

中高年女性の踵骨における超音波 Stiffness の推移

今本喜久子¹ 北村文月¹ 藤本悦子² 新穂千賀子³

¹基礎看護学講座 ²石川県立看護大学 ³兵庫県立大学 環境人間学部

要旨

超音波測定法により、中高年女性 21 名の踵骨 Stiffness を年 2 回 7 年間にわたって縦断的に測定した。全 Stiffness は有意な負の年齢相関を示した ($r=-0.589$; $p<0.001$)、その回帰直線の傾きは-1.05 であり、年 1.4%の骨強度減少を示唆した。しかし、対象者を閉経前 (3 名)・閉経周辺 (4 名)・閉経後 (14 名) の 3 群に分けると、閉経周辺群の Stiffness のみが有意な負の年齢相関を示した ($r=-0.554$; $p<0.001$)。3 群の Stiffness を分散分析すると、閉経前群と閉経周辺群には平均値に有意差がなかったが、閉経後群の平均値は他の 2 群のものより有意に低くなっていた (閉経前 82.96; 閉経周辺 81.22; 閉経後 66.40)。閉経後の経過年数に基づいて Stiffness の年減少幅を調べると、閉経 1 年後に-7.2 の最大減少幅を示し、その後数年で閉経前の減少幅に戻った。生活習慣の調査では、偏食の有無、牛乳・小魚によるカルシウム摂取の有無、若年期における運動の有無で分けた 2 群は、t 検定により平均値に有意差を示した。

キーワード：中高年女性、閉経、超音波 Stiffness、踵骨、生活習慣

はじめに

骨を健康に保つことは、個人にとっては高齢期の QOL を高く保ち幸せな老後を送る基本条件である。日本の男女は、世界一長寿になって久しいが、寝たきりや認知症の要介護高齢者が増加する限り、長寿は必ずしも高齢者の幸福につながらない。骨折が原因となって寝たきりになることは、本人とその家族の QOL を損ない、ひいては高齢社会における保健福祉経費の急騰を招く重要な社会問題となる。国や地方自治体は高齢者の保健福祉施策を打ち出すと同時に、一般国民の健康教育・意識啓発に力を注ぎ、中高年期から高齢期に至るまでの総合的な保健対策に取り組む必要性に迫られている¹⁾。

こうした時代背景の中で、厚生労働省は 2010 年まで展開される国民健康づくり運動「健康日本 21」を提唱している²⁾。この運動の目標は、国民一人ひとりが生活習慣の改善に努め、高齢期に寝たきりや認知症に陥ることなく、QOL を維持して自立生活ができる「健康寿命」を延ばすことにある。

特に、女性は男性より長寿とは言え、中高年期に迎える閉経をきっかけに更年期障害を引き起こし^{3, 4)}、骨量減少から骨粗鬆症や痴呆症のリスクを増大させ、「健康寿命」を短くしている。女性にとって、閉経は避けることのできない更年期の身体的変化であるため、その変化にうまく対処してリスクを回避するよう女性は自分

の骨量に大きな関心を払い健康管理に努めるべきであろう^{5, 6)}。

骨粗鬆症の治療法は、近年種々の治療薬の開発によって大きく進歩している^{7, 8, 9)}。とりわけ、更年期症候群患者の QOL を専門的に扱う婦人科医の骨粗鬆症への関与は多大である^{10, 11)}。しかし、ホルモン補充療法 (HRT) を golden standard とみなしていた一時期の風潮は、深刻な副作用を認めた WHI の報告¹²⁾以降はさすがに影をひそめている。その一方で、安全に処方できる方法を模索し、むしろ形を変えて普及に努める動きも少なくない^{10, 13)}。

骨粗鬆症に限らず、生活習慣病と呼ばれる全ての疾病はゆっくりと発症するため、例外はあっても生活習慣の改善で一次予防や二次予防が可能である^{5, 6, 14)}。一次予防では生活習慣を見直す機会を提供して、本人に健康管理を勧めることが、真に女性の QOL にかなう選択である。こうした予防への動機付けのため、成人女性は定期健診の 1 つとして骨量測定を試みて、骨量の推移を自覚することが望ましいと考える。

本研究は、中高年女性の骨量推移を明らかにして、骨量減少の予防取り組みに役立てるために、非侵襲性の超音波測定法で 7 年間骨量測定を継続した縦断的研究である。なお、この調査研究は、平成 14 年度の滋賀医科大学倫理委員会の審査を受け、受付番号 14-18 で承認されている。

