

肥満など)

2. 体力・運動能力
3. 心理的健康
4. 発育発達、成熟

日常的運動習慣の形成という視点から、今回は体力・運動能力を中心に報告することとする。

使用したキーワードは、physical activity、effect of physical activity、physical fitness、performance、aerobic performance、sports participation、habit、stability、behaviour、exercise、exercise trainingなどで、これらを何通りかに組み合わせることで検索を行った。また、年代は幼児期から思春期(2歳~18歳)に限定し、日本語と英語の文献のみを対象とした。

C. 研究結果

検索により抽出した文献の中で本研究の趣旨に沿ってまとめられていると思われる主なものについて以下に示す。

1. 身体活動が体力・運動能力に及ぼす効果

ベルギー人男子を13~18歳にかけて縦断的に調査した研究(1)では、身長、体重、骨成熟、皮脂厚のほか leg lifts、長座位体前屈、arm pull、支持懸垂、シャトルラン、垂直跳び、1分間のステップテスト後の心拍のリカバリーを毎年測定し、日常的な身体活動量による差が現われているかどうかを検討した。その結果、有意差を示

したのは、14歳以降の支持懸垂と1分間のステップテスト後の心拍のリカバリーのみであった。身体活動量の評価には質問紙とインタビューから得た週あたりの運動実施時間を用い、週5時間以上を active 群、週1.5時間以下を nonactive 群として比較した。

また、9~18歳のカナダ人男女の横断的研究(2)では、身体活動量と体力・運動能力との関連は、ごく弱いか中程度(weak to moderate; 11~20%ほどを説明)と推定された。この研究では、身体活動量を被検者本人による活動記録から得た1日のエネルギー消費量と運動強度、テレビ視聴時間によって評価している。体力・運動能力を表わす項目としては、皮脂厚、1分間の上体起こし、PWC₁₅₀ および脚の静的筋力を用いている。

2. 身体活動が骨密度に及ぼす効果

日本人の女子高校生の踵骨骨密度と身体活動の関係を調べた研究(3)がある。それによれば、運動部活動をしている群は、していない群より踵骨骨密度が有意に高かった。身体活動については、質問紙による調査のみであった。

3. 身体活動に関する習慣の形成について

身体活動量が多い子どもは、成人後も活動的であり続けるのだろうか。これについてまとめた総説(4)によれば、思春期から最長で30代半ばまでの縦断的調査の結果があり、小児期お

よび思春期の身体活動量は成人後もある程度 (low to moderate) 維持されることがわかっている。活動的であることよりも非活動的であることの方が、より継続性が高いと思われるが、これについての研究はほとんどない。スポーツ活動への参加状況を調べた研究では、思春期の活動状況と30代のそれでは、相関が0.09~0.31とあまり高いとは言えなかった。

D. 考察

身体活動の効果とその習慣の形成についての議論をするにあたり最も問題となるのは、身体活動量の調査法、評価法が統一されておらず、研究者ごとに方法が異なる点である。大別すれば、調査法には主に質問紙やインタビューによる生活調査、心拍モニターや万歩計による活動量調査があるが、さらにこれをどのように評価するか(運動頻度、時間、強度など。またその基準となる境界値の設定)によって結果は多様となる。また、対象者の選定方法も結果を左右する重要な要素である。もし、エリートスポーツ選手を対象とすれば、身体活動の効果は大きく評価される。しかし、本稿で挙げた研究の結果で示されたように一般の子どもを対象とした場合には、身体活動量による効果は小さくなり、あたかも運動の影響がないかのような印象を与える場合さえある。さらに、身体活動の効果は何に反映されているのか、測定・調査項目の選定にも十分な検討を重ねる必要があるだろう。

また、成人の場合と違い、子どもは成長過程にあるため、観察された変化のうち身体活動の効果によるもののみを分離して取り出すことは困難である。先行研究(2)では、身体活動の効果によると思われるのは変化全体のうち多くとも20%程度であろうと考えられた。体力・運動能力の場合、身体活動量以外に影響を受ける因子として、身長、体重などの身体の大きさや骨年齢などによって表わされる成熟度、測定に取り組む際の「やる気」などが考えられる。これらも考慮に加えることで、より正確に身体活動の体力・運動能力に与える効果を表わすことが可能になると思われるが、そのような先行研究は筆者らの調べた限り見つからなかった。

身体活動、運動習慣の形成については、やはり身体活動の調査法、評価法のばらつきがあり、比較が難しい。しかし、30代を過ぎて小児期からの身体活動を調べた研究は見つからなかったことから、より幅広い年代にかけて身体活動に関する習慣の調査を継続的に行う必要性が明らかとなった。

E. 結論

子どもの体力・運動能力に身体活動が及ぼす効果は、あまり大きいものではないように思われた。しかし、小児期から成人後まで継続的に調べた研究は限られており、小児期の身体活動が成人後の体力・運動能力に及ぼす効果については明らかにされなかった。この点については、今後実際に調査を

行って検討する予定である。

また、統一された身体活動量の調査法、評価法の確立も急がれる。

F. 文献

(1) Beunen, G.P. et al. : Physical activity and growth, maturation and performance: a longitudinal study. *Med. Sci. Sport Exerc.* 24(5): 576-585. 1992.

(2) Katzmarzyk, P.T. et al. : Physical activity and health-related

fitness in youth: a multivariate analysis. *Med. Sci. Sport Exerc.* 30(5): 709-714. 1998.

(3) 秋坂真史ほか : 女子高校生のライフスタイルと踵骨骨密度に関する研究. *日本衛生学雑誌* 52: 481-489. 1997.

(4) Malina, R.M. : Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. *Res. Quart. Exerc. Sport* 67(3): 48-57. 1996.

