

「寝たきり後期高齢者」の超音波骨量指標の現状について

中原凱文¹⁾, 小池亜紀子¹⁾, 菱山なつみ¹⁾, 橋詰直孝²⁾, 北川 淳³⁾, 永田瑞穂⁴⁾,
古橋紀久⁵⁾, 額田 均⁵⁾

The existing of QUS parameters on the immobile Japanese elderly over 75 years of age and guidance of QUS parameters

Yoshibumi NAKAHARA , Akiko KOIKE , Natsumi HISHIYAMA , Naotaka
HASHIZUME , Jyun KITAGAWA , Mizuho NAGATA ,
Norihisa HURUHASHI and Hitoshi NUKADA

Abstract

This study was designed to be investigated the existing of QUS parameters of the calcaneus in the immobile Japanese elderly aged 75 and over (Patients G:N hospital) .

The subjects were 10 men aged76-97 (mean age 82.12 ± 6.24) and 24 wemen aged75-99 (88.76 ± 6.70) . They were all ranked level in IV - V on Care need grades and immbobiled periods were 3.88 ± 2.79 years in men and 2.76 ± 2.39 years in wemen.In this case,only women' s deta was used to compare with the normal samed aged women in this study Higashimurayama City (EHMC,n=72,61-89years<mean aged 75.39 ± 5.98 >) .In body size,body weight was shown low level (under 12kg than EHMC) .BMI score were 17.78 ± 2.79 in Patient G and 23.12 ± 3.42 in EHMC G.AI in Blood was 3.51 ± 0.34 g/dl(normal range; $3.8-5.3$ g/dl) .In QUS parameters,Stiffness were 35.67 ± 13.81 (in Patients) and 61.43 ± 11.32 (in EHMC) ,BUA were 66.08 ± 10.84 dB/Mhz (in P) and 91.10 ± 11.21 dB/Mhz. These parameters showed significantly decreased than EMHC Group.These decrements were due to decrease of mechanical stress with prolonged immobilized states.

キーワード：QUS parameters、後期高齢者、寝たきり高齢者、骨量

1) 和洋女子大学 生活科学系 運動生理学研究室
2) " " 人間栄養学研究室
3) 北里大学大学院

4) (財)三菱養和会健康サポートセンター
5) (財)額田医学生物学研究所附属病院

I はじめに

わが国は、最新情報では75歳以上の後期高齢者の人数が1,000万人を越し、人口の1割以上を占める様になった世界的な長寿国である反面、骨粗鬆症人口は40歳以上の女性で約780万人、男性で約230万人、合計で1000万人以上と推計されており¹⁾、国民の約1割相当数が「骨粗鬆症」ということになる。

骨粗鬆症とはWHOの診断基準²⁾ が用いられているが、この診断基準によるとPBM (20歳前後の最大骨量時の値、Peak Bone Mass) 値に比べて、1.0~2.5SD (8~20%相当) 程度減少した値を「骨減少症Osteopenia」、2.5SD (約20%相当) 以上の減少状態を「骨粗鬆症Osteoporosis」と診断される。

我々は約20年間に亘り、在宅老人 (60歳以上) を対象として日常身体活動 (歩行数) 並びに食習慣と骨量との関連性に関する横断的 (cross sectional) 及び縦断的 (longitudinal) 研究を行っており、多くの学会で報告してきた。その結果、骨量維持のために600mg/dayのCa摂取が必要³⁾ とされたが、60歳以上の高齢者に於いて、日常歩行数が6000歩/日以上であれば現状の骨量は維持できる可能性が高い事⁴⁾ を継続研究から提案すると共に、高齢者では歩行数が12000歩/日以上では、他の要因 (必要な食事量、摂取と消費のカロリーバランス、その他) の影響が大きくなる事⁵⁾ などを報告してきた。また、平成13年度より東村山市老人クラブとの連携により、毎年100名前後の高齢者の骨量測定を行なっている。

平成20年より千葉市稲毛にある (財) 額田医学生物学研究所付属病院とのタイアップにより、「寝たきり」後期高齢者の栄養状態と骨代謝の関連性を検討するプロジェクトが開始された。そこで今回は、これら「寝たきり」高齢者の骨量の現状を報告する事とした。世界的に見ても、後期高齢者 (75歳以上をいう) を対照とした測定例は、ほとんどない状態である。

なお、半年後の測定を行なったが、今回の内容には含まれていない。

また、今回の報告は、我々が測定している「骨量」とは何か? 「骨密度」とは何か? 等にもふれたガイダンス的要素が含まれている事をご了承願いたい。

II 骨粗鬆症とは?