	N数	平均値	標準偏差	相関係数	有意確率
年齢	227	57.21	5.80		
Stiffness	227	72.43	9.98	-0.589*	0.000

表1 Stiffness と年齢：記述統計量とその相関

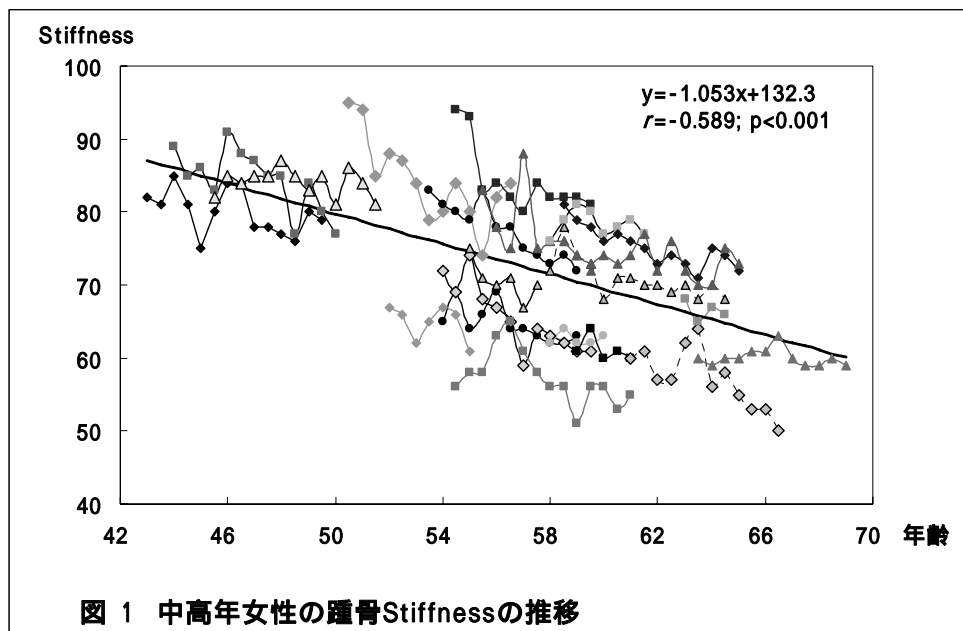


図1 中高年女性の踵骨Stiffnessの推移

対象と方法

研究の対象者は、研究の目的と実施方法の説明を理解し、研究ボランティアになることを承諾した当大学の近隣に在住する中高年女性21名である。調査は平成10年の春に開始し、半年毎の測定を平成16年秋まで7年間継続した。調査で得たデータは、コード化して保管し、統計処理して個人名を伏せる倫理的配慮を行った。

骨量測定には超音波測定装置 Achilles 1000 (LUNAR社製)を用いた。低周波超音波法は、放射線を用いないので被検者に対して非侵襲性であり、測定法が簡便であるため縦断的調査には適している。

超音波による骨量測定の原理は、温水槽内に浸した右足の踵を通過する超音波信号を解析し、超音波伝播速度(SOS)と超音波減衰係数(BUA)を測定する。これら2つの計測値からAchillesのコンピューターソフトに組み込まれた計算式に基づいて踵骨のStiffnessが表示される¹⁵⁾。この無名数であるStiffnessを骨強度指標とみなした。

初回の測定時には質問紙による調査も行った。身体的属性のほか、既往歴、服用薬および初潮・閉経について尋ねた。過去にホルモン補充療法や、骨量に影響する婦人科疾患、胃摘出、腎疾患などを経験した対象者はいなかった。3名は軽度の高血圧症であったが、

全員が健康を維持していた。生活習慣の調査では、食習慣と運動習慣について尋ねた。

半年毎の測定時に、体調や生活習慣の変化について面談で尋ね記録した。データのグラフ化にはExcel XPを用い、データの解析にはSPSS 11.0Jを用いた。

結果

調査開始時の対象者の年齢は、43歳から63歳までの20歳の開きがあった。初潮は13歳から15歳までに迎えていた。閉経に関しては、調査期間を通して性周期があった閉経前(A)群は3名、調査期間中に閉経を迎えた閉経周辺(B)群は4名、既に閉経を迎えていた閉経後(C)群は14名であった(閉経年齢 52.9 ± 2.4)。初潮年齢は踵骨Stiffnessに影響しているとは言えなかったが、閉経はStiffnessの推移に影響していた。7年間の計14回の測定に全て参加できたのは8名であった。種々の理由で7名は計12回、3名は計8回、2名が計6回、1名は計4回の参加であった。