女子高校生の超音波法による踵骨骨量と身体活動の関連

分担研究者 衛藤 隆（東京大学大学院、教育学研究科）

分担研究者 石川 和子（国立健康・栄養研究所、健康増進部）

女子高校生 359 名について、超音波法により測定した踵骨の Stiffness Index、超音波伝播速度(SOS)、超音波減衰係数 (BUA) のそれぞれと身体活動量の関係を検討した。

その結果、現在の運動習慣のある者では Stiffness Index と SOS が有意に高値であった。現在の通学における歩行時間は片道で 15 分以上歩いている者で BUA のみが有意に高かった。過去の運動習慣では中学において 2 年以上の定期的な運動を実施した者で Stiffness Index と SOS は有意に高値であった。

以上のことから、将来の骨粗鬆症の予防のために、中・高校での日常の活動量と定期的な運動量を確保することの重要性及び、骨量の評価において SOS と BUA を分けて検討することの有効性が示された。

A. 研究目的

女子高校生の骨量と身体活動の関連を超音波法による Stiffness Index、SOS、BUA を個別に用いて検討する。

B. 研究方法

1. 対象

S 県西部にある高校の 1, 2 年生全 7 クラスの女子生徒全員 (368 名) を対象とした。このうち、骨密度の測定ができなかった者 3 名、調査項目に不備があったもの 2 名、およびホルモン剤の長期服用者 4 名を除く 359 名を解析対象者とした。

2. 測定および調査内容

骨量は右踵骨を A-1000plus (Lunar, WI, USA) を用いて超音波法にて測定した。骨量の指標には、超音波伝播速度 (Speed of sound; SOS; m/s)、超音波減衰係数 (Broadband ultrasound attenuation; BUA; MHz) および SOS と BUA から求められた Stiffness Index ($0.67 \times \text{BUA} + 0.28 \times \text{SOS} - 420$) を使用した。体重と体脂肪量を TBF-541 (TANITA, 東京) で測定した。

測定日には、現在および過去の病歴、現在および過去の運動、通学方法、牛乳・乳製品等 7 食品群の摂取頻度、生理の状

態、その他の生活習慣に関する自記式の調査を実施した。

3. 統計処理

骨密度の各指標と体格、初経との関係はピアソンの相関係数により検討した。各身体活動による骨量の比較は、共分散分析(ANCOVA)により検定した。骨量は各体格の指標、初経年齢、初経後年数と有意な相関がみられたが、共変量として体重と初経年齢または初経後年数を投入した場合、初経年齢、初経後年数は有意に影響せず、体重のみを共変量として用いた場合の結果と同じであったため、今回の解析は体重のみで調整した値を用いて比較した。

C. 研究結果

全対象者の年齢、身長、体重、体脂肪率、初経年齢、Stiffness Index、SOS、BUA はそれぞれ 16.3±0.6 歳、156.6±4.9cm、50.1±7.7kg、23.2±4.9%、12.2±1.1 歳、88.3±14.1、1541±31m/s、115±14MHz であった。年齢、初経年齢、初経後年数、SOS は 2 年生で有意に高かったが、身長、体重、BMI、体脂肪率、Stiffness Index、BUA は学年による差はなかった。

骨量の各指標と年齢、体格、初経年齢、初経後年数との相関係数を表 1 に示した。Stiffness Index は身長、体重、BMI、体脂肪率、初経後年数と有意な正の相関を示し、初経年齢と有意な負の相関を示した。SOS は身長を除いて、Stiffness Index と同じ傾向を示した。BUA は身長、体重、BMI、体脂肪率と有意な正の相関を示し、

初経との関係はみられなかった。また、体重は初経年齢と有意な負の相関(-0.284, p<0.01)、初経後年数と有意な正の相関(0.304, p<0.01)を示した。

運動習慣の有無による骨量の値を体重で調整して表 2 に示した。現在の運動習慣のある者では Stiffness Index と SOS が有意に高値であった。現在の運動頻度は 6～7 回/週の者が 93%をしめていた。運動種目はテニス、ソフトボール、バレーボールの 3 種目で約 60%をしめていたが、運動頻度・種目による骨量の差は明確ではなかった。現在の通学における歩行時間は片道で 15 分以上歩いている者で BUA のみが有意に高かった。過去の運動習慣では中学において 2 年以上の定期的な運動を実施した者で Stiffness Index と SOS は有意に高値であった。中学と現在(高校)での運動の実施について比較すると、中学・現在と継続して運動している者の Stiffness Index と SOS は、中学・現在とも運動していない者、中学でのみ運動した者に比べて有意に高い値となった。

D. 考察

思春期を対象としたライフスタイルと骨密度の関係の研究では、体重や BMI などの体格と定期的な運動の実施が大きく影響し、栄養による差が見られたものは少ない。本研究では、体重調整をしても中学や現在(高校)での運動の実施が骨量に大きく影響し、先行研究と同様の結果となった。

超音波法で測定される SOS と BUA は骨

の構造と密度という異なった側面を反映している。初経後の骨量の変化や、中高年女性で活動レベルによる骨量の差が BUA でのみ認められたことが報告されている。これらのことから、骨の構造と密度は必ずしも同時に変化するものでなく、要因によって異なった影響をうけると考えられる。本研究では現在や過去の運動の影響は SOS と Stiffness Index で明確であったが、通学時の歩行は BUA にのみ有効であった。本対象の現在や過去の運動は物理的なストレスが強いと予測される種目が多くみられた。これらのことは高い強度の運動と歩行のような低い強度の運動が異なったメカニズムで骨へ影響している可能性を示唆している。