骨粗鬆症Osteoporosisとは、前項で述べた様に一般的には「鬆 (ス) が通った様な骨」と言われている。WHOの会議 (コペンハーゲン) において、「骨粗鬆症は、①低骨量と骨組織の微細構造の異常を特徴とし、②骨の脆弱 (ぜいじゃく: 弱くもろい事) 性が増大し、③骨折の危険性が増加する病気である。」⁶⁾ という定義 (一部中原が追加) が採択され、1994年のWHO (世界保健機関) 総会でも採択されて今日に至っているが、日本では若干の修正 (よ

り厳密にする方法）がなされている。図1に正常な骨（上）と骨粗鬆症の骨（下）の差異を示した（GEメディカル社資料より）。

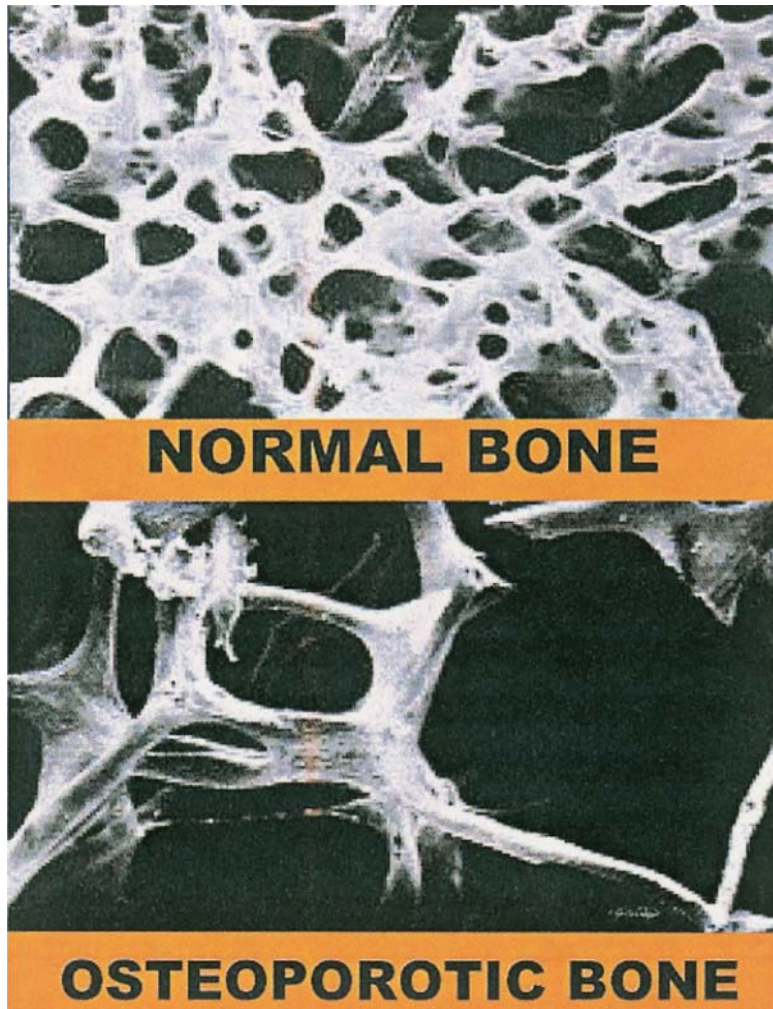


図1 正常な骨（上）と骨粗鬆症の骨（下）（GEメディカル社資料より）

Ⅲ 骨の構造は？

骨を構成している細胞には、骨の外郭を作る皮質骨（緻密骨ともいう）と内部の骨髄内に存在する海綿骨がある（図2）⁷⁾。皮質骨は多数の層板構造からなる硬い骨であり、海綿骨は梁状に存在し、あらゆる方向への力学的変化に対応できる構造となっている。この梁構造は人間が地球上で生活する上で、重力に耐えるためには不可欠な要素であり、全身に約200

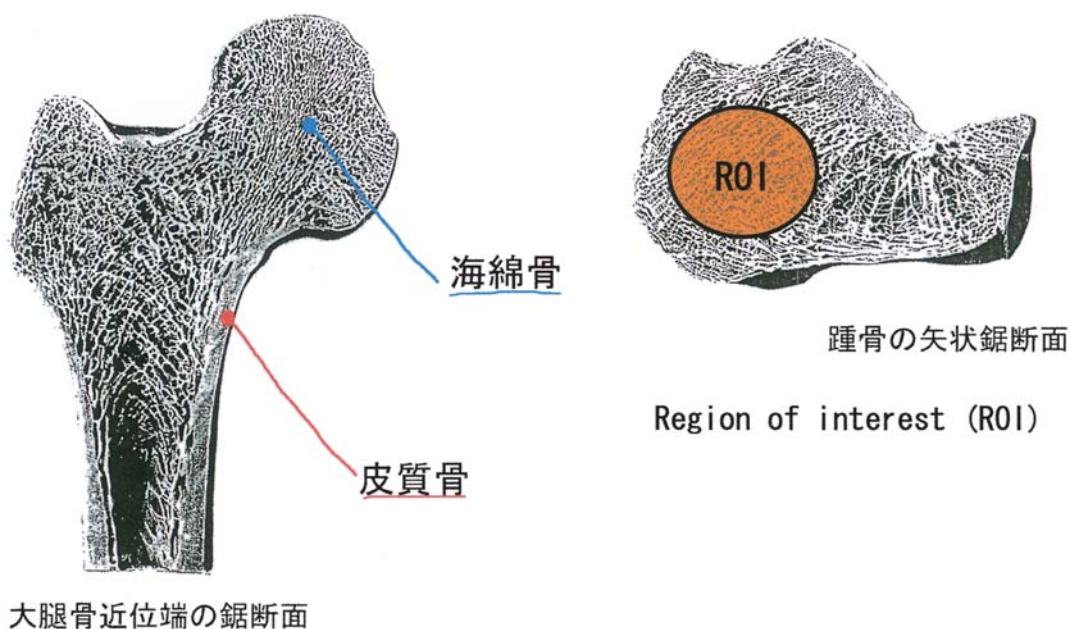


図2 骨の構造 (文献7に一部加筆) ROI: 超音波透過部位

個ある骨の中でかかとの骨(踵骨という。図2の右側)は特異的な存在である。すなわち踵骨を構成する骨細胞の約95%は海綿骨で出来ており(他の骨は約30%前後。骨の頭部分と骨端部分は60~80%程度)、立ったり座ったりする際の荷重が全て「かかと」に掛かるためにこのような構造となり、「荷重骨」と言われている。

IV 骨代謝とは?

