

# エクササイズガイドの プロモーション

生活習慣病予防に...  
1日に必要な身体活動の例 (1日あたり20分以上の歩行を推奨)

徒歩 20分	自転車 15分	軽いジョギング 10分	軽い水泳 20分	軽い登山 7-8分	軽いゴルフ 20分
徒歩 15分	自転車 10分	軽いジョギング 7-8分	軽い水泳 15分	軽い登山 5分	軽いゴルフ 15分
徒歩 10分	自転車 5分	軽いジョギング 5分	軽い水泳 10分	軽い登山 3分	軽いゴルフ 10分

厚生省が目安

生活習慣病予防に...  
1日に必要な身体活動の例 (1日あたり20分以上の歩行を推奨)

生活習慣病予防に...  
1日に必要な身体活動の例 (1日あたり20分以上の歩行を推奨)

## 運動基準に関する記事

(出典: 朝日新聞記事データベース)

2006年7月24日 朝日 3ページ 朝日新聞

厚生省が定める「健康日本21」の運動基準に関する記事。表には、年齢別の歩行時間や消費カロリーが示されている。

年齢	歩行時間 (分)	消費カロリー (kcal)
10代	20	200
20代	20	200
30代	20	200
40代	20	200
50代	20	200
60代	20	200
70代	20	200
80代	20	200
90代	20	200

一日1万歩 毎週最低5回  
運動で防げ 生活習慣病

## エクササイズガイドの普及啓発

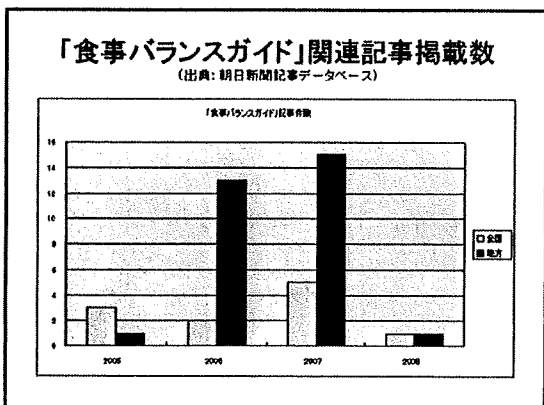
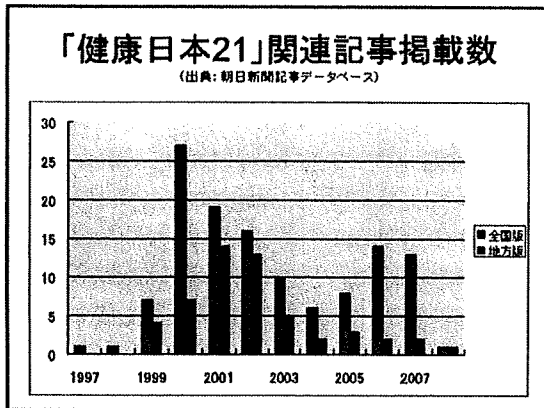
「切り札」と「ハンドブック」のイメージ写真。

# 健康日本21 と 食事バランスガイド

健康日本21

食事バランスガイド

健康日本21のウェブサイトスクリーンショット。ナビゲーションメニュー、検索ボックス、および記事一覧が確認できる。

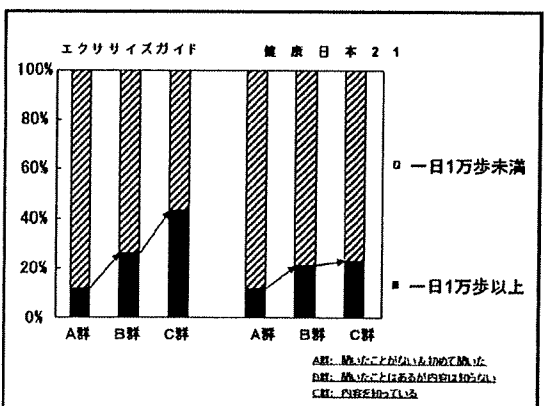


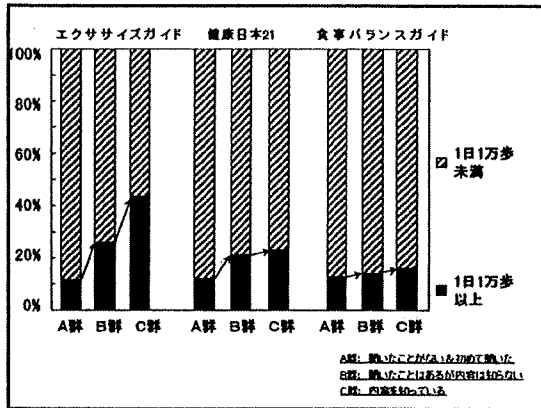
### エクササイズガイドなどのメディア露出状況 (2008.3.2時点)

	エクササイズガイド	食事バランスガイド	健康日本21
朝日新聞 (記事データベース)	1件	41件	176件
書籍 (Amazon)	0件	6件	15件
Webページ (Google)	15,900件	95,700件	524,000件
ブログ (Google)	14,711件	3,874件	19,592件

### エクササイズガイドの認知度

	内容を知っている	聞いたことはあるが内容は知らない	聞いたことがない	今回の調査で初めて知った
エクササイズガイド (H19)	1.4%	11.0%	45.0%	42.6%
食事バランスガイド (H19)	21.4%	34.9%	25.3%	18.4%
健康日本21 (H16)	2.7%	14.5%	39.4%	43.4%
健康日本21 (H19)	3.8%	17.0%	38.9%	40.2%





## まとめ

- 2006年7月に公表された「エクササイズガイド」は、まだ十分に認知されているとは言えない。
- 低認知度の原因の一つとして、プロモーション不足があげられる。
- 今後、「エクササイズガイド」を広く周知することによって、歩行習慣者の増大に貢献することが期待される。

新しいエクササイズガイドの策定に関わる研究会  
平成21年5月23日

# 運動習慣の定着法に関する方策 — 運動の普及・啓発から行動変容まで —



竹中晃二  
(早稲田大学人間科学学術院)

**対象者のセグメンテーション**  
 誰に何を推奨するのか  
 各セグメントの特徴やニーズに合わせる

- 子ども、青少年、成人、高齢者、疾患患者、身障者別のガイドラインおよびガイド（手引き書、リーフレット）の作成
- 現在の活動状態に合わせたガイドラインおよびガイド（手引き書、リーフレット）の作成
- 現在の条件（時間制限、場所・環境問題、バリア要因）に合わせたガイドラインおよびガイド（手引き書、リーフレット）の作成
- 好み（スポーツ、運動、レクリエーション、生活活動）に合わせたガイドラインおよびガイド（手引き書、リーフレット）の作成

