

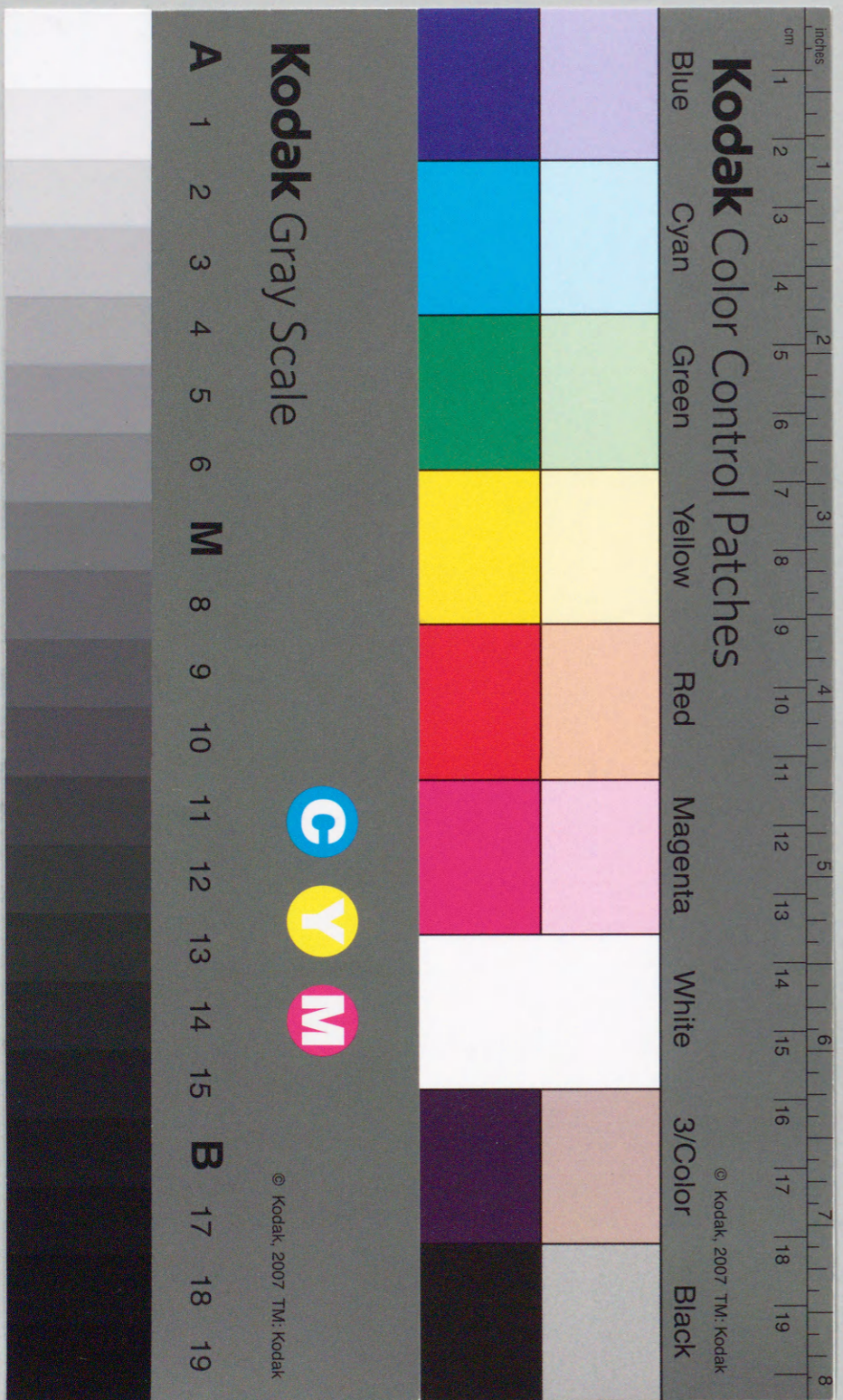
主論文

脳卒中片麻痺患者の骨塩量とその意義に関する研究

吉村 一穂¹⁾

中部日本整形外科災害外科学会雑誌 第35巻 第5号 別冊

平成4年9月1日発行



脳卒中片麻痺患者の骨塩量とその意義に関する研究

吉村 一穂¹⁾

(受付:平成4年4月14日, 受理:平成4年5月27日)