1. 踵骨Stiffnessの年齢相関

対象者21名から半年ごとの測定で得た227個のStiffnessを独立した測定値とみなし、記述統計量を表1に示している。統計処理により、Stiffnessと年齢には有意な負の相関があった($r = -0.589$; $p < 0.001$)。

中高年女性の踵骨における超音波 Stiffness の推移

	N数	平均値	標準偏差	相関係数	有意確率	平均値の差	標準誤差	有意確率
年齢	38	47.04	2.05					
A 閉経前 Stiffness	38	82.95	3.71	-0.130	0.444	A-C 16.55*	1.183	0.000
年齢	50	56.31	2.40					
B 閉経周辺 Stiffness	50	81.22	5.51	-0.554*	0.000	A-B 1.73	1.391	0.430
年齢	139	60.31	3.67					
C 閉経後 Stiffness	139	66.40	7.30	-0.065	0.438	B-C 14.82*	1.066	0.000

表 2 閉経による 3 群の年齢相関と一元配置分散分析

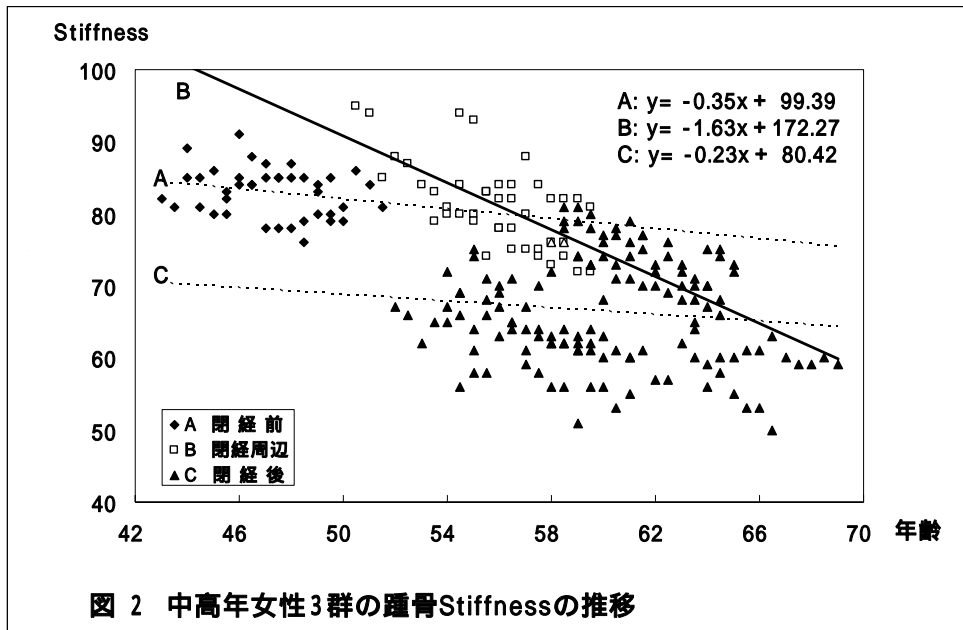


図 2 中高年女性 3 群の踵骨 Stiffness の推移

また、全 Stiffness をプロットして年齢散布図としたものを図 1 に示した。折れ線グラフで示された対象者の 7 年間の Stiffness 推移に注目すると、13 名が骨量減少傾向を示し、6 名は最初と最後の Stiffness に差がなく、1 名はむしろ増加を示した。閉経から 12 年を経過して年齢が高くても Stiffness がほとんど変化していない場合もあった。

この散布図 1 から回帰直線を得ると、その回帰式は $y = -1.053x + 132.3$ であった。回帰式の傾き(回帰係数)は、Stiffness の年減少幅が -1.053 であることを示し、43 歳から 68 歳までの間に毎年約 1.4% ずつ骨強度が減少するものと推測された。

前述のように性周期の有無で A 群・B 群・C 群の 3 群に分けて、各々の Stiffness の記述統計量とそれに基づく年齢相関の相関係数を表 2 にまとめた。また、それら 3 群に分けた Stiffness を散布図 2 に示した。