---

---

---

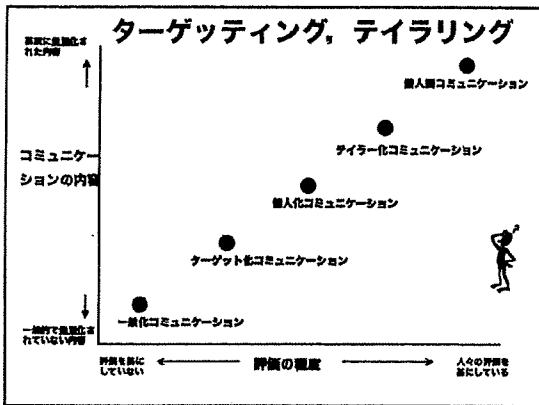
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

**ガイドラインとガイド**

- 単に科学的エビデンスを示すにとどまらず、実効性を担保した最低限の目標値としてのガイドラインの必要性、対象者別ガイドライン
- ガイドラインの内容を解説し、用途に応じて普及啓発ができるように、その具体的実践方略を記述したガイド（手引き書、リーフレット）、実践者、指導者だけでなく、disseminatorが使いやすいガイド

---

---

---

---

---

---

---

---

## メッセージ+メッセージング



- ・メッセージは、公衆に届けるすべての情報（例えば、身体活動の指針、栄養指針、活動的になることの意思、バランスのよい食事をするための意思）を含んでおり、特定の対象者に適合するようにデザインされている。
- ・メッセージングは、対象となる下位集団が最も利用する種々のメディア（例えば、口コミ、印刷物、インターネット、TVなど）を通して、その対象者にメッセージを届ける物理的過程である。

---

---

---

---

---

---

---

---

## 説得力のあるメッセージ

- ・エビデンスベースド：含めるべき情報は科学的なデータを基にしている
- ・関連性：行動のタイプや量、そして実施の文脈について対象者にマッチした内容を提供する
- ・受け入れやすさ：特定の下位集団を対象に絞り、「わずかに努力すれば達成できそうだ」という受け入れを促す説得メッセージを提示する
- ・McGuire説得理論の12ステップ：暴露、注意、関連性、理解、適合、受諾、記憶、考慮、決断、行動、強化、統合
- ・Elaboration Likelihood Model：中枢経路と末梢経路

---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

平成18年7月12日 厚生労働省 第4回運動指針小委員会  
「健康づくりのための運動指針2006(案)」の普及・活用方針について

## **Social Marketingの枠組み を用いた普及・啓発活動**

### **最初に一言！**

- ・ 運動指針の普及・啓発 ??? ? ?
- ・ 運動の普及・啓発活動を行い，運動指針はその材料とする
- ・ 全国規模の普及・啓発活動は必要である  
-ブランドづくり
- ・ 地域によってニーズや特徴，反応が異なるので，ある程度地域を分けてフォーマティブ・リサーチを行い，それぞれの地域版普及・啓発活動も考える -効果の増強

## その2：普及啓発に関わる提案

- ・ Promotion：メッセージを効果的に伝えるためのコミュニケーション方略「効果的なコミュニケーション」
- ・ Population：最重点に考えなくてはならないオーディエンスへの対策「重点的に働きかけるターゲットを決めて実践可能で具体的働きかけを」
- ・ Partnership & Policy：運動指針および運動指針パンフレットの活用「誰に、どのようなことを依頼するのか」

## Promotion

メッセージを効果的に伝えるための  
コミュニケーション方略  
効果的なコミュニケーション

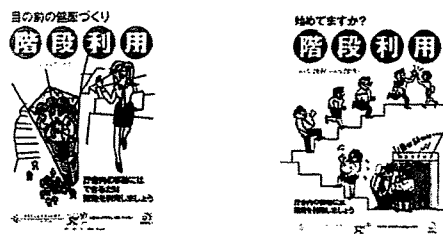
- ・ ブランドづくり：簡潔でクリアな共通標語とロゴの開発
- ・ 厚労省内階段利用促進キャンペーン
- ・ 国民および関連諸団体に向けたURLの開設
- ・ 用途別に使用できるリーフレット、パンフレットの作成
- ・ 対象を明確にしたリーフレット、パンフレットの作成
- ・ 複数ロゴを用い関連団体とのコラボレーションを強調

## 1. ブランドづくり 簡潔でクリアな共通標語とロゴの開発

- ・ 新聞、TV、ラジオ、市民広報の利用：「共通のロゴ」を用いて、運動指針が公表されたことを広く知らしめる。所要量や指針の概略を簡単に、しかも理解が容易なように解説し、誰もが目に入るようにする。メッセージ化
- ・ リーフレット、パンフレット：イラスト、標語を使用し、簡単に、しかも理解が容易なリーフレットやパンフレットを作成し、職場（健保を通じて配布）、地域（健康センター、市町村の施設を通じて配布）、学校（児童・生徒から親へ配布）を通じて国民に広く認知させる。

## 2. 厚労省内 階段利用促進キャンペーン

マスコミへの積極的な情報提供、ダウンロードによってポスター、ちらし、ステッカー、シール、しおりなどを利用可能にする。



## 3. 国民および関連諸団体、 指導者に向けたURLの開設

- ・ 厚労省HPに対象者別推奨活動を設ける
- ・ 関連諸団体HPとリンクをはる
- ・ リーフレット、指導者用ガイドラインにURLを明示する
- ・ ロゴを明確にし、他団体とのコラボレーションを強調する。
- ・ 指導者専用のURLを開設する。

## 4. 用途別に使用できるリーフレット、 パンフレットの作成

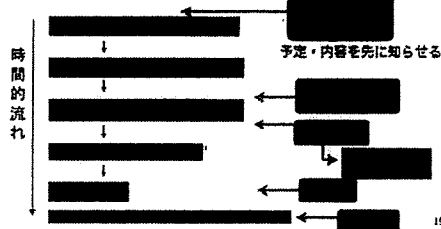
- ・ 指針内容のポイントと対象者別推奨活動についてのリーフレットを作成する。
- ・ 健保、職場、市町村、健康保健センターにおいて用途にあったリーフレットやパンフレットを備え付ける。
- ・ 小学生を持つ親、中学生を持つ親というように年齢に応じて内容を若干変え、学校から家庭へ配布を行う。
- ・ 子どもへの介入内容とリンクさせ、家庭における意識を高めさせる。
- ・ ロゴを明確にし、他団体とのコラボレーションを強調する。