要 約

脳卒中片麻痺患者の全身と第2~4腰椎の骨塩量を dual energy X-ray absorptiometry (以下 DEXA と略す) にて測定し、骨塩量の変化のある部位、骨塩量と麻痺の程度及び罹病期間との関係、性別間の差などについて検討した。

まず、DEXA の精度・再現性について検討したが、変動係数1%以下と非常にすぐれており、詳細な骨塩量解析に用いうると考えられた。

対象は脳卒中片麻痺患者131例 (男性77例の年齢は32~93才, 平均65.8±11.7才。女性54例の年齢は49才~90才, 平均67.6±11.3才, 全例閉経後) であった。発症から骨塩量測定までの期間は1週間から18年であった。

上肢及び下肢のBrunnstrom stage¹⁾ (以下 Br. stage と略す) は、それぞれ stage I は17例と7例, stage II は18例と13例, stage III は14例と18例, stage IV は17例と20例, stage V は20例と27例, stage VI は45例と46例であった。

対照として年齢, 性, 身長, 体重, 利き手側, 閉経時をほぼマッチングさせた健常者を選んだ。また、健常者400例 (男性200例, 平均年齢65.7±13.7才。女性200例, 平均年齢67.5±10.7才) について、四肢の利き手側と非利き手側の骨塩量を測定した。

利き手側の決定は健常者, 片麻痺患者とも直接問診し判定した。

結果は健常者においては、上肢・下肢とも利き手側が有意に高かった。片麻痺患者においては、麻痺側の上肢・下肢のみ有意に骨塩量が減少しており、骨塩量減少は女性及び上肢にきたしやすかった。また、Br.

stage IV 以下例, 上肢・下肢とも発症後1カ月以上経過した例で有意に骨塩量が減少していた。

これらの結果から骨萎縮防止のためにも、早期のリハビリテーション開始と歩行能力の獲得が大切であると考えられた。

はじめに

脳卒中片麻痺患者の麻痺肢に骨萎縮が生じることはよく知られている²⁴⁾²⁹⁾³⁰⁾。単純X線写真^{2)7)22)~24)29)30)}, microdensitometry 法³⁾²⁴⁾²⁵⁾ (以下 MD と略す), digital image processing 法⁸⁾ (以下 DIP と略す), microdensitometry/multiple scanning 法⁶⁾ (以下 MD/MS と略す), single photon absorptiometry 法¹⁸⁾ (以下 SPA と略す), dual photon absorptiometry 法^{9)26)~28)} (以下 DPA と略す), quantitative computed tomography¹³⁾ (以下 QCT と略す) などにより検討されているが、最も信頼性の高い dual energy X-ray absorptiometry (以下 DEXA と略す)¹²⁾¹⁵⁾ によるまとまった報告はない。また、片麻痺患者の健側の機能も健常者と比べ劣っていると言う報告もいくつかあるが¹⁰⁾¹¹⁾¹⁶⁾, これと骨塩量について検討している報告は少ない。本研究では脳卒中片麻痺患者131例 (男性77例, 女性54例) について、全身の部位別の骨塩量と、第2~4腰椎 (前後方向) の骨塩量を DEXA (米国 Hologic 社製 QDR-1000/W) で測定した。これらの測定値から骨塩量の変化のある部位、骨塩量と麻痺の程度 (Br. stage) 及び罹病期間との関係、男性・女性間の差などを検討した。

対 象

対象は脳卒中片麻痺患者131例 (男性77例, 年齢は32~93才で平均65.8±11.7才, 女性54例, 年齢は49~

90才で平均67.6±11.3才) である。女性は全例閉経後であった。原疾患は脳出血52例, 脳梗塞79例である。麻痺側は、利き手側片麻痺65例 (男性39例, 女性26例), 非利き手側片麻痺66例 (男性38例, 女性28例) である (表1)。また、全例当院にて可能な限り週2~3回, 1回20~30分の機能訓練を行っていた。発症から骨塩量測定までの期間は、1週間から18年で平均3年, 中央値は2年であった。また、麻痺の程度の判定には運動回復指標である Brunnstrom stage (以下 Br. stage と略す)¹⁾ を用いた。骨塩量測定時の上肢, 手指, 下肢の Br. stage の内訳と, Br. stage と発症から骨塩量測定までの期間の関係は表2, 3のごとくである。