E. 結論

本研究の結果から、高校生においては中学時代と高校での定期的な運動の実施が高い骨量の維持に有効であり、さらに通学時の歩行のような軽い強度の運動も骨量に影響することが示された。また、骨量の評価において SOS と BUA を分けて検討することの有効性が示された。以上より将来の骨粗鬆症の予防のために、中・高校での日常の活動量と定期的な運動量を確保することの重要性が示された。

表1 踵骨骨量の各指標と体格、初経年齢、初経後年数との相関係数

		Stiffness	SOS	BUA
		Index		
年齢	(歳)	0.065	0.090	0.017
身長	(cm)	0.125 *	-0.021	0.213 **
体重	(kg)	0.277 **	0.224 **	0.220 **
BMI	(kg/m ²)	0.245 **	0.252 **	0.144 **
体脂肪率	(%)	0.184 **	0.157 **	0.139 **
初経年齢	(歳)	-0.141 **	-0.124 *	-0.102
初経後年数	(年)	0.157 **	0.153 **	0.100

* p<0.05, ** p<0.01

Stiffness Index、SOS、BUAと体格、初経年齢、初経後年数とのピアソンの相関係数を示した。

表2 運動習慣の有無による踵骨骨量の各指標の比較

		n	Stiffness Index	SOS (m/s)	BUA (MHz)
現在の運動習慣	あり	132	91.9 ± 1.2	1551 ± 3	117 ± 1
	なし	227	86.2 ± 0.9 **	1536 ± 2 **	115 ± 1
通学における 片道の歩行時間	15分以上	270	88.8 ± 0.8	1541 ± 4	116 ± 1
	15分未満	63	86.3 ± 1.7	1542 ± 2	112 ± 2 *
中学生の時の運動習慣	あり	255	90.0 ± 0.9	1546 ± 2	116 ± 1
	なし	104	85.5 ± 1.2 **	1533 ± 3 **	114 ± 1
中学と現在の運動習慣	中学・現在ともあり	114	92.5 ± 1.2	1553 ± 3	117 ± 1
	現在のみあり	18	88.2 ± 3.1	1540 ± 7	116 ± 3
	中学生の時のみあり	109	87.4 ± 1.3 *	1539 ± 3 **	115 ± 1
	どちらもなし	118	85.0 ± 1.2 **	1532 ± 3 **	114 ± 1

* p<0.05, ** p<0.01 あり、15分以上、中学・現在ともありに対して
それぞれの運動習慣について、ANOVAを用いて体重調整したStiffness Index、SOS、BUAを示した。

女性における骨密度と身体活動の断面的検討

分担研究者 石川 和子 国立健康・栄養研究所

協力研究者 平野 美由紀 ”

協力研究者 小坂谷 典子 日本女子大学

研究要旨

女性における骨密度と身体活動との関連について骨代謝状態を考慮して検討することを目的とした。対象は20～39歳の若年成人女性集団（若年女性）および40～69歳の中老年女性集団（中老年女性）の2集団である。若年女性は超音波骨塩量測定装置を用いて踵骨を測定し、骨量指標としてStiffness indexを用いた。中老年女性はCXD法による第二中手骨骨密度を測定した。対象を、若年女性では出産経験の有無および出産状況別に出産経験なし・出産後12～35ヶ月、出産後36ヶ月の3群に、中老年女性では月経状態および閉経後年数別に月経正常・月経不順・閉経後1-5年、閉経後6-15年の4群に分けて、骨量と身体活動との関連について断面的検討を行った。その結果、出産経験および閉経の有無あるいはその後の経過時期により、身体活動の骨量に対する影響が異なる可能性が示された。したがって骨粗鬆症予防のための生活指導は、閉経前若年成人女性では出産経験および出産後月数との関係を、中老年女性では月経の有無および閉経後年数との関係をそれぞれ考慮した指導が行われるべきであると考えられる。

A. 研究目的

妊娠・授乳は一時的に骨代謝に強い影響を及ぼし、その影響は出産後12ヶ月までは大きいことが報告されている。また中老年女性では閉経により骨代謝が著しく変動し、閉経後数年間は顕著な骨量減少が起こることが知られている。これらの骨代謝の違いにより身体活動が骨量に与える影響が異なることが予測される。しかし、現段階では骨量と身体活動との関連について、妊娠・出産・授乳経験や閉経状態を考慮したうえで両者の関係を検討した研究はなされてい

ない。

本研究では地域在住の20～39歳女性集団（以下、若年女性）および40～69歳女性集団（以下、中老年女性）を対象とし、若年女性は出産状況別に出産経験なし、出産後12～35ヶ月、出産後36ヶ月以上の3群に、中老年女性は閉経状態により月経正常、月経不順、閉経後1-5年、閉経後6-15年の4群に分けて骨量と身体活動との関係について断面的検討を行った。

B. 研究方法

1. 対象者

対象者は1994年から1997年度の4年間に、A県O町において、骨粗鬆症検診を受診した20-39歳の健常女性457名（若年女性）および40-69歳の健常女性750名（中高年女性）の2集団である。除外者は骨代謝関連疾患の既往を有する者（甲状腺疾患、子宮摘出または卵巣摘出手術による閉経者等も含む）若年女性4名、中高年女性53名、骨粗鬆症治療中の中高年女性8名、タバコ、アルコール、コーヒーを習慣的に多量に飲用している若年女性23名、中高年女性19名、およびカルシウム剤飲用習慣のある若年女性17名、中高年女性26名とした。さらに、若年女性では出産状況の不明な1名、妊娠中・授乳中あるいは出産後12ヶ月未満であった48名、および授乳経験のない経産婦3名も除外した。また、中高年女性では閉経状態の不明な109名も除外した。最終的な分析対象者は若年女性361名、中高年女性535名とした。これらの対象を以下の通りに群分けした。