### 3. 指導者への情報提供

公刊物の内容を時間的経過に応じてあらかじめ紹介

- 市町村関連団体に冊子、リーフレットの種類、内容、対象者など使用の用途をあらかじめ知らせる用紙を配布



### 指導者専用のURLの開設

- 厚労省HPに指導者専用のURLを設ける
- 厚労省が作成した冊子およびリーフレットの使用方法、配布対象、配布するイベントなどを指導者にわかりやすく明示する。
- 地域、職域で働く指導者が、講習などで使用できるPPTを作成し、指導者がダウンロードできるようにしておく。
- 厚労省で実施するロゴ入り階段利用促進ポスター数種類、ちらしを職域、地域の施設で使用できるようにダウンロード可能にしておく。

### Partnership & Policy

誰に、どのようなことを  
依頼するのか

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>マスメディア</li> <li>職域</li> <li>地域</li> <li>学校</li> <li>病院</li> <li>関連学会</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>省庁および厚労省関連団体</li> <li>フィットネス関連産業</li> <li>交通機関</li> <li>自動車・バイク製造会社</li> <li>都市整備・計画、公園整備関連部署</li> </ul> |
|--|---|

### <マスメディア> 役割：効果的な情報提供

- 新聞社
- テレビ局
- ・ニュース番組・特集
- ・ドラマなど
- 市町村広報
- 健康関連雑誌社
- インターネット
- プロバイダー
- その他

- あらかじめ意図した情報提供
- 特約記事・番組の依頼
- 対象をセグメント化した情報提供の依頼
- ・中高年男性勤労者に焦点を絞る
- 例：日経新聞日曜版
- ・その家族（主に妻）の働きかけ方法を教える
- 例：東産経
- ・階層ステージ者に焦点を絞る
- わかりやすい知識の提供や運動不足による生活習慣病罹患者の例
- ・階層ステージ者に焦点を絞る
- 例：スポーツ報
- 共通するイラスト・ロゴ・標語の使用
- 認知度を高める工夫
- インターネットバナー
- 健康関連サイト

### <職域>

役割：直接的、間接的信息提供

- 健康保健組合
- 職場組織
- 社員食堂

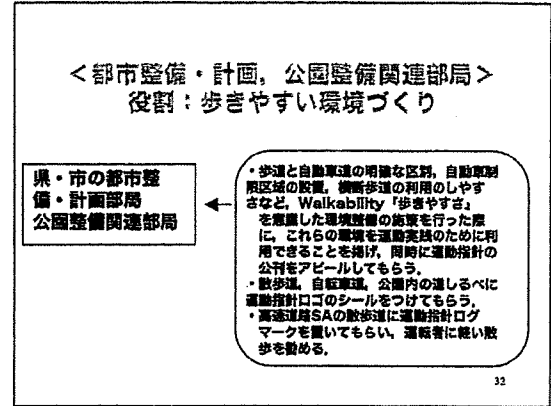
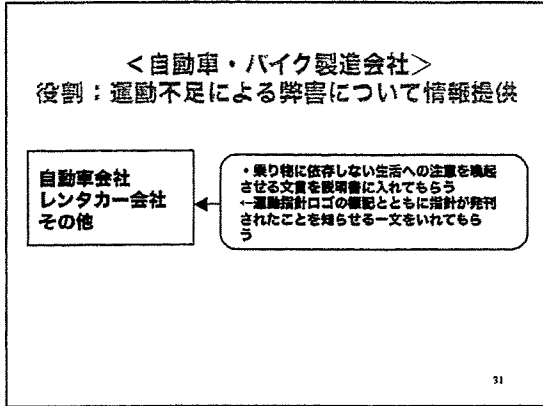
- 職場健康教育を行う際に、運動指針およびそのパンフレットを有効に活用してもらう。
- 健康診断時に運動指針パンフレットを配布してもらう。
- 健康診断後、要所見者の保健指導において運動指針を積極的に活用してもらう。
- 職場における様々な仕事組織の長に運動実践の重要性を働き、運動指針パンフレットを配布して部下に啓発を依頼する。
- 社員食堂、ファーストフード店に運動指針パンフレットを置いてもらったり、トレイのシート代わりにする。

### <地域>

役割：直接的、間接的信息提供

- 市健康保健センター
- 市町村健康増進課
- 市町村介護予防
- 各種地域グループ
- ショッピング施設
- 大型シネマコンプレックス
- (駐車場エレベータ、エスカレータ)


- 住民を対象にした市町村企画の健康教育を行う際に、運動指針およびそのパンフレットを有効に活用してもらう。
- 健康診断時に運動指針パンフレットを配布してもらう。
- 健康診断後、要所見者の保健指導において運動指針を積極的に活用してもらう。
- 市町村に存在する既存の運動施設（公園、体育館、散歩道など）の紹介と合わせて、ロゴ入りで運動指針の刊行を知らしてもらう。
- 健康づくりに関わる地域グループの長に運動実践の重要性を働き、運動指針パンフレットを配布して会員に啓発を依頼する。
- 地域のモデル地区を作ったり、イベントを行い、運動指針を積極活用している様子をマスコミに取材協力を依頼する。



**従来：思いつきや経験に頼った普及・啓発**

↓

**Social Marketingの枠組みは  
普及啓発のガイドラインを与えてくれる**



研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
田畑泉	メタボリックシンドローム解消に役立つ実践運動生理学	武藤芳照	スポーツ医学実践ナビ-スポーツ外傷・障害の予防とその対応-	日本医事新報社	東京	2009	299-303
呉泰雄		呉泰雄、仲立貴、中島節子	健康運動指導士試験対策問題集	ほおずき書籍株式会社	長野	2010	
竹中晃二	行動科学の理論・モデル		身体活動・運動と生活習慣病-運動生理学と最新の予防・治療-	日本臨床社	大阪	2009	489-494

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
田畑泉	生活習慣病予防に必要な身体活動量・運動量・体力-連載 運動・身体活動と公衆衛生(13)	日本公衆衛生雑誌	56(3)	184-187	2009
Sanada K, M Miyachi, I Tabata, M Miyatani, M Tanimoto, TW Oh, K Yamamoto, C Usui, E Takahashi, H Kawano, Y Gando, M Higuchi	Muscle mass and bone mineral indices: does the normalized bone mineral content differ with age?	Eur J Clin Nutri	63(4)	465-472	2009
Usui C, E Takahashi, Y Gando, K Sanada, J Oka, M Miyachi, I Tabata, M Higuchi	Resting energy expenditure can be assessed by dual-energy X-ray absorptiometry in women regardless of age and fitness	Eur J Clin Nutri	63(4)	529-535	2009
曹振波, 宮武伸行, 樋口満, 田畑泉	3分間歩行テストによる最大酸素摂取量推定式の開発に関する研究	体力科学	58(10)	527-536	2009