対照として年齢, 性, 身長, 体重, 利き手側, 閉経時をほぼマッチングさせた健常者を選んだ。マッチングは研究のために重要な手段であり、ここでの健常者とは骨代謝に影響を及ぼす疾患既往がなく, 薬剤の投与も受けていない者である。片麻痺患者とマッチングさせた健常者の年齢, 身長, 体重, 骨塩量測定後の各部位の area についても有意の差はなかった。

また、健常者400例 (男性200例, 年齢は31~92才で平均65.7±13.7才, 右利き190例, 左利き10例。女性

200例, 全例閉経後。年齢は49~90才で平均67.5±10.7才, 右利き194例, 左利き6例) について、四肢

表1 対象 (N=131)

	年 令	利き手側麻痺	非利き手側麻痺
男性 77例	32~93才 平均65.8±11.7才	39例 右片麻痺 左片麻痺 3例	38例 右片麻痺 2例 左片麻痺 3例
女性 54例	49~90才 平均67.6±11.3才 全例 閉経後	26例 右片麻痺 左片麻痺 1例	28例 右片麻痺 1例 左片麻痺 27例

表2 Brunnstrom stage (N=131)

Stage	上 肢	手 指	下 肢
I	17(男 9 女 8)	21(男11 女10)	7(男 5 女 2)
II	18(7 11)	22(10 12)	13(5 8)
III	14(8 6)	9(5 4)	18(12 6)
IV	17(11 6)	9(4 5)	20(12 8)
V	20(13 7)	25(17 8)	27(14 13)
VI	45(29 16)	45(29 16)	46(29 17)
計	131(77 54)	131(77 54)	131(77 54)

表3 上肢の Brunnstrom stage と発症後骨塩量測定までの期間 (男性○ 女性●)

	I	II	III	IV	V	VI
1 M未満	○○○○○ ●●	○	○	○○ ●	○○	○○○○○ ●
1 M~2 M	○○○ ●●●	○○ ●			●●	○○○○○
2 M~3 M	○ ●	○ ●●	○○			○○ ●●
3 M~4 M		○			●●	○
4 M~5 M		●			○	
5 M~6 M	●		●	○	○	●
6 M~1 Y		●●		●	●	○○ ●●●●
1 Y~2 Y		○	○		○○	○
2 Y以上	●	○ ●●●●●	○○○○○ ●●●●●	○○○○○ ○○○ ●●●●	○○○○○ ○○ ●●	○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ●●●●● ●●●●●

A study on bone mineral mass in hemiplegic patients due to cerebral apoplexy : Kazuho YOSHIMURA (Department of Orthopaedic Surgery, Okayama City Hospital)

1) 岡山市立市民病院整形外科

Key words : Hemiplegia, Apoplexy, Absorptiometry (DEXA), Bone mineral content, Bone mineral density

の利き手側と非利き手側の骨塩量を測定した(図4).

利き手側の決定は健常者, 片麻痺患者とも直接対象者から問診し判定した.

表 4 健常者 (N=400)

	年 令	利 き 手
男性 200例	31~92才 平均65.7±13.7才	右利き 190例 左利き 10例
女性 200例	49~90才 平均67.5±10.7才 全例 閉経後	右利き 194例 左利き 6例

方 法

1. DEXA (QDR-1000/W) と測定部位について

DEXA 法は基本的には ¹⁵³Gd を線源とした DPA と同じである. しかし, 線源を X 線にかえることにより, 正確性・再現性の向上, 被曝線量の低下, 測定時間の短縮(全身約11.5分, 腰椎約5分)が可能になり, また, ランニングコストの低下, 設定の基準もゆるやかとなるなどの利点がある. QDR-1000/w では管球に異なる電圧を交互に加えることにより二重の X 線エネルギーを得る技術が用いられ, 常に出力 X 線をピクセル毎にキャリブレーションできる quantitative digital radiography (QDR) が開発されており, 本研究ではこれを用いた.

