な負の量反応関係が認められた (p = 0.009)。I群と比較

して, 「健康づくりのための最大酸素摂取量」範囲内であるII群およびIII群はいずれも統計的に有意に低いハザード比を示した。また, 範囲内であっても最大酸素摂取量がより高いIII群はII群と比較して統計的に有意に低いハザード比 (0.73[0.56-0.96]) を示した。一方, IV群については明確な関係を示さなかった。

死因をがんおよび循環器疾患に限定して各群と死亡の関係を調査した結果を, 表5に示した。「健

表4 「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲を基に分類した群別にみた総死亡のハザード比

	人数	追跡人年	死亡者数	10,000人年 当たりの死亡者数	年齢調整 ハザード比	95%信頼区間	多変量調整 ハザード比 ^{e)}	95%信頼区間
I群 ^{a)}	1,611	32,238	84	26	1.00	—	1.00	—
II群 ^{b)}	3,753	75,814	164	22	0.78	0.60 - 1.01	0.76	0.58 - 0.99
III群 ^{c)}	2,702	54,756	90	16	0.63	0.47 - 0.85	0.59	0.43 - 0.80
IV群 ^{d)}	869	17,595	22	12	0.84	0.53 - 1.35	0.80	0.49 - 1.31
					p = 0.017 ^{f)}		p = 0.009 ^{f)}	

a) I群: 範囲以下 b) II群: 範囲の下限から基準値以下 c) III群: 基準値から範囲の上限以下 d) IV群: 範囲の上限超
e) 調整項目: 年齢, BMI, 収縮期血圧, 飲酒習慣, 喫煙習慣
f) トレンド検定

表5 「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲を基に分類した群別にみたがんおよび循環器死亡のハザード比

	人数	追跡人年	死亡者数	10,000人年 当たりの死亡者数	年齢調整 ハザード比	95%信頼区間	多変量調整 ハザード比 ^{e)}	95%信頼区間
がん死亡								
I群 ^{a)}	1,611	32,238	39	12	1.00	—	1.00	—
II群 ^{b)}	3,753	75,814	92	12	0.92	0.63 - 1.34	0.87	0.59 - 1.28
III群 ^{c)}	2,702	54,756	43	8	0.64	0.41 - 0.98	0.57	0.36 - 0.90
IV群 ^{d)}	869	17,595	11	6	0.93	0.48 - 1.83	0.85	0.42 - 1.70
					p = 0.094 ^{f)}		p = 0.046 ^{f)}	
循環器死亡								
I群 ^{a)}	1,611	32,238	26	8	1.00	—	1.00	—
II群 ^{b)}	3,753	75,814	37	5	0.55	0.33 - 0.90	0.58	0.35 - 0.97
III群 ^{c)}	2,702	54,756	24	4	0.52	0.30 - 0.91	0.55	0.31 - 1.00
IV群 ^{d)}	869	17,595	4	2	0.52	0.18 - 1.51	0.57	0.20 - 1.74
					p = 0.040 ^{f)}		p = 0.082 ^{f)}	

a) I群: 範囲以下 b) II群: 範囲の下限から基準値以下 c) III群: 基準値から範囲の上限以下 d) IV群: 範囲の上限超
e) 調整項目: 年齢, BMI, 収縮期血圧, 飲酒習慣, 喫煙習慣
f) トレンド検定

康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲を基に分類した各群とがん死亡の関係について評価したトレンド検定は、統計的に有意な負の関係を示したが、個々の群別にみると、Ⅲ群のみⅠ群より有意に低いハザード比を示していた。一方、循環器疾患による死亡については、年齢調整ハザード比に関するトレンド検定の結果は統計的に有意な負の関係を示していたが（トレンド検定： $p = 0.040$ ）、年齢以外の交絡因子を調整すると両者の関係が弱くなった（トレンド検定： $p = 0.082$ ）。多変量調整ハザード比について個々の群別にみると、Ⅰ群と比較してⅡ群のみ統計的に有意に低いハザード比を示していた。

ベースライン調査時に顕在化していなかった潜在的疾患が原因で低い最大酸素摂取量を示した人たちが存在し、因果の逆転バイアスをもたらす可能性がある。そこで追跡開始6年以降の打ち切りデータのみを利用した解析を行ったが（対象：8,854人）、全データを用いた解析と同様の結果であり、Ⅰ群を基準にした場合のⅡ群、Ⅲ群、Ⅳ群における総死亡の多変量調整ハザード比および95%信頼区間は0.75(0.57-0.99)、0.59(0.43-0.82)、0.73(0.43-1.22)であった（トレンド検定： $p = 0.006$ ）。