若年女性：出産経験なし群、出産後12～35ヶ月群、出産後36ヶ月以上群（以下、出産後 \geq 36ヶ月群）

中高年女性：月経正常群（以下、正常群）、月経不順群（以下、不順群）、閉経後1-5年群、閉経後6-15年群

2. 骨塩量測定方法

若年女性は超音波骨塩量測定装置（Lunar社製Achilles）を用い、Stiffness Index（ $\text{Stiffness} = 0.67\text{BUA} + 0.28\text{SOS} - 420$ ）を骨量の指標として用いた。BはCXD法（Teijin製BONELYZER）を用い、第二中手骨の骨密度（Bone Mineral Density, mmAl ：以下、BMD）を測定した。

3. 調査項目および方法

1) 身体計測

身長および体重を骨塩量測定時に計測した。また、身長、体重よりBMI（Body Mass Index(kg/m^2 ））を算出した。

2) アンケート調査

年齢、既往歴、月経状態、出産・授乳経験等の身体状況、現在および過去の運動習慣、喫煙、飲酒、睡眠時間等の日常生活状況、カルシウム給源食品として牛乳・乳製品・小魚・豆製品・緑黄色野菜・魚・肉の7食品および嗜好飲料の適当たり摂取頻度、カルシウム剤・ビタミン剤の摂取状況等の食生活習慣に関する自記式によるアンケート調査を行った。

3) 歩数調査および食事記録調査

連続7日間の歩数調査および平日の連続2日間の食事記録調査を実施し、記入もれは栄養士が聞き取りを行った。食事記録は、四訂食品標準成分表に基づいて栄養価計算を行い、2日間の平均値を一日当たり摂取量とした。歩数は7日間の平均値を求めた。

4. 解析方法

若年女性はStiffnessと身体活動、中高年女性はBMDと身体活動との関連性を中心に検討した。各群間における各種因子の平均値の差の検定には一元配置の分散分析を用いた。骨量と身体活動との関連については若年女性は年齢および初経年齢を、中高年女性は年齢およびBMIをそれぞれ調整項目とした共分散分析を行った。有意差の検定は5%水準を有意としたが、10%についても併記した。すべての統計処理にはSPSS release7.5Jを用いた。

C. 研究結果

1. 若年女性における出産状況別踵骨 Stiffness と身体活動との関連

若年女性について、出産状況別に身体活動と踵骨骨量との関連を検討した。表 1 は出産経験なし、出産後 12~35 ヶ月、出産後 \geq 36 ヶ月の 3 群における身体特性を示す。各群間において年齢に有意差が認められ、出産経験なし群、出産後 12~35 ヶ月群、出産後 \geq 36 ヶ月群の順に高くなった。身長および体重には各群間で差が見られなかった。BMI は出産後 \geq 36 ヶ月群において、出産経験なし群に比し有意に高値であった。Stiffness は出産経験なし群において最も高値であったが、各群間で有意差は認められなかった。

表 2 は、過去および現在の運動習慣の有無、平均歩数別の Stiffness の平均値および年齢、初経年齢調整平均値を比較したものである。

出産経験なし群では、過去の運動習慣を有するものは有意ではないが Stiffness が高い傾向が認められた。現在の運動習慣の有無では、運動習慣を有する者で Stiffness は有意に高値であった。平均歩数により 6000 歩、8000 歩を基準に 3 群に分けて比較すると、差は見られなかった。

出産後 12~35 ヶ月群では、Stiffness と過去および現在の運動習慣の有無、平均歩数別ともに差は認められなかった。

出産後 \geq 36 ヶ月群では、Stiffness は現在の運動習慣を有する者において有意に高かったほかは、Stiffness との関連は認められなかった。

2. 中高年女性における閉経状況別第二中手骨骨密度と体格および身体活動との関連

中高年女性について、閉経状態別に身体活動と第二中手骨骨量との関連を検討した。表 3 は正常、不順、閉経後 1-5 年群、閉経後 6-15 年群の 4 群における身体特性を示す。年齢は閉経後の 2 群は閉経前の 2 群に比し、また閉経後 6-15 年群は閉経後 1-5 年群に比しそれぞれ有意に高値であった。身長は閉経後 6-15 年群において閉経前の 2 群に比し有意に低値であった。BMD は閉経前の 2 群で閉経後の 2 群に比し有意に高値を示し、閉経後 6-15 年群では閉経後 1-5 年群に比し有意に低値であった。

表 4 は、平均歩数別、現在および過去の運動習慣の有無別の BMD の平均値および年齢、BMI 調整平均値を比較したものである。正常群では、過去の運動習慣を有するもので有意に BMD が高かった。不順群および閉経後 1-5 年群では平均歩数、現在の運動習慣、過去運動習慣のいずれも BMD との関連は認められなかった。閉経後 6-15 年群では BMD は平均歩数が 6000 歩未満の者は 6000 歩以上の者に比し、また 8000 歩未満の者は 8000 歩以上の者に比し、それぞれ有意に高値であった。

D. 考察

今回若年女性で使用した低周波超音波法は、X 線による被爆がないため、妊娠の可能性のある者や、妊娠中を通じた継続的な測定が可能である。日本における若い女性の骨量測定では、超音波法が最も広く用いられている。

若年女性において出産状況別に検討した踵骨 Stiffness は出産経験なし群においては、青年期の運動習慣が、有意ではないが positive に影響している傾向が認められ