測定時の肢位は全身の場合は, 仰臥位で前腕内位, 両股関節を内旋し膝蓋骨が真上を向くようにした. 腰椎のみの場合には, 両下腿を特定の台の上に置き股関節と膝関節を約50度の屈曲位にし, 腰椎前弯を矯正して肢位を一定にした.

しかし, 麻痺により四肢に変形のある片麻痺患者において, このような測定肢位がとりにくい例では, 極力健側の肢位を麻痺側に一致させたが, 健肢と麻痺肢の area に有意の差は認めなかった. また, 片麻痺患者の測定時に少し肢位を変えた四肢と, 前述のごとくマッチングさせた健常者との四肢の area にも有意の差は認められなかった.

得られる情報は全身を頭部, 胸椎, 腰椎, 骨盤, 左右肋骨, 左右上肢, 左右下肢の10部位に分けて, それぞれについて area (cm²), bone mineral content (以下 BMC と略す. grams), bone mineral density (以下 BMD と略す. g/cm³) の各値を測定した. 腰椎につい

ても同様にして area, BMC, BMD を測定した. 今回は, 両上肢, 下肢及び第2~4腰椎について, 1) 健常者の利き手, 非利き手側の比較, 2) 健常者と片麻痺患者の比較, 3) 利き手側片麻痺患者の健側との比較, 4) 麻痺側骨塩量減少の部位別・性別差, 5) 麻痺の程度・期間と骨塩量減少の関係について検討した. この時, 麻痺側の骨塩量/健側の骨塩量の比を求め, 骨塩量減少(率)とした. 以上の有意差検定はすべて t 検定を用いた.

2. DEXA (QDR-1000/W) の精度と再現性について

(1) 正確度は, 骨塩等価物質である K₂HPO₄溶液 5種類(100, 200, 300, 400, 500mg/ml)を満たしたファントムを, 厚さ20cmの水ファントムに入れスキャンした. その結果, 図1のごとく外挿するとほぼ原点に交わりすぐれていた.

(2) 日差再現性は, QDR-スパイン・ファントムを133日スキャンした. その結果第1~第4腰椎の BMD, BMC, area におけるそれぞれの変動係数は 0.40%, 0.41%, 0.42%と少なかった.

(3) 日内変動は, 計10日間にわたり午前9時電源投入直後から1時間おきに11回, QDR-1 スパイン・ファントムをスキャンした. その第1~第4腰椎 BMD の変動係数は0.29%であった.

(4) 吸収体厚による影響については, (1) で用いた400mg/mlの K₂HPO₄溶液を水ファントム内に置き, 深さを10cm, 15cm, 20cm, 25cmと変化させた時の

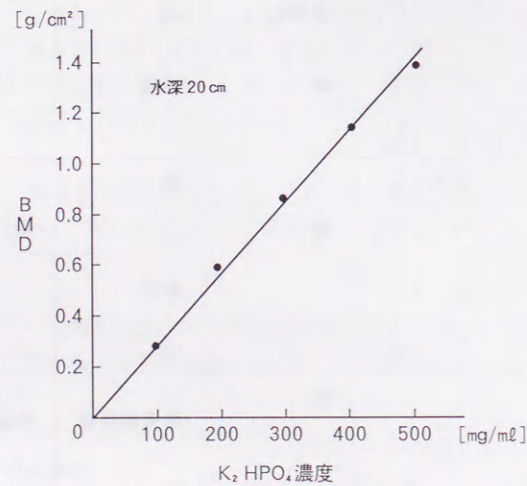


図 1 K₂HPO₄濃度と BMD

K₂HPO₄溶液ファントムの BMD を測定し, 吸収体厚と BMD の関係について検討した. その結果, BMD はほぼ一定値を示した(図2).

以上(1)~(4)から精度・再現性にすぐれ, 繰り返しの測定に十分耐えうるものであった. 吸収体厚による影響については, 10cmから25cmというのは人体における軀幹部の厚さに相当し, 体厚の影響はないと考えた.

結 果

1) 健常者(男性200例, 女性200例)においては, 利き手側の骨塩量が男性・女性とも有意に高かった(図3).