Yamamoto K, Kawano H, Gando Y, Iemitsu M, Murakami H, Sanada K, Tanimoto M, Ohmori Y, Higuchi M, Tabata I, Miyachi M	Poor trunk flexibility is associated with arterial stiffening	Am J Physiol Heart Cir Physiol	297	H314-H318	2009
Cao ZB, N Miyatake, M Higuchi, M Miyachi, K Ishikawa-Takata, I Tabata	Predicting VO <sub>2</sub> max with an objectively measured physical activity in Japanese women	Med Sci Sports Exerc	42(1)	179-186	2010
Sugiyama K, R Sakakibara, H Tachimoto, M Kishi, T Kaga, I Tabata	Effects of acetic acid bacteria supplementation on muscle damage after moderate-intensity exercise	Anti- Aging Medicine	7(1)	1-6	2010. Published on line 1- 22-2010
Fujimoto E, S Machida S, M Higuchi, I Tabata	Effects of nonexhaustive bouts of high-intensity intermittent swimming training on GLUT-4 expression in rat skeletal muscle	J Physiol Sci	60(2)	95-101	2010
Oshima Y, K Kawaguchi, S Tanaka, K Ohkawara, Y Hikihara, K Ishikawa-Takata, I Tabata	Classifying household and locomotive activities using a triaxial accelerometer	Gait and Posture	31(3)	370-374	2010
青山友子, 浅香明子, 金子香織, 石島寿 道, 河野寛, 坂本静 男, 田畑泉, 樋口満	中高年男性における心肺体 力と身体活動の量およびそ の強度との関係	体力科学 (印刷中)	59(2)		2010
Cao Z-B, N Miyatake, M Higuchi, M Miyachi, I Tabata	Predicting VO <sub>2</sub> max with an objectively measured physical activity in Japanese men	Eur J Appl Physiol (in press)			

Gando Y, Kawano H, Yamamoto K, Sanada K, Tanimoto M, Oh T, Ohmori Y, Miyatani M, Usui C, Takahashi E, Tabata I, Higuchi M, Miyachi M	Age and cardiorespiratory fitness are associated with arterial stiffening and left ventricular remodeling	J Hum Hypertens	24(3)	197-206	2010
Asaka M, Usui C, Ohta M, Takai Y, Fukunaga T, Higuchi M	Elderly oarsmen have larger trunk and thigh muscles and greater strength than age-matched untrained men	Eur J Appl Physiol [Epub ahead of print]			2009
Kawano H, Fujimoto K, Higuchi M, Miyachi M	Effect of combined resistance and aerobic training on reactive hyperemia in men	J Physiol Sci	59(6)	457-64	2009
Sanada K, Miyachi M, Tabata I, Suzuki K, Yamamoto K, Kawano H, Usui C, Higuchi M	Differences in body composition and risk of lifestyle-related diseases between young and older male rowers and sedentary controls	J Sports Sci	27(10)	1027-34	2009
青山友子, 浅香明子, 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危険因子との関係ー“健康づくりのための運動基準2006”を用いた検討ー	体力科学	58(3)	341-52	2009
Nobuyuki Miyatake, Sumiko Matsumoto, Motohiko Miyachi, Takeyuki Numata	Increasing oxygen uptake at ventilatory threshold is associated with improving metabolic syndrome in Japanese men	Journal of Preventive Medicine	4	11-16	2009
Nobuyuki Miyatake, Motohiko Miyachi, Izumi Tabata, Takeyuki Numata	Leg strength per body weight is associated with ventilatory threshold in Japanese women	ANTI-AGING MEDICINE	6(2)	5-9	2009
宮武伸行, 西河英隆, 森下明恵, 斉藤剛, 久富百合子, 山下裕絵, 白石温子, 沼田健之	岡山県南部健康づくりセンターにおける運動施設利用の実態とその問題点	体育の科学	59(5)	345-348	2009

Nobuyuki Miyatake, Akiko Tanaka, Miki Eguchi, Motohiko Miyachi, Izumi Tabata, Takeyuki Numata	Reference data of multi frequencies bioelectric impedance method in Japanese	ANTI-AGING MEDICINE	6(3)	10-14	2009
Nobuyuki Miyatake, Takeshi Saito, Motohiko Miyachi, Izumi Tabata, Takeyuki Numata	Evaluation of muscle strength and its relation to exercise habits in Japanese	Acta Medica Okayama	63(3)	151-155	2009
Nobuyuki Miyatake, Motohiko Miyachi, Izumi Tabata, Takeyuki Numata	Body fat percentage measured by dual energy X-ray absorptiometry is associated with maximal oxygen uptake in Japanese	ANTI-AGING MEDICINE	6(5)	41-45	2009
Nobuyuki Miyatake, Masafumi Fujii, Motohiko Miyachi, Izumi Tabata, Suzue Takeshi, Tomohiro Hirao, Takeyuki Numata	Change in Metabolic Syndrome and Its Components with Lifestyle Modification in Japanese Men	INTERNAL MEDICINE	49	261-265	2010
Takai Y, Ohta M, Akagi R, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T	Sit-to-stand test to evaluate knee extensor muscle size and strength of the elderly. A novel approach.	J Physiol Anthropol	28(3)	123-128	2009
竹中晃二、大場ゆかり、満石寿	運動実践者が一時的運動停止に導かれるハイリスク状況とその対処の評価	体育学研究 (印刷中)	55		2010
竹中晃二	健康行動変容の理論	糖尿病	52(7)	507-510	2009

## 連載

## 運動・身体活動と公衆衛生(13)

## 「生活習慣病予防に必要な身体活動量・運動量・体力」

独立行政法人 国立健康・栄養研究所 健康増進プログラム 田畑 泉

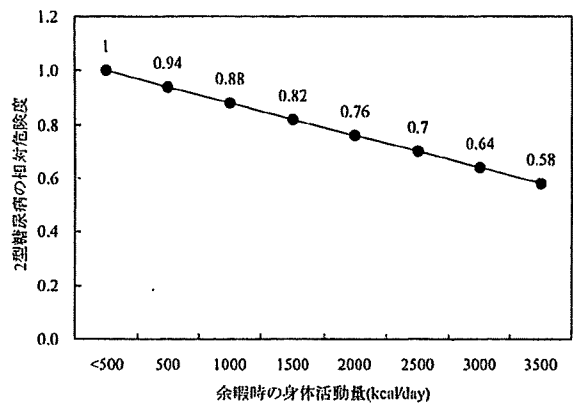
## 1. はじめに

運動・身体活動の健康増進効果に関する記述は、紀元前の古代中国、インド、ギリシャまで遡ることができる。しかし、運動・身体活動による生活習慣病予防に関する基礎的研究の歴史は浅く、骨格筋のミトコンドリアが運動トレーニングで増加することが発見された1960年代である。この研究を端緒として、生体の各臓器、特に骨格筋における健康増進に関連の高いタンパク質が身体トレーニングにより増加することが生物学的研究により明らかとなっている。また、運動・身体活動・体力と生活習慣病や総死亡率に関する疫学的研究が、この4半世紀に急速に発展し、冠状動脈疾患ばかりでなく、糖尿病などの生活習慣病罹患に対する身体活動・運動の予防効果に関する報告が蓄積されている。そこで、我々は、生活習慣病予防という観点で、どのような身体活動・運動をどれくらい行えば良いかということをも明らかにするために、生活習慣病予防それらの関係についてこれらの内外の論文に対してシステムティック・レビューを行った。