表 2 から、3 群の平均年齢は ABC の順に高くなり、Stiffness の平均値は ABC の順に減少していることが分かる(閉経前 82.95; 閉経周辺 81.22; 閉経後 66.40)。3 群の Stiffness は年齢に対して負の相関傾向にある

と言えるが、A 群や C 群では年齢との相関関係は弱く、B 群のみが負の年齢相関が有意という結果になった ($r = -0.554$; $p < 0.001$)。表 2 の右 3 列には、3 群の Stiffness 平均値に有意差があるか否かを一元配置分散分析で検討した結果を記入している。C 群の平均値は A 群や B 群のものより低く、A 群や B 群との平均値の差(A-C, B-C)は有意となっていた ($p < 0.001$)。

図 2 には各群の回帰直線の回帰式を記入している (A: $y = -0.35x + 99.39$; B: $y = -1.63x + 172.27$; C: $y = -0.23x + 80.42$)。いずれの回帰式も負の傾きを示すが、有意な相関係数を示す B 群の回帰直線が、最も急な傾きで下降する。骨量減少は A 群が年 0.53%、B 群は年 2.17%、C 群は年 0.75% 生じると推測される。図 1 の回帰式では、43 歳から 68 歳までの間に骨強度は年約 1.4% ずつ減少すると言えたが、閉経の有無によって分けた 3 群の骨強度の推移は、この期間に同率の減少を示していなかった。

閉経からの経過年数に基づいて Stiffness を解析すると、閉経周辺で骨量減少が亢進することがより明確になった。その解析結果を図 3 にまとめて示している。

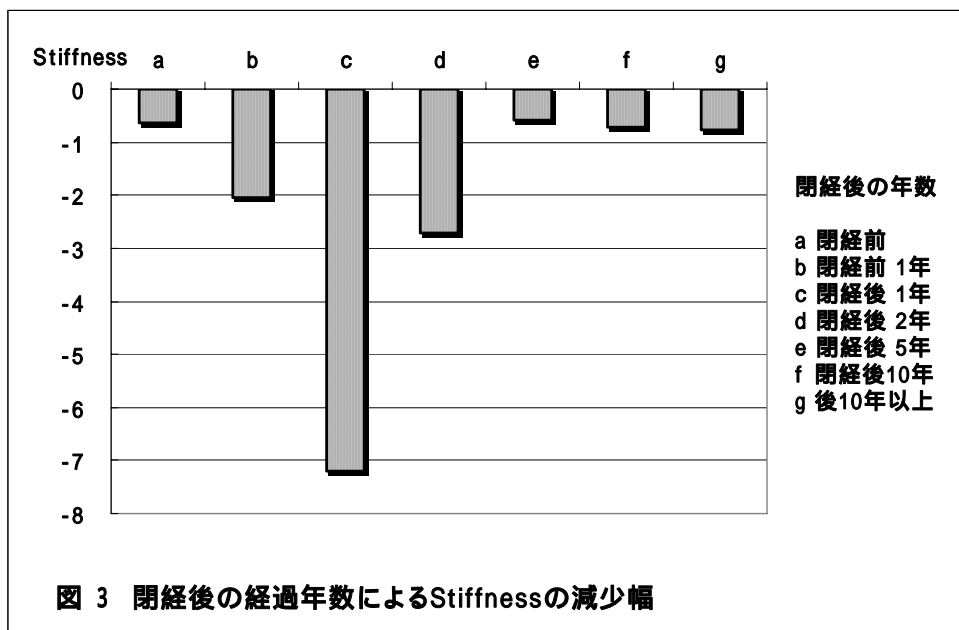


図 3 閉経後の経過年数によるStiffnessの減少幅

a. 食習慣統計量	N 数	平均値	標準偏差	t 値	有意確率
偏食無	137	74.39	9.41	3.76	0.000*
偏食有	90	69.44	10.13		
b. 食習慣統計量	N 数	平均値	標準偏差	t 値	有意確率
牛乳・小魚摂取有	195	74.81	8.57	10.92	0.000*
牛乳・小魚摂取無	32	57.97	3.81		
c. 運動の統計量	N 数	平均値	標準偏差	t 値	有意確率
若年期の運動有	119	73.76	10.06	2.13	0.03*
若年期の運動無	108	70.96	9.05		