2) 片麻痺患者とマッチングさせた健常者との比較では, 男性・女性とも麻痺側の上肢・下肢のみ骨塩量は有意に低値を示した. 健側は上肢・下肢とも有意の変化は認められなかった(図4). 第2~4腰椎の骨塩量は減少傾向にあったが, 有意な減少は認められなかった.

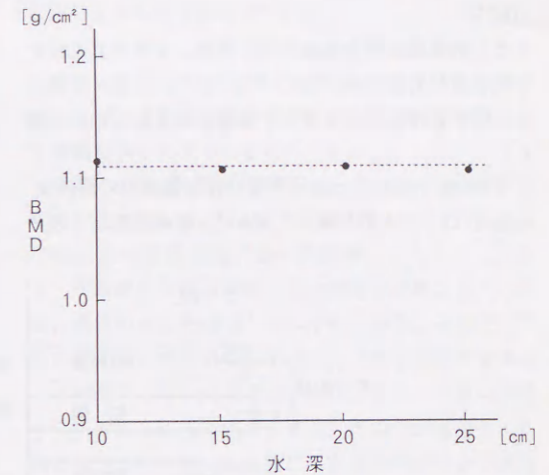


図 2 水深と BMD

3) 利き手側片麻痺患者65例においても, 上肢・下肢とも麻痺側(もともと利き手側で有意に骨塩量が高かった)の骨塩量は, 健側に比べ有意に低値を示した

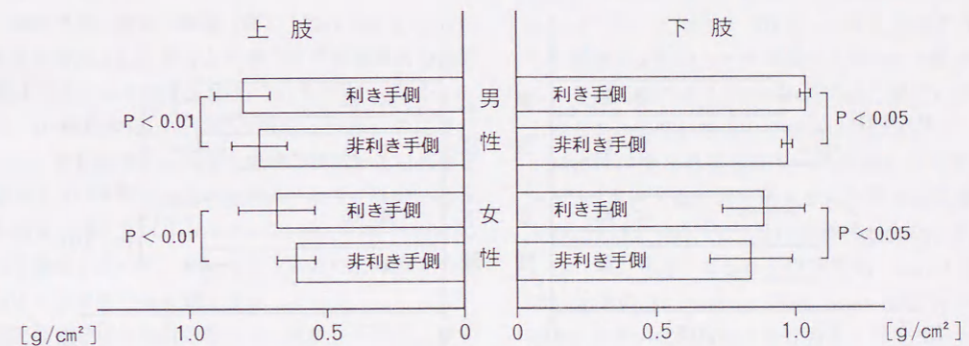


図 3 健常者の BMD

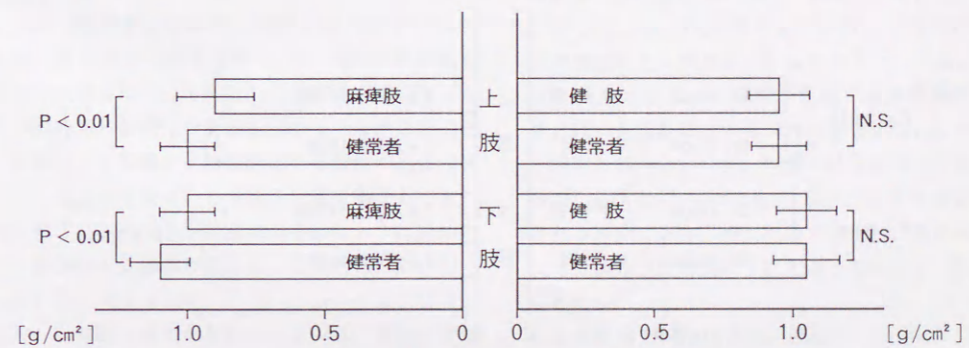


図 4 片麻痺患者と健常者の比較 (BMD)

(図 5).