## 2. システムティック・レビュー

我々は、欧米文献のデータベースであるメドラインと、邦文データベースである医学中央雑誌データベースを対象に、平成17年4月11日までのすべての発表論文について、一定の検索式（体力、運動、身体トレーニング、体力と各疾病、と追跡研究、観察研究、前向き研究、後ろ向き研究、縦断的研究）を用いて、システムティック・レビューを行った。対象とした生活習慣病等：肥満、高血圧症、高脂血症、糖尿病、脳血管疾患、循環器病による死亡、骨粗鬆症、ADL、総死亡であった。最初に、この検索式でヒットした論文を、さらにタイトルと抄録による一次スクリーニングで絞り込み、それらの全文を取り寄せ精読した。その結果、検索式からは8134

図1 余暇時の身体活動量と2型糖尿病の相対危険度 (Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS Jr. Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med.* 1991 Jul 18; 325 (3): 147-52.)



本がヒットし、さらに4人の中堅研究者が794本を精読し、最終的に、厳密な基準をもとに84本の論文が選定された。

その1例であるが、図1にあるようにアメリカのペンシルバニア大学の男子卒業生約6,000人を対象とした研究により、糖尿病の相対危険度は、カロリーで表された1週間当たり身体活動量と容量依存性の関係があることが示されている<sup>1)</sup>。言い換えると、“身体活動”を週当たり500kカロリー毎に相対危険度が6%ずつ低下するということである。単純に計算すると1500kカロリーの消費で約20%の糖尿病発症が予防されるということである。

一方、日本の岡田らの研究により週1回の運動でも、2型糖尿病の発症を抑えることが出来ることが明らかになった(図2)<sup>2)</sup>。これらの結果は、身体活動・運動は特異的に生活習慣病を予防する効果があることを示している。しかし、いずれの研究結果でも、どんなに身体活動を増やしたとしても、糖尿病の発症は0にはならない。これが、疾患の成立が多要素に関係している生活習慣病の特徴である。これは、糖尿病の発症は遺伝素因や、他の生活習慣、特

連絡先 〒162-8636 東京都新宿区戸山1-23-1  
電話 03-3203-8061 ファックス 03-3203-1731  
E-mail address: tabata@nih.go.jp

に食事の影響を大きく受けており、身体活動量の増加のみでは、その予防はできないからである。

### 3. 身体活動と運動

次に、システマティック・レビューで抽出された文献を対象に生活習慣病予防という観点で、どれくらいの身体活動・運動が必要かと言うことを明らかにするために、メッツ・時/週/週という指標を用いて、最も身体活動・運動量の少ない群に比べて、各種生活習慣病の罹患率が統計的に有意に低下する群の身体活動・運動の下限値を挙げていった。メッツ・時とは、運動強度の指数であるメッツ値 (metabolic equivalent: MET) に身体活動・運動時間 (時間) を掛けたものである。メッツ値とは、当該身体活動におけるエネルギー消費量を座位安静時

代謝量 (酸素摂取量で約3.5 mL/kg/分に相当) で除したものである。酸素1.0リットルの消費を5.0 kcal のエネルギー消費と換算すると、1.0メッツ・時は体重70 kg の場合は74 kcal, 60 kg の場合は63 kcal となる。このように標準的な体格の場合、1.0メッツ・時は体重とほぼ同じエネルギー消費量となり、メッツ・時が身体活動量を定量化する場合に頻繁に使われている。つまり、メッツ・時/週とは週当たりの身体活動・運動量である。

このような文献の精査から、生活習慣病予防という観点から“健康づくりのために必要な”, 身体活動量は23メッツ・時/週, 運動では4メッツ・時/週ということが明らかとなった。生活習慣病予防に必要な身体活動量と運動量が別個に決めた理由は、この区別を行わないで運動と身体活動を一緒にすると、これらの文献から集められたメッツ・時/週は、2メッツ・時/週から30メッツ・時/週とかなりの範囲に分布し、一定の値を決めることが不可能であったからである。そこで、それらの文献について、身体活動 (physical activity: 骨格筋の収縮を伴い安静時より多くのエネルギー消費を伴う身体の状態であり、日常生活活動における労働・家事等や余暇における運動・スポーツ活動等が含まれる) と運動 (exercise: 身体活動の一種であり、とくに体力 (競技に関連する体力と健康に関連する体力を含む) を維持・増進させるために行う計画的・組織的で継続性のあるものであり (図3), 速歩やジョギング, ランニング, 自転車乗り, 水泳, テニス, バドミントン, サッカー等を含む) と分けて見たところ、運動では2~10メッツ・時/週に分布し、身体活動では20~30メッツ・時/週に分布し、はっきりと分布が分かれた。また、その範囲もそれほど大きくなかったことからそれらの値の平均値をとると、運動で

図2 身体運動習慣と2型糖尿病の発症の相対危険度 (Okada K, Hayashi T, Tsumura K, Suecmatsu C, Endo G, Fujii S. Leisure-time physical activity at weekends and the risk of Type 2 diabetes mellitus in Japanese men: the Osaka Health Survey. Diabet Med. 2000 Jan; 17 (1): 53-8.)