表3 生活習慣による Stiffness の t 検定

Stiffness の年減少幅は、閉経後 1 年目が最大の-7.2 であり、閉経後 2 年目は-2.7 となり、それ以降は減少幅が縮小した。閉経から 10 年を経過すると、年減少幅は閉経前とほとんど変わらなくなった。即ち、閉経から 1 年後の Stiffness 減少は閉経による影響で一時的に数倍に亢進するが、閉経から数年後には Stiffness 減少幅は安定化することが分かった。

2. 食習慣・運動習慣の調査

生活習慣についての質問内容は、平成 5 年に厚生省より出された「老人保健法による健康教育ガイドライン」¹⁶⁾を参考にした。成人病予防のための厚生省「食生活指針」9 項目に基づいて、食習慣についての質問紙を作成した。「はい」と「いいえ」の二者択一で回答する簡潔な質問である。食習慣に関する 9 項目の質問のうち、2 項目の回答でグループの Stiffness 平均値に有意差が認められた。その 1 つは、『いろいろ食べて成人病予防』の標語に対する質問である。「1 日 30 食品を目標にして、偏食しないように心がけていますか」と

尋ねた。「偏食しない」は 13 名 (61.9%) であり、「偏食する」は 8 名 (38.1%) であった。偏食の有無で分け、2 群の Stiffness 平均値を t 検定すると、偏食しない群が高い平均値を有し、偏食する群との間に有意差があった (表 3 の a: $t=3.76$; $p<0.001$)。もう 1 つの質問項目は、『カルシウムを十分に摂って丈夫な骨づくり』の標語に対する質問である。「牛乳や小魚のカルシウムをよく摂取しますか」と尋ねた。「摂取する」は 18 名 (85.7%) であり、「摂取しない」は 3 名 (14.3%) であった。牛乳・小魚によるカルシウム摂取の有無で、2 群の Stiffness 平均値を t 検定すると、摂取有り群が高い平均値を示し、両群間に有意差があった (表 3 の b: $t=10.92$; $p<0.001$)。『食生活指針』に関するその他の標語に対する質問では、平均値に有意差は認められなかった。

運動についても、ガイドラインを参考にして質問項目を作成した。学童期から大学生までを若年期と見なし、その間の運動と 40 歳代以後の成人期の運動に分けて質問した。若年期では、「学校の授業以外に自主的に

スポーツをしましたか」と尋ねた。「スポーツをした」は12名(57.1%)であり、「しなかった」は9名(42.9%)であった。若年期の運動の有無で2群に分け、Stiffness 平均値をt検定すると、スポーツをした群は有意に高い平均値を示した(表3のc: $t=2.13$; $P<0.03$)。成人期の運動としては、「1日20~30分程度(8000~10,000歩/日)の運動をしますか」と尋ねた。「する」は10名(47.6%)で、「しない」は11名(52.4%)であった。この成人期の運動の有無に関しては、平均値に有意差は出なかった。また、若年期と成人期の運動を合わせて、「両方で運動なし」「若年期運動有り」「成人期運動有り」「両方で運動有り」の4群間で分散分析を試みたが、この場合もStiffness 平均値に有意差は認められなかった。

考察

超音波による骨量測定は、放射線を用いないので安全にどこでも測定ができて、コストは廉価である。十余年前には、自治体で骨量検診が盛んに行われたが、現在ではそれを継続しているところは少ない。その主な原因は、検診におけるスクリーニング基準が明確でないことや、DXA法による骨塩量との相関が高くないこと^{15, 17)}、超音波法では骨の微妙な変化を測定結果として得ることが不十分³⁾とされているからであろう。しかし、DXA法と超音波法による測定結果の相関はある程度認められている^{18, 19, 20)}。何よりも優れた点として非侵襲性の測定法であるため、経時的な変化を追うことに適している。今回の調査は、微妙な変化を捉えることができないと言われていた超音波測定法ではあるが、7年間の縦断的データを得ることで中高年女性の骨量の推移がより明瞭に示されたと言える。

DXA法の測定データでは、閉経前の骨密度は年1.01%程度の減少を示すことが既に20年前に報告されている²⁴⁾。これまでの多くの横断的研究では、閉経後10年間は急激な骨量減少が生じて骨粗鬆症のリスクが高まると報告されてきた。最近では、中高年女性の骨密度は、50歳前後から減少率が大きくなり始め、52~53歳で-2.6%のピークとなり、65歳で-1.4%になると述べられている⁶⁾。