た。この原因として、この群では妊娠や出産の影響を受けずに、青年期の生活習慣が継続したり、その影響が持続している可能性が考えられる。これらの所見は、10代の身体活動が若年成人の骨量に有効であるという報告と一致する結果であった。現在の身体活動では、運動習慣を有する者の Stiffness は有意に高値を示したが、平均歩数別では有意差は認められなかった。閉経前若年成人女性の骨量に対して weight-bearing exercise の効果や、今回は関連は示されなかったがスポーツ以外の身体活動の効果を示した報告もある。出産経験のない若年成人女性においては、青年期からの運動や身体活動による物理的刺激による影響の方が強く関わっている可能性が示唆された。

出産後 12~35 ヶ月群における身体活動状況については、過去・現在の運動習慣および歩数のいずれも Stiffness とは関連していなかった。妊娠中期および後期では骨吸収優位の高代謝回転状態にあり、産褥期では骨吸収・骨形成ともに亢進するが、とくに骨形成優位の高代謝回転状態にあることや、授乳婦における骨代謝の亢進が知られている。しかしながら、妊娠・授乳によるそのような高骨代謝回転状態の影響がどの程度持続するかは明らかでない。今回出産後 12~35 ヶ月群で Stiffness と身体活動との関連が示されなかったのは、身体活動の効果を上回る骨代謝の変動がこの時期でも持続していることが考えられる。

出産後 ≥36 ヶ月群では、現在の運動習慣の有るもので Stiffness が有意に高かった。この時期の Stiffness にとって、運動習慣を有することが positive に働くことが考えら

れる。しかし過去の運動および身体活動では Stiffness との明らかな関連は認められなかった。この時期は骨代謝の変動が起こる Peak Bone Mass 到達期や妊娠・授乳直後期、あるいは骨量減少が始まる閉経直前期のいずれにも該当せず、骨代謝状態が比較的安定した時期にあることが予測される。このように生理的な変動の比較的少ないと思われる時期における骨量と身体活動との関連については、運動の種目や継続期間等の定量的で詳細な断面研究や縦断的な検討が必要とされよう。

中高年女性で用いた CXD 法は、測定時間が早く、低価格で X 線被爆が少なく、CV 値が低いという利点を有し、他の測定法と比べて骨折リスクの予測に有効であることが報告されている。しかし、この方法を用いて測定した第二中手骨 BMD とライフスタイルとの関連を検討した報告は少ない。中高年女性ではライフスタイルと BMD との関連を月経状態および閉経後年数別に 4 群に分けて検討した。

月経正常群では、青年期に運動習慣を有していた者において有意に高値であったが、現在の運動習慣や身体活動と BMD との有意な関連は認められなかった。

月経不順群で BMD と身体活動との関連に有意差が認められなかった理由は明らかでないが、この時期では月経不順の程度に個人差が大きく、そのことが骨量に大きく影響していると考えられる。

閉経後 1-5 年群でも身体活動と BMD との関連は認められなかった。(今回は結果に示さなかったが、この群ではカルシウム摂取と有意な関連が認められた。)

閉経後 6-15 年群では、歩数が週に 6000

表1 若年女性における群別対象者の身体特性およびStiffness

	出産経験なし (n=91)	出産後 12~35 ヶ月 (n=92)	出産後 ≥36 ヶ月 (n=178)
年齢 (歳)	28.1±4.3	30.1±3.6 ^{ac}	34.9±3.1 ^{ab}
身長 (cm)	157.3±5.6	156.5±4.3	156.0±4.8
体重 (kg)	50.2±5.9	50.6±6.9	51.7±7.0
BMI (kg/m ²)	20.3±2.0	20.7±2.8	21.3±2.7 ^d
Stiffness (%)	87.9±12.1	84.2±10.9	84.7±10.8

平均±標準偏差, BMI: Body mass index

a: p<0.001 vs. 出産経験なし, b: p<0.001 vs. 出産後 12~35 ヶ月, c: p<0.001 vs. 出産後 ≥36 ヶ月

d: p<0.01 vs. 出産経験なし

表2 若年女性におけるStiffnessと身体活動との関連

項目	調整	カテゴリー	出産経験なし		出産後 12~35 ヶ月		出産後 ≥36 ヶ月	
			n	Stiffness	n	Stiffness	n	Stiffness
過去運動習慣 の有無	-	なし	71	87.0±1.4	77	84.2±1.2	153	84.6±0.9
		あり	12	91.3±4.4	13	82.3±3.0	21	85.8±2.8
	年齢・初経年齢	なし	71	87.0±1.5	77	84.3±1.2	153	84.5±0.9
		あり	12	91.5±3.6	13	81.7±3.0	21	86.0±2.4
現在運動習慣 の有無	-	なし	74	86.4±1.4	82	83.6±1.1	143	84.0±0.9
		あり	12	93.6±2.7*	9	87.1±4.9	33	88.0±2.0*
	年齢・初経年齢	なし	74	86.3±1.4	82	83.7±1.2	143	83.9±0.9
		あり	12	94.1±3.5*	9	86.1±3.6	33	88.5±1.9*
週当たり歩数 平均 (歩/日)	-	<6000	23	87.5±2.9	19	83.8±2.1	30	86.9±2.2
		6000-7999	13	87.8±2.8	18	84.6±3.0	37	83.7±2.1
		≥8000	12	89.8±3.9	26	83.7±2.3	58	86.7±1.4
	年齢・初経年齢	<6000	23	87.6±2.7	19	83.5±2.5	30	87.1±2.1
		6000-7999	13	87.6±3.7	18	83.2±2.7	37	83.1±1.9
		≥8000	12	89.9±3.9	26	84.8±2.2	58	87.0±1.5