これらの骨細胞は、飛んだり跳ねたり、体を動かす度に「刺激」(メカニカルストレス mechanical stressという)を受ける事になり、骨を作るための「骨芽細胞osteoblast」の作用が盛んになる。この働きを骨形成Bone Formationという。逆に、不動や体を使うことが少なくなる事でメカニカルストレスが少なくなると、「破骨細胞osteoclast」が働きだし、骨を壊す(骨吸収Bone Resorption)作用になる。日常的には「骨吸収」が約20日間、「骨形成」が約40日間のサイクルで行なわれているとされている。これを骨代謝Bone Metabolismという。この代謝産物として、一般的に測定されている物質として、骨形成の場合は血液中のBAP(骨型アルカリフォスファターゼ)やオステオカルシンなどが、骨吸収の場合には尿中のDPD(デオキシピリジノリン)が測定されている。これらを骨代謝マーカーと称している。

骨量（又は骨密度）を測定する事は、人種・遺伝・年齢・生活環境等の影響も有るが、測定する前までの個人が行なってきた食習慣（食べ物の偏りやバランスなど）・生活習慣（生活リズムや身体活動量など）の結果を測るのであり、今後骨の状態がどのようになるかは不明である。従って、測定した後どのような変化する可能性があるかを知る（予想する）ためには、これら骨代謝マーカー物質の存在が多いか、少ないかを判定する事により、ある程度の骨代謝状況を推定する事は可能である。すなわち、食生活状態、日常生活のリズムと活動量の状況等を反映していると考えられている。

V 骨の測定法は？

骨を測定する基本は、2つの異なるエネルギーピークを持つX線を用いた測定法（二重エネルギー X線吸収測定法 dual-energy X-ray absorptiometry:DXA）が臨床場面ではゴールドスタンダードとして扱われている⁸⁾。エネルギーの透過性の差異により、軟部組織と硬組織と分離させ、骨密度を算出している。測定では面積あたりの骨塩量 (g/cm^2) が得られる。全身骨密度から各部位ごとの骨密度が測定され、値は骨（部位）によって異なる。今日では三次元のCTスキャンによる多列検出器CT（multi-detector-row CT:MDCT）装置が開発され^{9) 10)}、より精度が高くなっている。

いずれにせよ、これらの装置は診断では使用されるが、X線の被爆という危険性があるため、乳幼児や妊婦には適さないとされている。不特定多数の人を対象としたスクリーニングのためには使用不可能である。

そこで、超音波法を用いた骨量測定法（ultrasound bone densitometry）が開発され、その原理特性から骨塩量のみでなく、bone quality（骨の構造を意味する）にかかわる情報を提供してくれる可能性のある評価法として注目され¹¹⁾、この超音波（quantitative ultrasound, QUS）法は骨量と骨質（骨梁の配列、走行性、結合等）を評価できるとされている¹²⁾。この超音波法は、2000年より健康保健の適用を受けるに至っており¹³⁾、普及されてきている。

VI QUS parametersとは？

我々が使用しているGEメディカル社製A-1000は、骨内に伝搬する超音波の減衰や速度を計算し、この計算値により骨量（A-1000ではStiffness）が推定される。これは計算上の「骨の強さ」である。踵骨QUS装置では走波用と受波用の超音波振動子（トランスデューサー）が踵骨を挟んで位置し（図2のROI部分）、振動子間を透過する超音波の伝搬速度（speed of sound:SOS m/sec）や0.4MHzを中心とした0.1～2 MHzの広帯域の周波数成分を持った超

音波を透過させた際の超音波減衰係数 (broadband ultrasound attenuation:BUA dB/MHz) を計測し、これらからStiffnessを算出している (図3)。SOSはYoung 率と物質の密度によって規定されるため、骨量の高い踵骨では高い伝搬速度を得る事になる。BUAは、骨硬度を反映し、密度の高い踵骨では高値を示す¹⁴⁾。本装置を用いた計測時間は、ほぼ1分前後と短時間ですむため、不特定多数の人のためのスクリーニングテスト装置として適切なものと言える。