今回のデータから、中高年女性の骨量変化は加齢と閉経が合わさった変化であるが、加齢よりも閉経が強く影響していると言えた。閉経後1、2年は骨量減少が著明になるが、3年以降はその低下率は縮小した。また、閉経後にStiffnessが上昇した例もあった。これらのことから、閉経周辺期の骨量減少は、エストロゲ

ン低下による一過性の骨吸収の亢進であり、2~3年後には安定すると予測できた。このように閉経を挟んだ縦断的長期調査によって、個人の骨量減少の推移は正しく把握できると考える。

Riggs等の報告²¹⁾に基づいた一般的見解では、最大骨量は青年期から若成人期にかけて獲得され、30代半ばから年1%の割合でゆっくりと減少すると言われていた。しかし、若年者の骨密度の変化は可逆的であるため⁵⁾、成人期でも年齢が若いほど最大骨量を十分に高めることができる⁷⁾。中高年女性でも骨形成と骨吸収は絶えず生じており、生化学的指標からも中高年者では骨吸収亢進が生じていると言える²²⁾。特に、骨代謝は血中カルシウム量の変化で可逆的に変動すると言える。閉経後に骨吸収の亢進が生じるのは、エストロゲン減少が腸管のカルシウム吸収力に影響して、血中のカルシウム不足を生じることが主な原因であろう。閉経後に血中カルシウム不足を起こさないために、エストロゲン減少状態でも吸収されやすいカルシウムを含む食品を摂取する工夫が必要となる⁹⁾。

骨量減少のリスクファクターには生活習慣によるものが多く報告されている²³⁾。生活習慣のうち最も重要な食習慣に関しては、偏食は骨量にマイナスに作用し、牛乳・小魚からのカルシウム摂取は、骨量にプラスに作用することが明らかとなった。従来から言われている常識的な結果ではあるが、超音波測定法でこうした有意差が得られたことで、食習慣を見直す動機づけに有効であり、この方法を普及させ活用することが期待できる。

健康教育では、一方的な情報伝達によって生活習慣の改善を動機付けることは難しいが、健康のバロメーターと知ること、生活習慣全体を見直す機会になる。それに加えて、栄養バランスの取れた食生活や運動のための正しい知識を啓発することで骨粗鬆症の一次予防の効果が期待される^{7, 9, 24, 25)}。

骨量維持に役立つ運動については、運動の継続時間、頻度、強度、種類などについて考察した報告も多い^{8, 9)}。運動習慣は、1日1万歩の歩行や、1日20~30分の持続する軽度の運動を週3回程度行うことで十分骨粗鬆症を予防できるとも言われている^{3, 5, 6)}。この程度の運動量は自立した健康な中高年女性では、動機づけがあれば実践可能なものである。従って、本研究の運動についての調査では細かく分類することはなかった。しかし、運動が骨形成に最も影響を与えるのは成長ホルモンの分泌が盛んな成長期であり、若年期の運動ほど有効といえる。従って、このときの骨形成がその後

の骨量の多少に關与することは否めない。このことは若年期の運動の有無で分けた Stiffness 平均値に明らかに有意差が認められたことから裏付けられた。

種々の更年期症候群は閉経に伴うエストロゲン減少で発症するため、閉経により QOL の低下した女性には、ホルモン補充療法 (HRT) は福音とも言われた治療法であった。HRT の処方、かなり以前から不正出血や乳癌・子宮癌リスクが高まると報告されていた。しかし、定期的な癌検査を繰り返しながら HRT を継続するというリスクの高い治療法が閉経女性に対して選択されていた。ホルモンの配合を変えてリスクが少ない治療薬を使用しても、長期間継続する HRT の副作用は皆無にはならない筈である。

2002 年 7 月に、米国の国立衛生研究所 (NIH) は閉経女性を対象とした臨床試験の一部を中断したと発表した¹²⁾。エストロゲン・プロゲステロン混合剤を用いる HRT のプラセボ対照試験で、乳癌や冠動脈疾患、脳卒中のリスク増加が認められたためである。それにも関わらず、日本では多くの婦人科医がこの報告で HRT を中止しようとは考えていない²⁶⁾。その理由として、日本女性と欧米の女性では条件が異なるため、NIH の研究結果が日本人女性に必ずしも当てはまらないという点を挙げている。