4. 考 察

本研究は、厚生労働省が2006年に発表した「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲と生命予後の関係について日本人男性労働者を対象に疫学的に調査した。20年間の追跡期間中、360人が死亡した。「基準値の範囲以下群(Ⅰ群)」と比較して、「健康づくりのための最大酸素摂取量」範囲内である「範囲の下限から基準値以下の群(Ⅱ群)」および「基準値から範囲の上限以下の群(Ⅲ群)」はいずれも統計的に有意に低いハザード比を示した。また、範囲内であっても最大酸素摂取量がより高いⅢ群はⅡ群と比較して低いハザード比を示した。一方、「基準値の範囲を超える群(Ⅳ群)」については明確な関係を示さなかった。

4-1. 最大酸素摂取量と総死亡

Kodamaらは、最大酸素摂取量と総死亡の関係について33本の論文をシステマティックレビューして、最大酸素摂取量の1 MET (3.5 ml/kg/minute)の低下が総死亡のリスクを13%上昇させ

ると報告している⁷⁾。本研究においても、「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲を基に分類した各群と総死亡は、統計的に有意な負の量反応関係が認められた($p = 0.009$)。一方、Ⅳ群についてはハザード比がⅡ群やⅢ群より高い値を示していた。本研究におけるⅣ群は「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値の範囲の上限を超える群であり、他の群と比較して人数が少ないことによる統計的な不安定さによりハザード比が逆転した可能性が考えられた。

4-2. がん死亡および循環器系疾患による死亡

本研究は「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲が日本人の生命予後とどのような関係にあるかについて評価を行うことを目的に実施していることから、日本人における死因の上位を占めるがん死亡および循環器系疾患による死亡についてサブ解析を実施した。

これまでに実施された最大酸素摂取量とがん死亡の関係を調査したコホート研究は、両者の間に負の量反応関係があることを報告している⁸⁻¹¹⁾。本研究ではⅠ群と比較してⅢ群は有意に低いハザード比を示していることから、「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値以上の値を維持することによってがん死亡が抑制される可能性があると考えられる。

最大酸素摂取量と循環器系疾患による死亡の関係を調査したコホート研究については、欧米人を対象に実施された研究において両者の間に負の量反応関係があることが報告されている^{7,8,12)}。本研究においては両者の間に統計的に有意な関係が認められなかったが、これはがん死亡と比較して循環器系疾患による死亡者数が少なく、統計的な検出力が低いことが原因である可能性が考えられた。また、明確な量反応関係は認められなかったがⅠ群と比較してⅡ群は統計的に有意に低いハザード比を示しており、循環器系疾患による早世予防のために「健康づくりのための最大酸素摂取量」の範囲以上の値を維持することが重要であると考えられる。

4-3. 本研究の特徴

コホート研究によって「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値および範囲と生命予後の関係を評価している点が本研究の特徴である。また、本研究は日本人を対象にしており、欧米人を

対象に実施されたコホート研究を多く含むシステムティックレビューの結果から作成された基準値および範囲について日本人を対象に評価している点も本研究の特徴となっている。

4-4. 本研究の課題

本研究にはいくつかの課題が存在する。第1に、本研究における最大酸素摂取量は間接法を使用して推定した値であり、実測値ではなく推定誤差を含んだ値となっている。しかしながら Teräslinnaらは、欧米人を対象に実施された研究ではあるが我々が用いた方法と同じ推定方法と実測した値を比較した結果、相関係数が0.92であったと報告しており¹³⁾、本研究で用いた推定値はある程度信頼のおける値であると考えられる。第2に対象者に関する課題がある。本研究は、「女性を対象としていない」、「60歳以上を対象としていない」、「健康な労働者のみを対象としている」といった課題があることに加え、東京周辺に居住している特定企業の労働者のみを対象としていることから日本人男性労働者としての代表性に課題があると考えられる。今後、本研究とは異なる対象者をコホートとした研究が報告されることが望まれる。第3として、死因の把握方法が課題となる。本研究では死因を電話による聞き取り調査によって把握しており、死亡診断書や死亡小票を確認する方法と比較して死因の把握が不正確であると考えられる。

5. 結 論

日本人男性労働者において「健康づくりのための最大酸素摂取量」の基準値を上回る最大酸素摂取量をもつ群は総死亡リスクが低いことが示された。

謝 辞

東京ガス株式会社の安全健康・福利室のスタッフの皆様へ感謝いたします。

文 献

- 1) 厚生労働省運動所要量・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—. 2006.
- 2) 青山友子, 石島寿道, 河野 寛, 薄井澄誉子, 坂本静男, 田畑 泉, 樋口 満. 中高年者における心肺体力とメタボリックシンドローム

ム危険因子との関係—“健康づくりのための運動基準 2006”を用いた検討—. 体力科学. 2009; 58: 341-52.