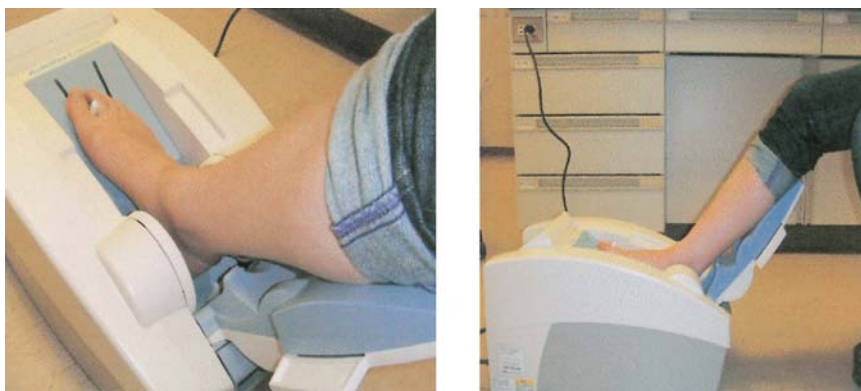


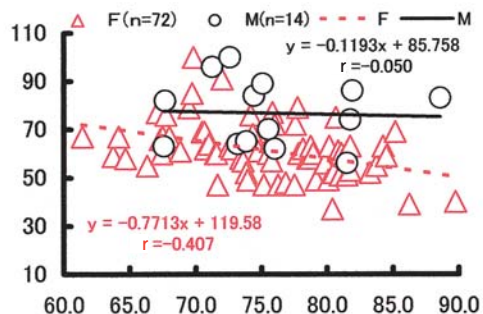
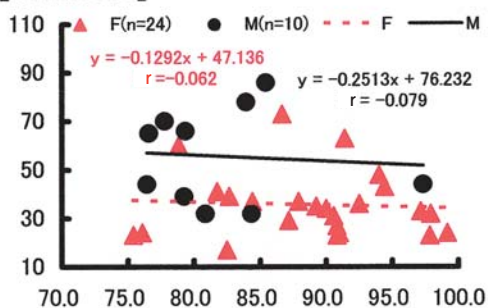
図3 超音波法の測定装置 (GE メディカル社製 A-1000)

Ⅶ 在宅高齢者の骨量特性 (東村山市の場合)

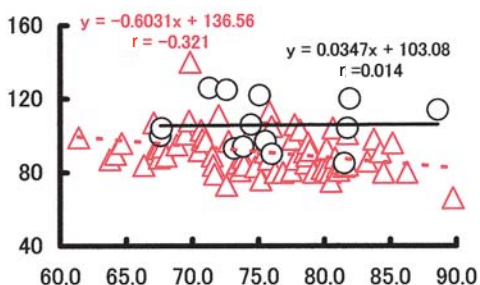
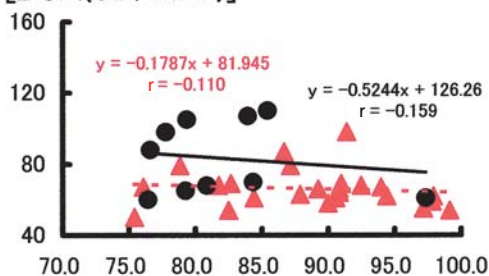
今年の8月2日に東村山市老人クラブ会員106名 (申込制、男性14名、年齢67~88歳、女性92名、年齢61~89歳) を対象として、骨量を測定した。この中で、人工閉経者・骨粗鬆症の治療中・ステロイド系の投薬を受けている方等を除いた男性14名 (平均年齢 75.77 ± 5.86 歳、67~88歳)、女性72名 (平均年齢 75.39 ± 5.98 歳、61~89歳) の結果を報告する。体格並びにQUS 指標、骨吸収マーカであるDPDの結果は、表1の右側(EHMC)に示した通りである。骨形成マーカであるBAPは、採血が必要なため実施していない。体格に関してはほぼ年齢相応な体型であり、例年の事であるが、極端な肥満・痩せタイプは認められなかった。

QUS 指標の年齢別変化を図4 (横断的研究、右側) に示したが、男性は例年のごとく、比較的高値を示した。例数が少ないため、検討は困難である。女性 (Δ) のStiffnessはほぼ平均的な結果であり、他の報告同様に年間約1%の減少を示していた。BUAの年間減少率はSOSに比べ低い傾向が見られた。DPD 値がほぼ正常範囲を示した事を考慮すると、日常生活での活動量が高い事を伺わせた。

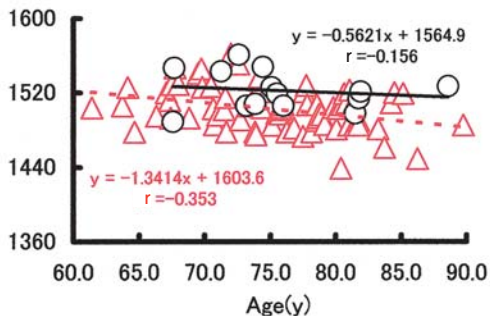
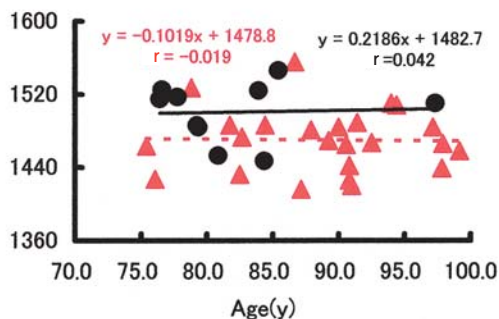
[Stiffness]



[BUA(dB/MHz)]



[SOS(m/sec)]