4) 麻痺側の骨塩量減少は、男性・女性とも上肢が下肢に比べ有意に減少していた。また、上肢・下肢とも女性が男性に比べ有意に骨塩量が減少していた (図 6)。

5) 麻痺の程度と上肢・下肢の骨塩量減少の関係は、stage IV 以下で有意に減少していた。罹病期間と上肢・

下肢の骨塩量減少の関係は、発症後 1 カ月以上で有意に減少していた。

考 察

片麻痺患者の麻痺肢の骨萎縮は単純 X 線写真^{2)7)22)~24)29)30)}、MD³⁾²⁴⁾²⁵⁾、DIP⁸⁾、MD/MS⁶⁾、SPA¹⁸⁾、DPA^{9)26)~28)}、QCT¹³⁾ などにより検討されているが、

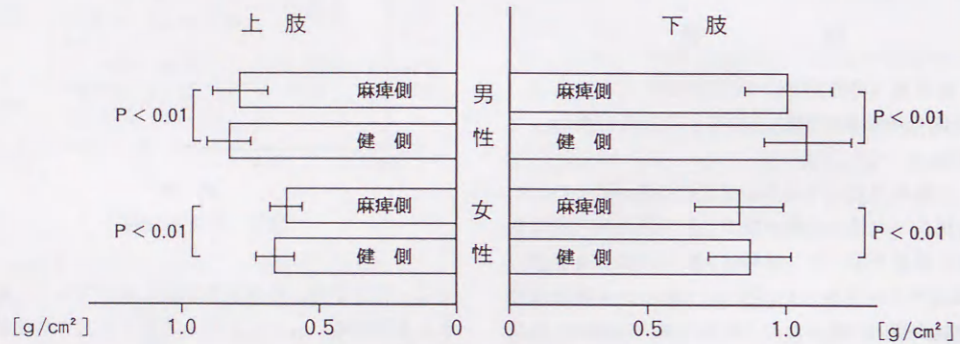


図 5 利き手側片麻痺患者の BMD



図 6 片麻痺患者の BMD 比 (麻痺側/健側)

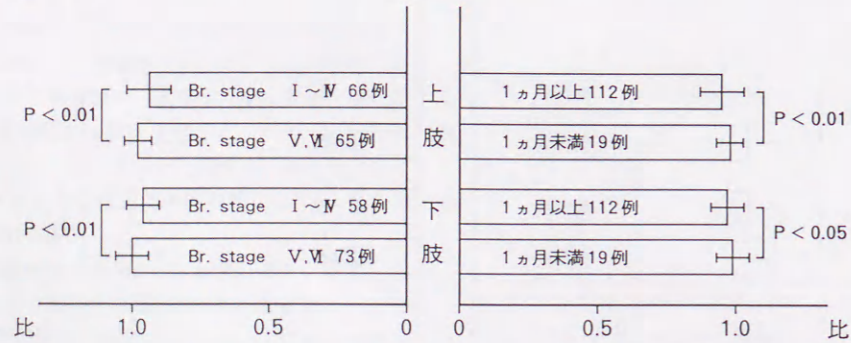


図 7 片麻痺患者の BMD 比 (麻痺側/健側)

DEXA¹²⁾¹⁵⁾によるまとまった報告はない。

DEXA は精度、再現性に関して変動係数 1% 以下と安定しており、全身の骨塩量測定により有用であると考えられた。

しかし、小泉¹⁴⁾の大腿骨頸部の骨塩量測定においては、自然肢位のままでは約 12% 過大評価されるなどの報告があり、特に片麻痺患者では測定肢位が大切であると考え、既述のごとく健側の肢位を麻痺側に極力一致させるなどの方法で area の変化に注意を払った。

利き手の影響については、土肥³⁾ (MD)、猪飼⁶⁾ (MD/MS) らは影響はないと報告しているが、今回の健常者における利き手側と非利き手側の骨塩量に有意の差があるのは、日常生活において利き手側 (特に上肢) は使用頻度が多く、細かい運動をより正確に行えることや、あるいはより筋力のあることが影響しているのではないかと考えられた。同様に、Montoye¹⁷⁾ (SPA) は 61 名のテニス・プレーヤーの利き手側と非利き手側の上腕骨、橈骨、尺骨の骨塩量を調べた結果、利き手側に高い骨塩量を認め、筋力が影響していると報告している。