- 3) 樋口 満, 坂本静男, 薄井澄誉子, 青山友子. 体力・運動習慣とメタボリックシンドローム危険因子との関係—“健康づくりのための運動基準 2006”を用いた検討—. デザントスポーツ科学. 2010; 31: 59-68.
- 4) 黒田 豊, 西尾進也, 森山太郎, 原口 晃, 涌井佐和子. 運動習慣非保有者の最大酸素摂取量. 体力科学. 2011; 60: 147-54.
- 5) Åstrand PO, Ryhming I. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J Appl Physiol*. 1954; 7: 218-21.
- 6) Åstrand I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiol Scand*. 1960; 49: 45-60.
- 7) Kodama S, Saito K, Tanaka S, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA*. 2009; 301: 2024-35.
- 8) Blair SN, Kohl HW 3rd, Paffenbarger RS Jr, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA*. 1989; 262: 2395-401.
- 9) Kampert JB, Blair SN, Barlow CE, Kohl HW 3rd. Physical activity, physical fitness, and all-cause and cancer mortality: a prospective study of men and women. *Ann Epidemiol*. 1996; 6: 452-7.
- 10) Sawada SS, Muto T, Tanaka H, Lee IM, Paffenbarger RS Jr, Shindo M, Blair SN. Cardiorespiratory fitness and cancer mortality in Japanese men: a prospective study. *Med Sci Sports Exerc*. 2003; 35: 1546-50.
- 11) Laukkanen JA, Pukkala E, Rauramaa R, Mäkikallio TH, Toriola AT, Kurl S. Cardiorespiratory fitness, lifestyle factors and cancer risk and mortality in Finnish men. *Eur J Cancer*. 2010; 46: 355-63.
- 12) Lee DC, Sui X, Artero EG, et al. Long-term effects of changes in cardiorespiratory fitness and body mass index on all-cause and

cardiovascular disease mortality in men: the
aerobics center longitudinal study. *Circulation*.
2011; 124: 2483-90.

13) Teräslinna P, Ismail AH, Macleod DF.

Nomogram by Åstrand-Ryhming as a predic-
tor of maximum oxygen intake. *J Appl Physiol*.
1966; 21: 513-5.

【Original Article】

Reference Values of the Maximal Oxygen Uptake on "Exercise and Physical Activity Reference for Health Promotion 2006" and Mortality:
A Cohort Study among Japanese Male Workers

Susumu S. Sawada¹⁾, Motohiko Miyachi²⁾, Shigeho Tanaka²⁾, Kazuko Ishikawa-Takata³⁾,
Izumi Tabata⁴⁾, Yukio Oida⁵⁾, Yuko Oguma⁶⁾, Nobuyuki Miyatake⁷⁾,
Takashi Okamoto¹⁾, Koji Tsukamoto¹⁾

Abstract

Purpose: In 2006, the Ministry of Health, Labour and Welfare published "Exercise and Physical Activity Reference for Health Promotion 2006". This report showed reference values and ranges of the maximal oxygen uptake for health promotion. However, there are no epidemiological studies that have investigated the relationship between these values and ranges in relation to mortality. Therefore, we assessed the existing data of our cohort study among Japanese male workers.

Methods: Subjects were 8,935 Japanese male workers. The median age was 35 years old (IQR: 29 to 43). The maximum oxygen uptake was estimated using a submaximal cycle ergometer test between 1982 and 1988. The men were classified into four groups based on the reference values and ranges, the below the range group (Group I), the bottom of the range to below the reference value group (Group II), the reference value to the upper range group (Group III), and the over the range group (Group IV). We investigated mortality until June 30, 2003. We used the proportional hazards model in order to obtain the relative risks (RR) for mortality across each group. Multivariate RR and 95% confidence intervals (95% CI) for mortality were obtained while adjusting for age, systolic blood pressure, cigarette smoking, and alcohol intake.

Results: There were 360 deaths during the follow-up period. Using Group I as reference, the RR and 95% CI for Group II to Group IV were 0.76 (0.58-0.99), 0.59 (0.43-0.80), and 0.80 (0.49-1.31), respectively (p for trend = 0.009).

Conclusion: These findings suggest that Japanese male workers in the upper range of the reference values of maximal oxygen uptake for health promotion have a lower RR of mortality.

Key words: exercise test, maximal oxygen uptake, epidemiology, relative risk, Exercise and Physical Activity Reference for Health Promotion 2006

1) Health Promotion Center, Tokyo Gas Co., Ltd., Tokyo, Japan

2) Department of Health Promotion and Exercise, National Institute of Health and Nutrition, Tokyo, Japan

3) Department of Nutritional Education, National Institute of Health and Nutrition, Tokyo, Japan

4) Faculty of Sport and Health Science, Ritsumeikan University, Shiga, Japan

5) School of Life Science and Technology, Chukyo University, Aichi, Japan

6) Sports Medicine Research Center, Keio University, Kanagawa, Japan

7) Faculty of Medicine, Kagawa University, Kagawa, Japan