<Patients G.>

<EHMCG.>

図4 Relationship of QUS parameters and Age on Patients group and EHMCG group

表1 Physical Characteristic of subjects

<Body size and Food intake>				
	Patients in N-Hospital (Patient)		Elderlies in Higashi-Murayama City (EHMC)	
	M	F	M	F
N	10	24	14	72
Age (y)	82.12 ± 6.24	88.76 ± 6.70	75.77 ± 5.86	75.39 ± 5.98
(min~max)	76 ~ 97	75 ~ 99	67 ~ 88	61 ~ 89
Height (cm)	161.90 ± 10.08	145.92 ± 5.80	161.11 ± 5.60	148.33 ± 6.61
Weight (kg)	46.47 ± 7.32	38.06 ± 7.67	59.82 ± 7.72	50.87 ± 8.14
BMI (kg/m ²)	17.74 ± 2.29	17.78 ± 2.79	23.13 ± 3.40	23.12 ± 3.42
Care need grades	IV~V	IV~V		
Food Intake (Kcal/day)	1205.00 ± 294.82	964.58 ± 189.09		
(Kcal/kg/day)	26.12 ± 6.15	26.22 ± 7.02		

<QUS Parameters>				
	Patients		EHMC	
	M (n=10)	F (n=24)	M (n=14)	F (n=72)
Al. in Blood (g/dl)	82.12 ± 6.24 (3.8 ~ 5.3)	88.76 ± 6.70 (3.8 ~ 5.3)	75.77 ± 5.86	75.39 ± 5.98
Stiffness	55.60 ± 19.69	35.67 ± 13.81	76.71 ± 13.75	61.43 ± 11.32
BUA (dB/MHz)	83.20 ± 20.47	66.08 ± 10.84	105.71 ± 13.62	91.10 ± 11.21
SOS (m/sec)	1500.70 ± 32.31	1469.71 ± 34.61	1522.36 ± 21.03	1502.47 ± 22.71
BAP (U/L)	28.82 ± 9.97 (13.0 ~ 33.9)	34.78 ± 13.65 (9.6 ~ 35.4)		
DPD (nmol/mmol·Cr)	21.71 ± 18.84 (2.1 ~ 5.4)	22.65 ± 19.92 (2.8 ~ 7.6)	7.76 ± 2.44 (2.1 ~ 5.4)	7.76 ± 2.44 (2.8 ~ 7.6)

昨年引き続き測定した15名に関しては、07年から08年の年間変化率を表2に示した。前にも述べた様に、多くの文献でも報告され、また我々の長年の測定結果（横断的研究）で見ると、高齢者の年間低下は図4に示した様に1~2%程度であるが、個人の経過は表2に示した様に、様々である事が多く認められている。従って、3~5年ぐらいの経過を見る事が望ましいと言えよう。BUAの低下率が大きく現れているのは、前述のごとく、日常生活の中でのメカニカルストレスや食事の影響等を受けやすい事と測定時の下肢の僅かなズレ（動き）の影響等も考えられる。

表2 '07~'08年度 EHMC継続測定者結果一覧

No.	性別	年齢(年)	Stiffness		BUA (dB/MHz)		SOS (m/sec)			
			07年	08年	07年	08年	07年	08年		
1	F	67.75	71	76	88	94	1543	1547	0.26	
2	F	72.58	71	63	80	73	1563	1551	-0.77	
3	F	77.58	81	72	108	98	1524	1521	-0.85	
4	F	67.42	59	60	92	93	1490	1493	0.20	
5	F	77.50	59	47	95	81	1484	1473	-0.74	
6	F	68.00	75	67	89	89	1556	1529	-1.74	
7	F	78.75	74	63	110	96	1504	1497	-0.47	
8	M	81.92	93	86	121	120	1544	1521	-1.49	
9	F	73.58	60	57	90	81	1501	1511	0.67	
10	F	75.17	49	47	84	76	1476	1485	0.61	
11	F	81.75	65	63	97	101	1501	1485	-1.07	
平均		74.73	68.82	63.73	95.82	91.09	1517.82	1510.27	-0.49	
SD		5.35	12.19	11.60	7.67	12.38	13.35	30.83	25.94	0.82

毎年測定後（約3ヶ月後）に結果の報告会を行い、日常生活での歩行数獲得の必要性、規則正しい食事の取り方等の「骨量維持のための方策」を伝えているが、これらの効果が見られる部分が考えられた。

VIII 「寝たきり後期高齢者」の測定結果

平成20年1月13、14日の両日に亘り、千葉市稲毛にある額田病院の入院患者41名（75～101歳）の骨量測定を行なった。「後期高齢者（75歳以上）」と言う限定があったため、年齢が高齢になっている（表1の左）。この41名の中で、「寝たきり後期高齢者immobiler elderly over 75 years of age」のみ（介護度Ⅳ、Ⅴ）の測定結果をまとめたのが、表1の左側（Patients）である。東村山の測定者の中で在宅後期高齢者（75歳以上、男性が7名のみであったので、女性のみを対照とした。）と「寝たきり後期高齢者」の体格等とQUS parameters等の結果を表3に示した。年齢の要因が大であると判断したため、年齢区分（75～79歳と80歳以上の2群とした）を行ない、比較した。在宅高齢者では75-79歳群が 77.33 ± 1.44 歳、80歳以上群が 82.53 ± 2.54 歳であった。「寝たきり高齢者」では夫々の群では、 76.78 ± 1.81 歳、 90.48 ± 5.17 歳であり、当然ながら女性のデータ比較（東村山のデータ）においては、年齢補正を行う必要が有る。が、今回はその処理を行う時間的余裕がなかったので、平均値のみで比較をおこなった。体格で身長は男女とも有意な差が見られないが、体重では両群の女性間では、約10kg前後の有意な差（ $p < 0.01$ 、 $p < 0.001$ ）が見られた。「寝たきり高齢者」の場合、平均寝たきり年数が男性 3.88 ± 5.25 年、女性 2.76 ± 2.39 年、食事は患者に対して25～27kcal/kg/日が与えられており、推定エネルギー必要量値¹⁵⁾から判断すると、適正な処置がなされていると思われる。しかし、大部分の患者が介護を受けながらの流動食であり（数人が経口食）、血清アルブミン値で3.5g/dlを越している患者が少ない等の状況を考慮するならば当然の事とは言え、BMIが男性で 17.74 ± 2.29 、女性で 17.78 ± 2.79 と東村山の在宅後期高齢者の 23.13 ± 3.40 、 23.12 ± 3.42 に比し、有意に低い事が理解される。従って、後期高齢者の検討（表3）においては、より顕著な差が認められた。