確かに、HRT によって救われた更年期症候群の患者も多いに違いない。だが、骨粗鬆症の治療薬として、ましてやその予防的処方箋としての選択肢に HRT を加えることに我々は少なからず疑問を持っている。閉経により一時的に骨吸収が亢進しても、数年の内に減少幅は狭くなる。このことから、敢えてリスクが高い HRT 治療法の選択に踏み切ることが慎重でありたい。閉経によりエストロゲンが減少するのは自然な身体的変化である。女性の身体には急激で過酷な変化ではあるが、生体には必ずそれに適応する反応が起こる筈である。従って対応策は、より緩やかな対処療法で生体の適応を第一に考えるべきである。

現状では、中高年女性が骨量を知りたいと思っても骨粗鬆症の疑いがない限り、骨量測定する機会はほとんどない。超音波法による測定は、被検者にとっては、測定結果を目の前で確認できるため、次回は頑張って数値を上げたいと意欲的になれる測定法であり、何よりも非侵襲性であることは予防のための検診には最適である。骨量は努力次第で上昇させることも可能なため、継続測定の機会があれば、その推移を楽しみながら生活習慣を改善し健康管理するという骨粗鬆症予防、ひいては生活習慣病予防のための動機づけに大いに役

立つと考える^{15, 16)}。

結論

超音波骨量測定による 7 年間の縦断的調査により、中高年女性の骨量減少の傾向が分かった。中高年女性の骨量の年減少率は従来から言われているように約 1.4% であるが、閉経周辺期の 2 年間は年 4~8% の減少であった。しかし、閉経から数年後には減少幅も縮小することから、一時的な骨量減少を強調することは避けるべきである。骨粗鬆症予防の最大の対策は、生活習慣として偏食のない食習慣を維持し、適度の運動を取り入れることである。

謝辞

本調査研究に長期間参加して頂きましたボランティアの皆さんに感謝いたします。また、測定に使用した超音波測定装置 Achilles-1000 は放射線医学講座元助教・山本逸男先生から譲渡されたものです。ここに明記して、山本先生と放射線科の皆様にお礼申し上げます。

文献

- 1) 厚生省老人保健福祉局老人保健課監修：骨粗鬆症による寝たきり防止マニュアル．22-29，(財)骨粗鬆症財団，1993．
- 2) 厚生労働省：国民健康 21．2005-11-21 (入手日) <http://www.kenkouippon21.gr.jp/>
- 3) 久具宏司，武谷雄二：女性のエイジングとヘルスケア：更年期障害を考える．看護 53(8)，92-96，2001．
- 4) 望月善子：特集 骨粗鬆症 更年期と骨粗鬆症．産婦人科治療 84(4)，401-405，2002．
- 5) 難波吉雄，太田壽城，石川和子：骨粗鬆症予防への展望と課題 2．青・壮年期女性への対策．Osteoporosis Jpn 4(3)，458-464，1996．
- 6) 岡本浩二，鈴木雅丈，多田羅浩三：骨粗鬆症予防への展望と課題 3．中高年女性への対策．Osteoporosis Jpn 4(3)，465-474，1996．
- 7) 松本俊夫，中村利孝 (編)：メディカル用語ライブラリー 骨粗鬆症 4 章 骨粗鬆症の予防と治療．146-155，羊土社，東京，1995．
- 8) 折茂肇 (編)：骨粗鬆症学 基礎・臨床研究の新しいパラダイム .X 骨粗鬆症の治療法 .387-578，日本臨牀 62，増刊号 2，日本臨牀社 大阪，2004．
- 9) 折茂肇 (編)：最新骨粗鬆症 病態 診断 予防 治