平均±標準誤差

* p<0.05

歩以上あるいは 8000 歩以上の者で有意に高い BMD を有していた。この結果は現在の身体活動が閉経後の BMD を維持することを示唆している。

本研究では、20-39 歳女性の踵骨骨量は出産経験なし、出産後 12~35 ヶ月、出産後 ≥ 36 ヶ月の 3 群で、また 40-69 歳女性の第二中手骨 BMD は月経正常、月経不順、閉経後 1-5 年、閉経後 6-15 年の 4 群で身体活動と骨量との関連はそれぞれ異なっていたことから、出産経験および閉経の有無あるいはその後の経過時期により、身体活動の骨量に対する影響が異なる可能性が示された。

E. 結論

身体活動が骨量に与える影響は女性のライフステージにより異なっており、骨粗鬆症予防のための日常生活指導は、閉経前若年成人女性では出産経験および出産後月数との関係を、中高年女性では月経の有無および閉経後年数との関係をそれぞれ考慮した指導が行われるべきである。

F. 研究発表

1. 論文発表

Kazuko Ishikawa, Toshiki Ohta. Radial and metacarpal bone mineral density and calcaneal quantitative ultrasound bone mass in normal Japanese women. *Calcif Tissue Int* (in press).

表3 中高年女性における群別対象者の身体特性およびBMD

	正常群 (n=113)	不順群 (n=141)	閉経後1-5年群 (n=120)	閉経後6-15年群 (n=161)	p<
年齢 (歳)	46.6 ± 3.5	46.8 ± 3.4	53.2 ± 2.9 ^{a,b}	59.0 ± 4 ^{a,b,c}	0.01
身長 (cm)	154.4 ± 4.9	155.2 ± 4.8	153.7 ± 4.9	152.1 ± 5.2 ^{a,b}	0.01
体重 (kg)	53.9 ± 7.2	53.5 ± 7.1	54.1 ± 8.6	53.0 ± 7.5	NS
BMI (kg/m ²)	22.6 ± 2.8	22.2 ± 3.0	22.9 ± 3.2	22.9 ± 2.9	NS
BMD (mmAl)	2.724 ± 0.224	2.744 ± 0.226	2.489 ± 0.26 ^{a,b}	2.319 ± 0.241 ^{a,b,c}	0.01

平均±標準偏差

正常群: 正常な月経周期; 不順群: 不順な月経周期; 閉経後: 閉経後年数

BMI: body mass index, BMD; 骨密度

p: 4群間における統計分析P値; NS: 有意差なし

a: p<0.01 vs. 正常群, b: p<0.01 vs. 不順群, c: p<0.01 vs. 閉経後 1-5年群

表4 中高年女性における第二中手骨骨塩量と身体活動との関連

	正常群 (n=113)			不順群 (n=141)			閉経後1-5年群 (n=120)			閉経後6-15年群 (n=161)			
	n	BMD	p<	n	BMD	p<	n	BMD	p<	n	BMD	p<	
日常の身体活動 (歩/日)	<6000	28	2.712 ± 0.042	NS	31	2.757 ± 0.042	NS	36	2.478 ± 0.042	NS	46	2.247 ± 0.033	0.05
	≥6000	63	2.720 ± 0.028		78	2.734 ± 0.026		69	2.468 ± 0.031		88	2.352 ± 0.024	
日常の身体活動 (歩/日)	<8000	56	2.731 ± 0.029	NS	54	2.755 ± 0.032	NS	60	2.471 ± 0.033	NS	86	2.275 ± 0.024	0.01
	≥8000	35	2.697 ± 0.037		55	2.727 ± 0.031		45	2.472 ± 0.038		48	2.389 ± 0.032	
現在の運動習慣	無	81	2.730 ± 0.025	NS	100	2.739 ± 0.023	NS	88	2.477 ± 0.026	NS	107	2.332 ± 0.023	NS
	有	32	2.709 ± 0.039		41	2.755 ± 0.035		32	2.523 ± 0.044		54	2.297 ± 0.032	
若年期における運動習慣	無	76	2.685 ± 0.025	0.01	97	2.737 ± 0.023	NS	95	2.487 ± 0.026	NS	134	2.308 ± 0.020	NS
	有	37	2.805 ± 0.036		44	2.758 ± 0.034		25	2.497 ± 0.050		27	2.373 ± 0.045	

正常群: 正常な月経周期; 不順群: 不順な月経周期;
 年齢及びBMIで調整した平均値±標準誤差
 p: 運動習慣の因子間の共分散分析によるP値; NS: 有意差なし

研究要旨 都市の勤労者男性約1,000名の約10年間に及ぶ縦断研究から、身体活動状況の変化と健康診断の検査所見の変化との間に、他の要因とは独立した有意な関連があることが明らかとなった。

A. 研究目的

身体活動が健康診断の検査所見にどのような影響を及ぼすか、比較的小人数を対象とした短期間の実験的研究は数多い。一方、疫学研究では、断面調査において身体活動と検査所見の関連を分析し、その結果に基づき因果関係を推論したものが多い。しかしながら、より因果関係に迫るためには、追跡研究により身体活動の変化と検査所見の変化とが関連するかどうかを検討する必要がある。そこで、本研究では、生活習慣病対策の科学的根拠となるデータを得る目的に、生活習慣の一つである身体活動の変化と検査所見の変化の関連を追跡調査により分析した。