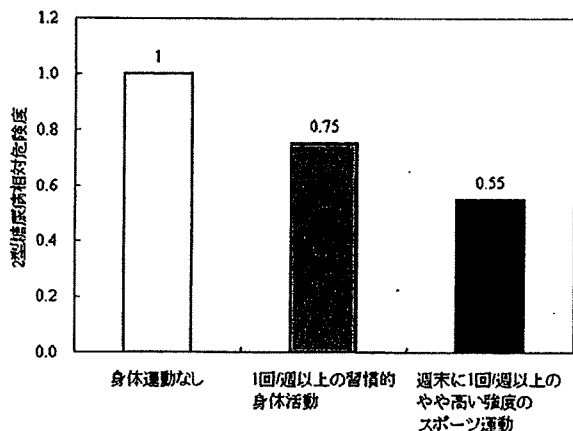
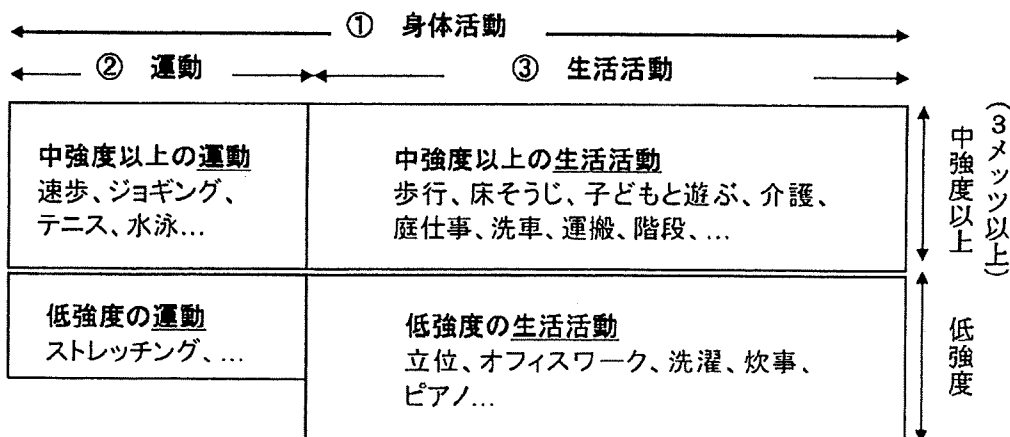


図3 身体活動, 運動, 生活活動の関係<sup>3)</sup>





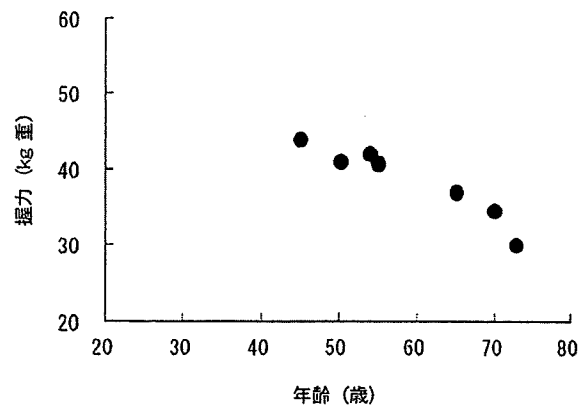
は4メッツ・時/週、身体活動では23メッツ・時/週を生活習慣病予防に必要な量と決めるのが妥当と考えられた。

23メッツ・時/週という身体活動量は一日当たりになると3~4メッツ・時である。この量は歩行では60分程度であることより、意識できない歩数(2000~4000歩)を加えると一日当たり8000~10000歩の量である。前述した方法から得られた身体活動23メッツ・時/週は、最も身体活動量の少ない(意識的に身体活動を行っていない人がほとんど)に比べて統計的に有意に生活習慣病罹患率が低下するもっとも低い値である。したがって、国民の身体活動レベルがそれよりも多ければ、より多くの身体活動を推奨するべきかもしれない。しかし、国民の歩数は厚生労働省が毎年行っている国民健康栄養調査によると平成9年をピークとして低下しており平成19年の値は男性7321歩、女性6267歩と上述の8000歩~10000歩よりも低い値であり、国民の半分以上の身体活動量は23メッツ・時/週の基準より少ないと考えられる。しかし、これらの基準の達成は多くの施策により国民の身体活動に対する意識が高まれば不可能ではないので、妥当な量と考えられる。1メッツ・時は、歩行、掃除、床そうじ、庭仕事、物を運ぶ、自転車乗り、雪かき、介護、子どもと遊ぶといった生活の中にある活動を20分程度行う場合の身体活動量であり、これらの20分の身体活動を一日3つ行えばよい。通勤の歩行を少し増やすだけでこの量をクリアできる。しかし、現代社会では、ある程度エネルギーを消費する(科学的には強度が3メッツ以上)で、歩行以外の身体活動がかなり限られているのも現実である。したがって、生活の中に意識的に“歩く”ことを取り入れることが、生活習慣病予防に必要である。

一方、4メッツ・時/週という運動量は、ジョギングとかサッカーなら40分程度、分速95m程度の速歩では1時間である。生活の中で時間的に余裕のないビジネスマンについては、週1回の運動でこの値をクリアすることは可能である。ある意味では、こちらの方が簡単であるというライフスタイルの方もいるであろう。しかし、平成16年度の国民健康栄養調査では、汗をかくような運動を週2回以上行っている国民は男性30.8%女性25.8%であり、これについても多くの国民がこの値をクリアしていないので、まずはこの量を推奨するのが適切であると考えられる。

平成9年に始まった健康日本21運動の推進にもかかわらず国民の歩数特に男性の30歳から50歳代で歩数が低下しているのは、週休2日制の定着がこの時

図4 総死亡リスクを低くする握力の値<sup>3)</sup>



期にあったこともその一つの理由であるかもしれない。多くの国民が、2日の休日の中で一日は活発に子どもとスポーツを行う習慣をつければ、生活習慣病予防効果が現れると推測される。

#### 4. 生活習慣病予防と体力

システムティック・レビューの結果、身体活動量や運動量に加えて、体力についても持久力の指標である最大酸素摂取量と筋力について生活習慣病予防効果があることが明らかとなった。一般的には身体活動量の多い人の体力は高いが、遺伝的影響を受ける体力は必ずしも身体活動量(とくに、体力の急速な向上が認められない低い強度の運動(歩行))と高い相関関係がない。最近、体力と身体活動量は生活習慣病の独立した危険因子であることを示唆するような報告が出現し始めている。つまり、両方が高ければ、単独の指標が高い場合よりも、その集団では生活習慣病罹患の危険性が、それぞれ加算的に低くなるということである。最大酸素摂取量(maximal oxygen uptake, 単位:L/分, mL/kg/分)とは、運動負荷試験を行うことにより測定される、個人が時間当たりに摂取できる酸素量の最大値である。システムティック・レビューで採択された論文において、最大酸素摂取量が最も低い群に対して、生活習慣病の発症率が有意に低下する群の最大酸素摂取量のカットオフ値を挙げていき、それを年代別に平均した値は、加齢により低下する日本人の最大酸素摂取量の各年代の平均値とほぼ同程度であった。つまり、生活習慣病予防には各年齢集団のなかで、体力がとびきり高い必要はなく、平均値程度で良いのであり、これも多くの国民がまずは目指すべき値としては妥当であると考えられた。最大酸素摂取量の測定は大がかりな機器が必要であるので国民全部を測定することはできない。しかし、たとえば