- 療. ライフサイエンス出版, 東京, 1999.
- 10) 水沼英樹: 産婦人科からみた骨粗鬆症とその対策. 産婦人科治療 84 (4), 366-373, 2002.
 - 11) 五來逸雄: ライフサイクルに伴う骨代謝のマネジメント 閉経期から閉経後. ホルモンと臨床, 48, 123-131, 春季増刊号「骨粗鬆症のマネジメントのすべて」医学の世界社, 東京, 2000.
 - 12) Women's Health Initiative Investigators: Risk and benefits of estrogen plus progestin in healthy postmenopausal women. JAMA, 288, 321-333, 2002.
 - 13) 五來逸雄: 新しい HRT の可能性. 臨婦産 59(8), 1121-1126, 2005.
 - 14) 橋本勉, 笠松隆洋, 清水教永: 骨粗鬆症の早期発見 骨折の予防. 公衆衛生 58(6), 383-386, 1994.
 - 15) 田崎正善, 岡本不二子, 中江初恵, 山本逸男: 骨粗鬆症の検診方法 超音波法. 公衆衛生 58(6), 398-401, 1994.
 - 16) 厚生省老人保健福祉局老人保健課監修: 老人保健法による健康教育ガイドライン. 14-19, (財)日本公衆衛生協会, 東京, 1993.
 - 17) 武田直人, 三宅真理子, 北昭一, 友光達志, 福永仁夫: 低周波超音波による踵骨の骨強度に関するパラメーターの測定 DXA による骨密度との比較について. Osteoporosis Jpn 1, 62-66, 1993.
 - 18) 富吉泰夫, 斎藤真一, 北谷香代子, 中塚喜義, 西沢良記, 中広志ほか: 超音波法による骨評価の臨床的研究. Osteoporosis Jpn 9: 650-654, 2001.
 - 19) 今本喜久子, 西藤成雄, 山村恭代, 山本逸雄: 剖検体摘出踵骨の骨密度 DXA 法, QCT 法及び USD 法による測定値の相関. 日老医 33(8), 597-602, 1996.
 - 20) Imamoto K, Hamanaka Y, Yamamoto I, Niiho C: Correlation between the values of bone measurements using DXA, QCT and USD methods and the Bone strength in calcanei in vitro. Acta Anat Nippon 73, 509-515, 1998.
 - 21) Riggs LB, Wahner HW, Melton LJ, Richelson LS, Judd HL and Offord KP: Rates of bone loss in the appendicular and axial skeletons women. Evidence of substantial vertebral Bone loss before menopause. J Clin Invest 77, 1487-1491, 1986.
 - 22) 西野治身, 田中朋子, 土肥祥子, 伊木雅之, 梶田悦子, 日下幸則, 鏡森定信: 中高年女性の腰椎骨密度とそれに影響する要因(第2報)骨代謝の生化学指標からみた年齢及び閉経の骨密度への影響. 日衛誌 49, 807-815, 1994.
 - 23) 伊木雅之: 骨量減少のリスクファクター. 公衆衛生 58(6), 389-390, 1994.
 - 24) Hirota T, Nara M, Ohguri M, Manago E, Hirota K: Effect of diet and lifestyle on bone mass in Asian young women. Am J Clin Nutr 55, 1168-1173, 1992.
 - 25) 庄野菜穂子, 久木野憲司, 吉田節子, 中山実生子, 上野裕文, 西住昌裕: 閉経前後の女性における超音波法による骨密度に関する研究 性ホルモンおよび栄養摂取状況との関連性. 日衛誌 51, 755-762, 1997.
 - 26) 後山尚久, 新谷雅史, 本庄英雄: HRT の今後のあり方検討委員会: ホルモン補充療法に関する Women's Health Initiative (WHI) 報道の捉え方と対処 近畿地区産婦人科医師へのアンケート調査成績. 産婦の進歩 55 (4), 373-378, 2003.

Transit of the ultrasonic stiffness measured at the calcaneus of the middle-aged women

Kikuko Imamoto¹, Fuzuki Kitamura¹, Etsuko Fujimoto², and Chikako Niiho³

¹Department of Fundamental Nursing, ²Ishikawa Prefectural Nursing College
and ³School of Human Science and Environment, Hyogo Prefectural University

Abstract

Using the ultrasonic method, we have measured bone stiffness at the calcaneus of 21 middle-aged women for 7 years twice a year in a longitudinal search. All of the stiffness indicated a significant negative correlation against age ($r = -0.589$; $p < 0.001$). A regression slope of the linear equation was -1.05 , suggesting 1.4% decrease of the stiffness per year. Divided into three groups of 3 pre-menopausal, 4 near-menopausal and 14 post-menopausal women, only the near-menopausal group significantly indicated a negative correlation coefficient against age ($r = -0.554$; $p < 0.001$). One-way analysis of variance clarified that the average of stiffness in the post-menopausal group was significantly lower than those in pre-menopausal and near-menopausal ones (pre-menopause: 82.96, near-menopause: 81.22, post-menopause: 66.40). The annual reduction rate of stiffness was maximal with -7.2 at the first year after menopause, thereafter it eased up to the pre-menopausal level.

Two sample t tests displayed the significant differences in the averages of stiffness compared between the subjects with and without lifestyle concerning a well-balanced diet, sufficient calcium intake from milk and small fish, and good exercises during the youth.

Key words: middle-aged women, menopause, ultrasonic stiffness, calcaneus, lifestyle