表3 Physical Characteristic of Elderly aged 75 and over

<Body size and Food intake>					
	Patients : 75 y ~	Patients : 80 y ~		EHMC : 75y ~	EHMC : 80y ~
	F	F		F	F
N	3	21		21	19
Age (y)	76.78 ± 1.81	90.48 ± 5.17	+++	77.33 ± 1.44	82.53 ± 2.54
(min~max)	75 ~ 78	81 ~ 99		75 ~ 79	80 ~ 89
Height (cm)	146.00 ± 0.04	145.90 ± 0.06		147.99 ± 5.56	144.50 ± 6.67
Weight (kg)	33.23 ± 7.85	38.75 ± 7.58	+++	49.24 ± 6.35	49.99 ± 8.99
BMI (kg/m ²)	15.47 ± 2.79	18.11 ± 2.69	+++	22.53 ± 3.10	23.89 ± 3.68
Care need grades	IV ~ V	IV ~ V			
Food Intake					
(Kcal/day)	916.67 ± 256.58	971.43 ± 184.78			
(Kcal/kg/day)	28.28 ± 8.78	25.92 ± 6.94			
Patients 75y ~ VS. EHMC 75y ~ :	** p<0.01			Patients 80y ~ VS. EHMC 80y ~ : +++ p<0.001	
<QUS Parameters>					
	Patients : 75 y ~	Patients : 80 y ~		EHMC : 75 y ~	EHMC : 80 y ~
	F	F		F	F
Al. in Blood (g/dl)	(n=3 76.78±1.81y)	(n=21 90.48±5.17y)		(n=21 77.33±1.44 y)	(n=19 82.53±2.54 y)
(Normal range)	3.37 ± 0.15 (3.8 ~ 5.3)	3.53 ± 0.35 (3.8 ~ 5.3)			
Stiffness	35.67 ± 21.08	35.67 ± 13.22	+++	60.00 ± 9.51	55.32 ± 9.93
BUA (dB/MHz)	65.33 ± 14.57	66.19 ± 10.67	+++	91.24 ± 10.09	86.05 ± 9.35
SOS (m/sec)	1472.33 ± 50.65	1469.33 ± 33.46	+	1496.76 ± 13.82	1492.53 ± 24.08
BAP (U/L)	28.17 ± 7.65	35.72 ± 14.18			
(Normal range)	(13.0 ~ 33.9)	(9.6 ~ 35.4)			
DPD (nmol/mmol · Cr)	24.23 ± 16.03	22.42 ± 20.75	++	7.45 ± 1.99	7.92 ± 2.68
(Normal range)	(2.8 ~ 7.6)	(2.8 ~ 7.6)		(2.8 ~ 7.6)	(2.8 ~ 7.6)
Patients 75y ~ VS. EHMC 75y ~ :	** p<0.01			Patients 80y ~ VS. EHMC 80y ~ : +++ p<0.001 ++ p<0.01 + p<0.05	

一方、QUS指標を見ると、顕著な差異を認める事が出来た。QUSの測定に当たっては、「寝たきり」状態の影響と思われるが、個人により程度の差が見られたが、全身並びに上肢・下肢に於ける拘縮Contracture状態が認められ、特に足部での底屈が強度に現れており、測定器を健常者測定の場合とは異なり、かなり持ち上げ且つ足底部を機器に密接させるために、拘縮状況に応じた角度変化をせざる得なかった(図5)。



図5 寝たきり後期高齢者における骨量測定

QUS 指標の中で、StiffnessとBUAにおいて、「寝たきり後期高齢者」は有意な低値 ($p<0.001$) を示したが、SOSに関しては有意な差が見られなかった（表3、図6）。図6に両群の75歳以上の個人の結果を、各QUS指標ごとに示したが、SOSを除いたStiffnessとBUAでは明らかに「寝たきり」後期高齢者の値が有意な低値 ($p<0.05$ 、 $p<0.001$) を示した。特にBUAの低値化が顕著であった。在宅後期高齢者の場合、BAPは採血の問題が有るため分析できなかったが、DPDの値は例年のごとく2/3程度の人が正常範囲内であったが、患者においては骨代謝マーカーとしてBAP、DPD共に測定したが、両項目とも正常範囲（表3項目に表示）を逸脱する高い値を示した。所謂「高代謝高回転状態」を意味すると考えられる。

Ⅸ なぜ、このような差が出たのか？

1) 「寝たきり」後期高齢者の場合、「寝たきり」年数が男性で約4年、女性で約3年であるが、この間全身の筋肉の衰え（特に、関節を伸展させる働きのある伸筋）が顕著となり（廃用性萎縮）、消費エネルギーの減少が加味された結果、体重減少を来し、BMIの減少となったと考えられる。