B. 研究方法

(1)経年的な循環器健診を実施している大阪の11集団の勤労者の受診者に対して、1988～90年(前期)にかけて、健診実施時に身体活動に関する質問票調査を行った。質問票の内容は、1)定期的な運動習慣(週1回以上かつ1回につき15分以上)の有無およびその内容、2)過去の職業として重労働(ここにおける重労働とは10kg以上の重いものを持ち上げたり、運んだり、あるいはそれと同じ程度の強さの力仕事を指す)に従事していたかどうか、3)3階ぐらいの高さを昇る際に歩行とエスカレーターのどちらを選択するか、4)平均睡眠時間、5)通勤に要する歩行時間、6)自転車の利用時間、7)1週間当たりの勤務日数、8)1日当たりの勤務時間、9)勤務時間中の立位と座位の割合、10)立位勤務時間に占める立ち止まった状態の割合、11)現在の重労働の勤務時間、の11の質問項目からなる。1997年(後期)には「生活習慣病」の登場をふまえ、身体活動を含む生活習慣に関する質問票を導入した。この中には前記の質問項目の内、1), 4), 9)

の質問が含まれる。そこで、両調査を受けた6事業所(現業系2社、事務系4社)の男性受診者について、両時期の健診時の身体活動状況(本報告では勤務中の姿勢の構成、定期的な運動の有無および実施時間)を比較した。

(2)前期において40歳代の男性1072名を対象とし、身体活動状況を中心に生活習慣の変化と健診における各種検査所見(本報告ではHDLコレステロールのみ示す)の変化との関連について、約10年間の追跡調査をもとに検討した。

C. 研究結果

(1)前期および後期の間で、年齢階級間の勤務中の姿勢の構成を比較すると、前期は40歳代より50歳代の方で座業が主である者の割合が多かったが、後期は逆転していた(表1)。定期的な運動をしている者の割合は、両時期とも50歳代の方が40歳代より多かった。同じ年代を前期・後期の間で比較した結果、40歳代は、勤務中に座業が主であると答えた者の割合が後期に著明に増加していた。一方、50歳代は、勤務中に座業が主であると答えた

表1 前期及び後期において年齢階級別にみた勤務中の姿勢及び定期的な運動の頻度の推移

	大阪事業所、男性				
	88～89年(前期)		97年(後期)		前期40歳代の後期における構成
	40歳代	50歳代	40歳代	50歳代	
総数(人)	2020	1610	1780	2103	1239
勤務中の姿勢(%)					
ほとんど座っている	27.2	35.5	35.6	31.6	30.6
座っている方が多い	20.0	22.2	21.0	18.8	21.8
半々	20.2	16.4	16.4	18.9	20.0
立っている方が多い	12.6	8.8	9.3	11.1	11.4
ほとんど立っている	20.0	17.1	17.7	19.6	16.2
定期的運動					
している	27.6	32.2	31.7	38.7	38.1
していない	72.4	67.8	68.3	61.3	61.9

者の割合が後期にやや減少していた。定期的運動をしている者の割合は40、50歳代ともに後期に増加していた。

(2)生活習慣の変化と主な健診所見の変化との関連(順位相関)について検討した結果(表2)、勤務中の姿勢構成の変化と有意な関連を認めたのは体重およびHDL-Cコレステロール値(HDL-C)の変化であった。

表2 生活習慣の変化と検査値の変化量との相関分析

(大阪事業所、前期40歳代、男性1072名)
Spearmanの順位相関

	検査値					
	体重	皮下脂肪厚	DBP	総CH	HDL-C	TG
生活習慣						
勤務中の立位割合	**				\$	
運動時間	*	***			\$\$\$	**
飲酒量			\$\$\$		\$\$\$	
喫煙本数	*		*		*	
塩分への留意						
脂肪と卵への留意					\$	
食べ過ぎへの留意						*

*: p<0.05 ** : p<0.01 ***: p<0.001 (いずれも負の関連)
\$: p<0.05 \$\$: p<0.01 \$\$\$: p<0.001 (いずれも正の関連)

次に、運動時間の変化と関連を認めたのは、体重、皮下脂肪厚、トリグリセライドおよびHDL-Cの変化であった。そこで、健診所見の中でも虚血性心疾患の負のリスクファクターであり身体活動とも関連

表3 身体活動量の変化別にみた

HDL-Cの変化量 (単位:mg/dl)

	前期		後期		差
	受検数	HDL-C	受検数	HDL-C	
勤務中の立位割合					
2ランク以上ダウン	161	58.8	52.3		-6.5
1ランクダウン	188	58.8	54.4		-4.3
同一ランク	498	58.7	53.6		-5.1
1ランクアップ	144	60.7	56.0		-4.7
2ランク以上アップ	81	58.4	55.1		-3.3
分散分析		NS	NS		NS
傾向性の検定		NS	NS		*
運動時間					
0分未満	157	58.6	53.5		-5.0
0~29分	651	59.2	53.4		-5.8
30~89分	78	59.0	54.9		-4.1
90~149分	73	57.9	54.8		-3.1
150分以上	113	58.9	57.0		-1.9
分散分析		NS	NS		***
傾向性の検定		NS	*		***

*: p<0.05 ** : p<0.01 ***: p<0.001

の深いHDL-Cに注目し、勤務中の姿勢構成および運動時間の変化の区別にHDL-Cの変化の平均値を比較した(表3)。その結果、勤務中の立位割合は10年の間にランクダウンした者が多かったが、座業が増えるほど、または運動時間が減少するほど、HDL-Cは有意により低下していた(傾向性の検定)。一方、体重の変化は勤務中の姿勢構成の変化区分と有意な関連を認め、運動時間の変化区分とは認めなかった(表4、傾向性の検定)。

表4 身体活動量の変化別にみた体重の変化量 (単位:kg)