“他の人よりも歩くのが遅い方ですか?” というような簡易な質問で体力を判定することが可能ならば、体力という指標を生活習慣病予防に生かすことが可能となる。

筋力については、最大酸素摂取量に比べて、生活習慣病予防という観点からのエビデンスが少なかったため、定量的に示すことはできない。しかし、総死亡率等でみると、これも平均値程度の筋力を持つことが必要であるということが言える。成人において、このような値を維持すれば、高齢期における介護予防になることも明らかである。これらのシステムティック・レビューの結果は“健康づくりのための運動基準2006—身体活動・運動・体力— (厚生労働省平成18年: <http://www.nih.go.jp/eiken/programs/pdf/kijun2006.pdf>)<sup>3)</sup>” およびそのエビデンスを基に国民に対する身体活動・運動量の増加を支援するために作られた健康づくりのための運動指針2006 (エクササイズガイド2006) (<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou01/pdf/data.pdf>)<sup>4)</sup> 策定の基礎となった。これらの2公文書は英語、中国語、韓国語に訳されているので各国に紹介は可能である (独立行政法人 国立健康・栄養研究所のホームページ参照)。もちろん、これらの国の身体活動量・運動量・体力がわかっていて、日本の健康づくりのための運動基準2006—身体活動・運動・体力—の身体活動量・運動量・体力の基準値の達成が実現可能である場合のみである。

#### 4. 身体活動・運動・及び体力と生活習慣病予防の機序

ところで、身体活動・運動は、どのようにして生活習慣病を予防するのであろうか。その機序はそれほど分かっていない。糖尿病に大きく関係する骨格筋の糖代謝能、さらにはからだ全体の糖代謝能を決める骨格筋の糖輸送担体 (GLUT-4) は身体トレーニングにより増加するが、1回の運動の効果は3日をもたない。また、一回の運動の糖代謝能に対する効果は、相当運動を行っても3日維持されない。したがって、糖代謝能という観点からは、2日あるいは3日に一回運動を行うことが推奨されている。しかし、運動に関する多くの疫学的エビデンスは週末1回の運動でも糖尿病の予防には効果があることが示されている。したがって、このような生理学的研究の発現と疫学的エビデンスとの解離についても、今

後、研究が行われる必要がある。

身体活動・運動による健康関連のタンパク質の発現は、まるで指揮者がタクトを振るとオーケストラの多くのパートの楽員が瞬時に楽器を弾き始めるように、ほぼ同時に起こることが知られている。したがって、身体活動・運動による生活習慣病予防の機序に、多数の異なる遺伝子に作用して多くのタンパク質を同時に発現させるマスターキーのような機構があることが推測されている。最近、そのような機能をもつと期待される転写補助因子である PGC1 $\alpha$  等が同定されており、生活習慣病との関連が研究されている。このような生物学的な基礎研究も、生活習慣病予防と身体活動・運動の関係を科学的に明らかにするために必要である。

#### 5. 今後の課題

今回のシステムティック・レビューで最終的に残った論文の中で、わが国からのものは数編のみであった。欧米人とは食生活習慣や遺伝子素因の異なる日本人の生活習慣病予防という観点からの身体活動量・運動量・体力を決めるには日本人のデータが少なく、今後、長期大規模な観察研究および介入研究を組織的に行う必要があることが痛感される。

システムティック・レビューにより示された身体活動・運動量を国民が行えば、少なくとも20%程度、ほとんどの生活習慣病の発症が抑えられる。今後は、このような科学的エビデンスをわかりやすく国民に伝え、さらにそれを実行に移すための方策等についても調査研究が進められ、その成果を基に、医療費の増加をもたらす糖尿病などの生活習慣病予防の一次予防が組織的に行われることが期待される。

#### 文 献

- 1) Helmrigh SP, Ragland DR, Leung RW, et al. Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1991; 325 (3): 147-152.
- 2) Okada K, Hayashi T, Tsumura K, et al. Leisure-time physical activity at weekends and the risk of Type 2 diabetes mellitus in Japanese men: the Osaka Health Survey. *Diabet Med* 2000; 17 (1): 53-58.
- 3) 厚生労働省. 健康づくりのための運動基準2006—身体活動・運動・体力—, 2006.
- 4) 厚生労働省. 健康づくりのための運動指針2006 (エクササイズガイド2006), 2006.



## ORIGINAL ARTICLE

# Muscle mass and bone mineral indices: does the normalized bone mineral content differ with age?

K Sanada<sup>1,2</sup>, M Miyachi<sup>1,2</sup>, I Tabata<sup>2</sup>, M Miyatani<sup>2</sup>, M Tanimoto<sup>2</sup>, T-w Oh<sup>2</sup>, K Yamamoto<sup>1,2</sup>, C Usui<sup>3</sup>, E Takahashi<sup>4</sup>, H Kawano<sup>4</sup>, Y Gando<sup>4</sup> and M Higuchi<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Consolidated Research Institute for Advanced Science and Medical Care, Waseda University, Tokyo, Japan; <sup>2</sup>Health Promotion and Exercise Program, National Institute of Health and Nutrition, Tokyo, Japan; <sup>3</sup>Faculty of Sport Sciences, Waseda University, Tokorozawa, Japan and <sup>4</sup>Graduate School of Human Sciences, Waseda University, Tokorozawa, Japan

**Objective:** To investigate the relationships between regional skeletal muscle mass (SM mass) and bone mineral indices and to examine whether bone mineral content (BMC) normalized to SM mass shows a similar decrease with age in young through old age.

**Subjects/Methods:** One hundred and thirty-eight young and postmenopausal women aged 20–76 years participated in this study and were divided into three groups: 61 young women, 49 middle-aged postmenopausal women and 28 older postmenopausal women. Muscle thickness (MTH) was determined by ultrasound, and regional SM mass (arm, trunk and leg) was estimated based on nine sites of MTH. Whole-body and regional lean soft tissue mass (LSTM), bone mineral density (BMD) and BMC (whole body, arms, legs and lumbar spine) were measured using dual-energy X-ray absorptiometry.

**Results:** Ultrasound spectroscopy indicated that SM mass is significantly correlated with site-matched regional bone mineral indices and these relationships correspond to LSTM. The BMC and BMD in older women were significantly lower than those in middle-aged women. When BMC was normalized to site-matched regional SM mass, BMC normalized to SM mass in arm and trunk region were significantly different with age; however, whole-body and leg BMC normalized to SM mass showed no significant difference between middle-aged and older postmenopausal women.

**Conclusions:** The age-related differences in BMC were found to be independent of the ageing of SM mass in the arm and trunk region. However, differences in BMC measures of the leg and whole body were found to correspond to age-related decline of SM mass in postmenopausal women.