2) 高齢者では腸管からのCa吸収能力が低下し、腎におけるビタミンD活性化機能が減弱し、その結果二次的に副甲状腺からのPTH分泌が亢進すると考えられる¹⁶⁾。従って高齢者においてはビタミンD不足を来しやすい¹⁷⁾ のであるが、「寝たきり」の状態になる事でメカニカルストレスが減少するため、より骨吸収が促進される可能性が大であると考えられる。その結果、血清Albが低い事も関連が有ると思われる。高齢者における血清25-OHDが高値であると転倒しにくく、また、ビタミンDが筋細胞や神経細胞のビタミンD受容体に作用し、筋と神経の協調性を高め、重心動揺度の軽減に関与する¹⁸⁾ とされている事も関連する。

3) 程度の差がみられるが、拘縮を来している患者の骨量測定に当たっては、図5に示したごとく正常ではない方法で測定せざる得なかった。後日、卒論の一環で、測定機器を20度、30度傾斜した状態で測定（数人対象として個々に数回測定）させ、その変動係数CV等の検討を行わせた。その結果、正規の測定時と傾斜時での測定結果では各parametersに有意差が認められなかった。が、特にBUAにおいてSD（個人の測定誤差）で多少大きな値になる傾向が見られたのみであった。これは骨梁に対して、超音波の透過する角度が若干ズレル可能性があるためと推測される。

4) 「寝たきり」後期高齢者のQUS指標と在宅後期高齢者のQUS指標との間においてSOSのみ有意な差が認められないが、StiffnessとBUAにおいては有意な差 ($p<0.001$) を認めた。

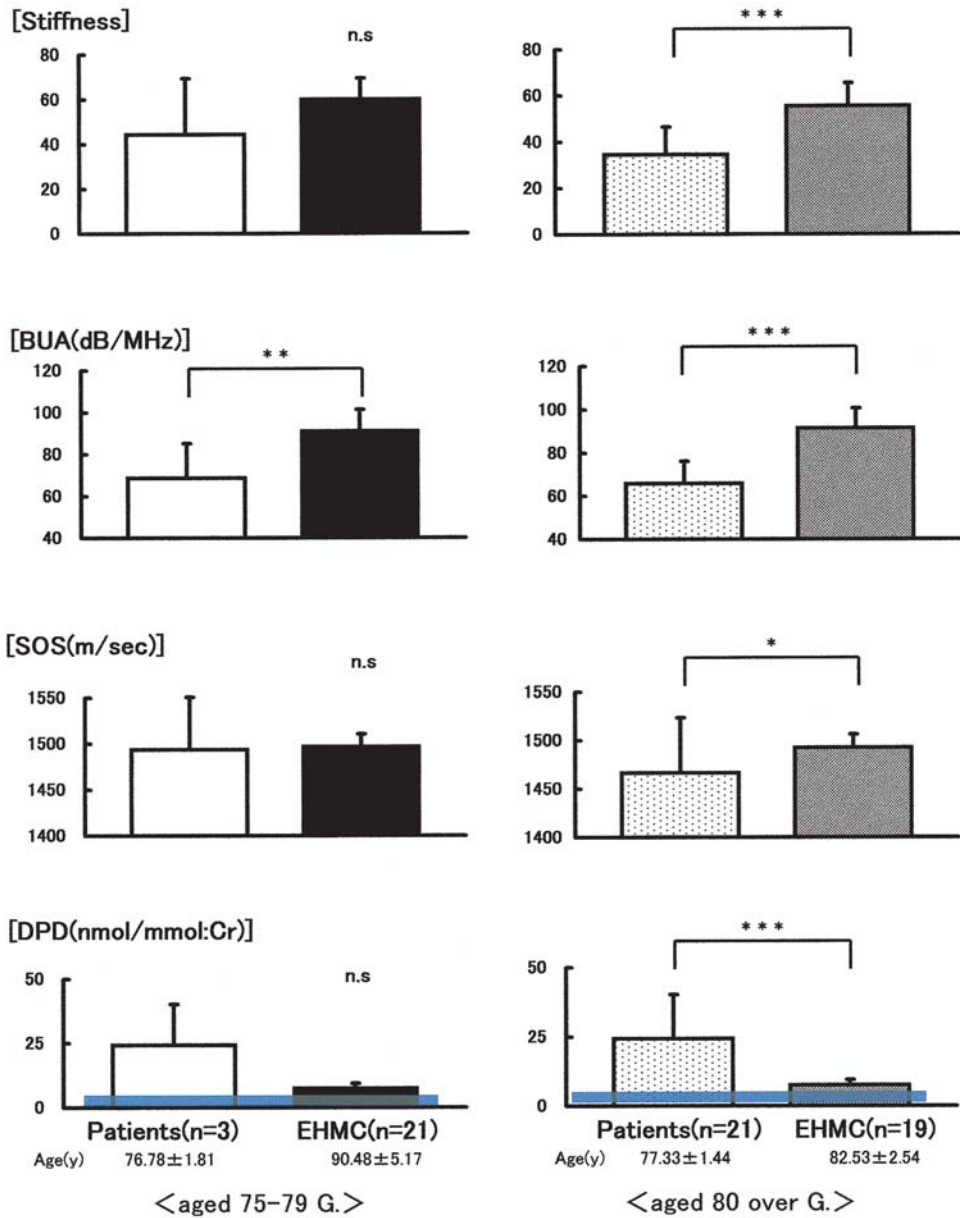


図6 Comparison QUS parameters and DPD on aged 75-79 Group(L) and aged 80 over Group(R)