	受検数	前期体重		後期体重		差
		受検数	平均値	受検数	平均値	
勤務中の立位割合						
2ランク以上ダウン	161		62.44	64.35		1.90
1ランクダウン	188		63.72	65.12		1.40
同一ランク	498		63.02	64.30		1.28
1ランクアップ	144		62.39	63.27		0.89
2ランク以上アップ	81		64.55	65.22		0.68
分散分析			NS	NS		*
傾向性の検定			NS	NS		***
運動時間						
0分未満	157		63.58	65.04		1.46
0~29分	651		62.57	64.00		1.43
30~89分	78		64.97	65.57		0.61
90~149分	73		63.78	65.58		1.80
150分以上	113		63.64	64.05		0.41
分散分析			NS	NS		***
傾向性の検定			NS	NS		NS

*: p<0.05 ** : p<0.01 ***: p<0.001

HDL-Cの変化を目的変数、生活習慣の変化を説明変数とした重回帰分析を行った結果(表5)、勤務中の姿勢構成および運動時間の変化は有意な説明変数だった。

表5 HDL-Cの変化量と生活習慣の変化との関連についての重回帰分析

(大阪事業所、前期40歳代、男性1072名)

説明変数	分析1		分析2		分析3		
	回帰係数	t値	回帰係数	t値	回帰係数	t値	
前期のHDL-C値	mg/dl	—	—	-0.195	-0.15	-0.181	-0.90
体重の変化	kg	—	—	—	—	-0.905	-10.8
勤務中の立位割合	1ランク	0.496	2.29 *	0.509	2.44 *	0.298	1.50
運動時間	分/週	0.007	3.41 ***	0.007	3.55 ***	0.005	2.76 **
飲酒量	合/日	2.216	5.23 ***	1.970	4.82 ***	2.315	5.95 ***
喫煙本数	本/日	-0.096	-3.27 **	-0.092	-3.25 **	-0.125	-4.65 ***
塩分への留意	1ランク	-0.347	-0.54	-0.281	-0.45	-0.157	-0.27
脂肪と卵への留意	1ランク	1.398	1.92	1.339	1.91	1.088	1.64
食べ過ぎへの留意	1ランク	0.713	1.34	0.814	1.58	0.490	1.01

注 分析1~3 : それぞれ説明変数に前期のHDL-C値、体重を加えていった。
*: p<0.05 ** : p<0.01 ***: p<0.001

HDL-Cの変化は、「平均への回帰」の存在からHDL-Cと強い負の関連を認め、また、体重の変化とも強い負の関連を認めるの

で、体重の変化および前期のHDLCを説明変数として加えて分析した結果では、運動時間の変化のみが有意な説明変数として残った。

D. 考察

前期及び後期の断面成績の比較により、都市においても10年間の身体活動状況の変化は大きかったものと推察される。後期では、ほとんど座っていると答えた者の割合が30%以上であり、労働による身体活動が不足してきた状況が示された。それに対処するためかあるいは啓発活動の成果なのか明らかではないが、40、50歳代ともに後期における定期的運動の頻度が前期より高く、運動習慣の普及が進んでいるものと考えられる。年齢階級間で比較すると、前期・後期ともに40歳代より50歳代の方が定期的運動の頻度が高く、高齢になるほど自分の健康に対する関心が高くなっていく一般的な傾向と一致するものと考えられる。

検査所見の変化と身体活動の変化との関連について、体重の変化は勤務中の身体活動量の変化の方がより強い負の関連を、皮下脂肪厚の変化は運動による身体活動量の変化とのみ有意な負の関連を認め、身体活動の質的な違いによって肥満への影響が異なる可能性が示唆された。同様の傾向は断面成績でも認められている。同様に、HDLCの変化についても運動による身体活動量の変化の方が、より強い正の関連を認め、HDLCは強い運動との関連が強いという報告が多いことと関連する。

HDLCの変化を目的変数とした重回帰分析を行った結果、体重の変化を説明変数として加えない場合は、勤務中の姿勢構成および運動時間の変化はともに有意な説明変数だったが、体重の変化および前期のHDLCを説明変数として加えて分析した結果では、運動時間の変化のみが有意な説明変数として残った。この解釈としては、勤務のような日常的な身体活動は体重の変化を介して、また運動は体重の変化とは独立してHDLCの変化に影響する可能性が示唆された。

保健分野において、介入の効果に関する因果関係を科学的に立証するために無作為化対照試験 RCT(Randomized Contro-

lled Trial)が重視されるが、人を対象とした研究では多くの場合、その実行可能性feasibilityに問題がある。今回の結果は観察研究によるものであり、幾つかのバイアスが混入している可能性があるが、身体活動という生活習慣が変化すると、検査所見に代表される健康度にも変化が生じることが縦断的に示され、身体活動(運動も含む)の効果を示唆するエビデンスとして一定の成果があったものと考えられる。

E. 結論

近年、医療・保健分野における日常の諸活動について、これまで以上に科学的根拠や評価が重視されるようになった。「生活習慣病」対策を効果的に進めていくためには、生活習慣を把握するために、一般化しやすくかつ精度の高い方法を開発し、それらを用いて、日本人を対象とした研究を積み上げていく必要がある。身体活動についても、そうしたツールの開発と普及が今後の大きな課題と考えられる。

F. 研究発表

学会発表

内藤義彦, 飯田 稔: 身体活動状況の変化が健診所見に及ぼす影響に関する縦断的研究(第53回日本体力医学会大会), 体力科学, 47巻, 6号, 908頁, 1998年.

参考文献

1. 内藤義彦: わが国における男性勤労者の身体活動量と循環器検診成績の関連—身体活動量の把握方法の開発とその応用. 日本公衛誌, 41: 706-719, 1994.
2. 内藤義彦, 飯田稔, 他: 身体活動が検診成績および循環器疾患の発症、総死亡に及ぼす影響に関する追跡研究. 厚生 indices, 44, 3-9, 1997.