*European Journal of Clinical Nutrition* (2009) 63, 465–472; doi:10.1038/sj.ejcn.1602977; published online 23 January 2008

**Keywords:** age; bone mineral content; bone mineral density; muscle function; skeletal muscle mass; ultrasound

## Introduction

Fractures in the elderly are associated with the loss of bone mineral density (BMD) and an increased risk of falls (Pfeifer *et al.*, 2004). Femoral neck and lumbar fractures are especially common problems in the elderly and can have a devastating impact on their ability to remain independent. Many investigators have shown that muscle strength (Gleeson *et al.*, 1990; Peterson *et al.*, 1991; Blain *et al.*, 2001; Sinaki

*et al.*, 2002) and muscle mass (Pluijm *et al.*, 2001; Szulc *et al.*, 2005; Walsh *et al.*, 2006) are associated with site-matched bone mineral indices, that is, BMD or bone mineral content (BMC). The greater rates of age-related loss of skeletal muscle mass (SM mass) occur in the legs and lower trunk regions, while only moderate losses occur in the upper trunk and arm regions (Reimers *et al.*, 1998; Kanehisa *et al.*, 2004). These regions correspond to the segments where fractures occur frequently. However, it is not sufficiently clear whether the age-related decrease of regional SM mass (for example, arm, leg and trunk region) affects the age-related decline of bone mineral indices in postmenopausal women.

According to Schiessl *et al.* (1998), more bone mass is accrued per lean body mass after puberty in girls than in boys. It has been speculated that this bone mass is not mechanically needed and serves as a surplus for

Correspondence: Dr K Sanada, Consolidated Research Institute for Advanced Science and Medical Care, Waseda University, 513 Wasedatsurumaki-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 162-0041, Japan.  
E-mail: sanada@waseda.jp

Received 11 July 2007; revised 31 October 2007; accepted 22 November 2007; published online 23 January 2008

reproduction. Schonau (2004) has repeated this finding in more depth in a series of papers based upon the forearm, but other authors (Ferretti *et al.*, 2000; Rittweger *et al.*, 2000) were unable to detect the surplus bone in the lower body. The accelerated bone loss observed around menopause is predominantly due to oestrogen deficiency (Kassem *et al.*, 1996). The phase of rapid bone loss normally lasts 4–8 years, and after this period, age-related bone loss is considered to occur in women.

Although the dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) method can be used to accurately estimate SM mass (appendicular muscle mass), it is not capable of accurate distinguish of SM mass from the trunk region. Ultrasound muscle thickness (MTH) has been widely employed for accurate measurement of SM size *in vivo* (Kawakami *et al.*, 1993; Abe *et al.*, 1997; Reimers *et al.*, 1998), and previous studies have shown it to be highly reliable and valid in measuring MTH (Kawakami *et al.*, 1993; Reimers *et al.*, 1998). These characteristics make ultrasound a useful alternative to other more expensive imaging methods for assessing changes in SM mass. Moreover, ultrasound-derived prediction equations can accurately estimate the regional SM mass involving the measurement of arm, leg and trunk muscles (Sanada *et al.*, 2006).

The present cross-sectional study investigates the relationships between regional SM mass and bone mineral indices, and examines whether regional BMC normalized to SM mass shows a similar decrease with age in young subjects through old age.

## Methods

### Subjects

One hundred and thirty-eight young and postmenopausal women aged 20–76 years participated in this study and were divided into three groups: 61 young women (YW:  $23.7 \pm 0.5$ , 20–39 years), 49 middle-aged postmenopausal women (MW:  $58.3 \pm 0.6$ , 40–64 years) and 28 older postmenopausal women (OW:  $70.3 \pm 0.7$ , 65–76 years). The NASA/JSC physical activity scale, a questionnaire method, was used to survey the subject's physical activity (Ross and Jacson, 1990). This scale was developed to provide an assessment score of 0–7 on a person's level of regular physical activity. There are a series of eight statements about routine physical activity.

None of the subjects smoked and they were not taking any medications, such as  $\beta$ -blockers, steroids or hormone replacement therapy. The subjects involved in this study were both sedentary and active women. Active young women participated in continuous aerobic exercise for at least one session per week for 1 h per session. Active postmenopausal women participated in a swimming programme for at least two sessions per week for 1 h per session. However, they were not highly trained athletes.

The purpose, procedures and risks of the study were explained to each participant prior to inclusion, and all

subjects gave their written informed consent before participating in the study approved by the Human Research Committee of the National Institute of Health and Nutrition. The study was performed in accordance with the guidelines of the Declaration of Helsinki.

### Whole-body DXA

Lean soft tissue mass (LSTM), fat mass, BMC and BMD were determined for the whole body using DXA (Hologic QDR-4500A scanner; Hologic, Waltham, MA, USA). Subjects were positioned for whole-body scans according to the manufacturer's protocol. Participants lay in the supine position on the DXA table with the limbs close to their bodies. The bone densitometer delivers a very low dose of radiation (1.5 mR for the whole body) using quantitative digital radiography. Daily DXA calibration of phantoms showed a coefficient of variation of 0.35% for BMD over the past 156 measurement points. The whole-body BMC and LSTM were divided into several regions, that is, arms, legs, trunk and head. The body compositions were analysed using manual DXA analysis software (version 11.2:3). The arm region was defined as the region extending from the head of the humerus to the distal tip of the fingers. The reference point between the head of the humerus and the scapula was positioned at the glenoid fossa. The leg region was defined as the region extending from the inferior border of the ischial tuberosity to the distal tip of the toes. The whole body was defined as the region extending from the shoulders to the distal tip of the toes. To minimize inter-observer variation, all scans and analyses were carried out by the same investigator, and the day-to-day coefficient of variations of his observations were 0.72% for BMD, 2.95% for LSTM and 6.98% for fat mass in the whole body.

### Blood samples

Before all measurements, fasting (>12 h) blood samples were collected by venipuncture in EDTA-containing tubes, refrigerated immediately and centrifuged at 1500 r.p.m. for 30 min at 4°C within 2 h. Serum samples from each participant were stored frozen at –20°C. Estradiol was assessed by radioimmunoassay (Amersham Biosciences, Piscataway, NJ, USA). In postmenopausal women, menopausal status was confirmed by concentrations of estradiol less than  $20 \text{ pg ml}^{-1}$ . In this study, estradiol concentrations were  $11.4 \pm 0.3 \text{ pg ml}^{-1}$  (range of  $10.0\text{--}17.0 \text{ pg ml}^{-1}$ ) in MW and  $11.8 \pm 0.4 \text{ pg ml}^{-1}$  (range of  $10.0\text{--}16.0 \text{ pg ml}^{-1}$ ; Table 1) in OW. Serum intact osteocalcin was measured with a sandwich enzyme immunoassay that uses polyclonal antibodies against 20 N-terminal residues (amino acids 1–20) and against seven C-terminal residues (amino acids 43–49; MBC, Tokyo, Japan). The inter- and intra-assay coefficient of variations for the estradiol and osteocalcin were <10%.

### Ultrasound MTH and measurements

Muscle thickness determined by B-mode ultrasound was assessed at nine sites on the anterior and posterior surfaces of