■ : Normal range of Japanese women * : p<0.05 ** : p<0.01 *** : p<0.001 VS. EPMC

これは2) 項で述べたごとく、活性型ビタミンD並びにPTH等のホルモンの影響が考えられるが、両者とも同程度の高齢者である事を考えるならば、「寝たきり」状態を引き起こした原因にもよるが、「寝たきり」によるメカニカルストレス減少の影響が大きいと考える。正常な人間であっても、宇宙船の様な無重力状態で生活する事が骨のCa低下を引き起こす¹⁹⁾事と同様な状況かと考えられる。

5)「寝たきり」後期高齢者の骨代謝マーカーが、BAPおよびDPDともに高値を示した事は、高代謝高回転状態と推定される。思春期並びにスポーツ選手ではこのような状況がよく見られ、骨細胞の入れ替えが活発である状況と判断される。今回の場合は、QUS指標の中でSOSにおける差が無い状況を考えて、「寝たきり」高齢者の骨の状態は、骨の外郭を構成する皮質骨は十分ではないが有る程度確保されている反面、メカニカルストレス等が極端に少ないために海綿骨の減少が大きい事が予想される。すなわち「骨折しやすい」状況下と考えられる。また、本学の女子大生の測定結果、1年生ではDPDがほとんどの学生が正常範囲を逸脱している高い状況であった²⁰⁾。しかし、年齢が加わる事（学年が上がるに連れて）により、3年生（2年後）ではほぼ全員が正常範囲内の値を示す様になっている。

6) 今後の問題としては、「寝たきり」後期高齢者の継続測定をし、骨量維持のためのサポート支援策の検討、測定誤差の検討、栄養状態との関連性の検討、摂食状況による影響等の検討が有ろうかと考える。

最後に額田病院の関係者のご協力に感謝致しますとともに、黙々と補助等を含めた手伝いをしてくれた学生諸君にも感謝したいと思います。

IX 参考文献

- 1) 藤原佐枝子：骨粗鬆症・骨折の疫学、Cli. Calcium 14:13-18,2004
- 2) Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of a WHO Study Group. WHO Technical Report Series 843,1994
- 3) 中原凱文、北川淳、永田瑞穂他：女性高齢者骨量の超音波特性について、日本骨形態計測学会雑誌、7、S16、1997
- 4) 北川淳、中原凱文：加齢に伴う身体活動量の低下が女性高齢者の骨吸収マーカーに及ぼす影響、日本骨形態計測学会雑誌、9、129-134、1999
- 5) Kitagawa J,Omasu F,Nakahara Y:Effect of daily walking steps on ultrasound

- parameters of the calcaneus in elderly Japanese women, *Osteoporosis Inter.* 14, 219-224, 2003
- 6) Consensus Development Conference: Prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am.J. Med.*, 90, 107-110, 1991
- 7) 金子丑之助原著：日本人解剖学〈上巻〉、28、南山堂、2005一部中原が改変
- 8) 萩野浩：骨粗鬆症の診断、医療と検査機器・試薬、31、223-228、2008
- 9) 伊東晶子：骨粗鬆症の画像診断、医療と検査機器・試薬、31、217-222、2008
- 10) Ito M, Ikeda K, Nishiguchi TN, et al.: Multi-detector row CT imaging of vertebral microstructure for evaluation of fracture risk. *J Bone Miner Res* 20:1828-1836, 2005
- 11) Avioli LV et al.: Ultrasound transmission velocity in screening for bone fragility. *J Bone Min Res* 3, S215, 1988
- 12) Njeh CF, Boivin CM, Langton CM, et al.: The role of ultrasound in the assessment of osteoporosis, a review. *Osteoporosis Int*, 7, 7-22, 1997
- 13) 曾根照喜：超音波骨量測定による骨折リスクの評価、医療と検査機器・試薬、31、229-232、2008
- 14) 山崎薫、櫛田一博、大村亮宏他：超音波骨量測定装置（Achilles Ultrasound Bone Densitometry）の使用経験～測定制度と有用性の検討～、*Therapeutic Research*、13、3647-3655、1992
- 15) 日本人食事摂取基準〈2005年版〉：厚生労働省策定、エネルギー、28-31、2005
- 16) 佐久間真由美、遠藤直人：骨粗鬆症の疫学、発症頻度、骨折発生率とその特徴、臨床スポーツ、25、217-222、2008
- 17) 岡野登志夫、津川尚子、須原義智：高齢者を中心とした日本人女性のビタミンD栄養状態と骨代謝関連指標について、*Osteoporosis Jpn*、12、171-175、1995
- 18) Bischoff-Ferrari, H A, et al: Effect of Vitamin D on falls; a meta analysis. *JAMA*, 28:29, 1999-2006, 2004（文献15より）
- 19) Scott M, Smith S, Sara R, Zwart, et al: The Nutritional Status of Astronauts is Altered after Long-Term Space Flight Aboard the International Space Station. *J Nutrition*, 135, 437-443, 2005
- 20) 山田亜紀子、北川淳、中原凱文他：女子大学生の運動経験および骨代謝マーカーと骨量の関係、和洋女子大学紀要、48、55-68、2008