片麻痺患者の健側の機能 (筋力、動作速度など) は、健常者を対照とした場合どの報告も片麻痺患者の健側機能は劣るという結果を示している¹⁰⁾¹¹⁾¹⁶⁾。しかし、今回、DPA による Iversen⁹⁾の報告と同様に骨塩量には有意の変化は認められず、健側の機能低下は骨塩量に影響を及ぼす程ではないと考えられた。また、腰椎の骨塩量に関しては、里宇²⁴⁾ (QCT)、山崎²⁸⁾ (DPA) らは骨萎縮を認めず、片麻痺患者においては全身の骨萎縮よりも局所の骨萎縮を強調している。

麻痺肢の骨塩量減少の原因としては、不動性、非荷重、denervation、循環障害、muscle pull の欠如などが考えられる^{4)7)19)~21)}。

上肢と下肢の骨塩量減少の比較では、横山²⁹⁾³⁰⁾は単純 X 線写真ながら片麻痺患者 111 例の偏側性骨萎縮を上腕骨と大腿骨について検討し、上腕骨の 89.2%、大腿骨の 54.9% に偏側性骨萎縮を認めている。このことは、臥床中にも健側の上肢はかなり可動性があるのに対して、健側の下肢はたとえ寝た位置で動かしても、歩行に伴う筋への大きな刺激にはるかにおよびないために、健側にも骨萎縮が進行し、そのために差がなくなっていると考えられた。一方、Iversen⁹⁾は下肢は上肢に比べ麻痺側と健側の差が少なく、また健側の骨塩量減少は認めておらず、麻痺側では上肢の方が下肢より骨塩量減少が著しいと述べ、これらのことは血流の

変化によるものと推定している。

竹市²⁵⁾の MD による研究では、手指と足趾の骨密度の左右差を検討した結果、手指では左右差は著明であったが、足趾では差が少なく、上肢の方が下肢より骨萎縮をきたしやすいと述べている。

今回、上肢が下肢より骨萎縮をきたしやすい結果が得られたのは、Br. stage でもわかるように、上肢は下肢に比べ機能回復が悪い例が多いことも考えられる。片麻痺患者の麻痺側のみの機能を比較すると、手指に機能の中心を持つ上肢は不利であり、その逆に下肢は股関節に機能の中心を持ち、はなはだ有利であることが関与していると思われた⁵⁾。また、上肢は利き手交換がある程度可能であるが、巧緻性が獲得される例は少なく、下肢は麻痺肢にも荷重負荷が可能であることが影響していることもある⁶⁾。

次に、男女間の比較では、横山²⁹⁾³⁰⁾ (単純 X 線写真) は偏側性の骨萎縮に男女間で有意の差はないと報告しているが、Naftchi¹⁸⁾ (SPA) の報告では発症後 100 日で女性の方 (年齢は閉経後) が有意に骨塩量が減少したとしている。また、猪飼⁶⁾ (MD/MS)、稲⁸⁾ (DIP)、Prince²³⁾ (SPA)、筒泉²⁶⁾ (DPA)、川勝¹²⁾、山崎²⁸⁾ (DEXA) らも同様に女性の方が骨萎縮がきやすいと報告している。今回同様の結果が得られたのは、閉経に伴う女性ホルモンの影響と考えるのが妥当であろう⁶⁾。

麻痺の程度と骨塩量減少との関係については、横山²⁹⁾³⁰⁾は単純 X 線写真の所見から上肢の随意運動の程度のよい Br. stage V・VI は骨萎縮が少ないと述べている。一方、里宇²⁴⁾は MD を用いて Br. stage II 以下 (ただし手指の Br. stage)、Singh index から Br. stage IV 以下に有意の骨塩量低下を認めたと報告している。また、土肥³⁾も MD により Br. stage IV 以上の症例では手指に関して日常生活に使用する機会が多いため骨萎縮が少なく、Br. stage III で見られるような痙性の存在は骨萎縮防止に関与していないと述べている。碁盤¹⁵⁾は DEXA により、片麻痺が重度でも歩行能力が自立すれば、骨塩量に対する麻痺の影響が現れにくくなるかと報告している。今回、同様の結果が得られたのは、Br. stage V 以上では上肢・下肢とも実用的な使用がかなり可能であり、特に下肢では歩行、あるいはそれに伴う荷重が骨萎縮防止に大きく関与していると考えられた。

罹病期間との関係では、横山²⁹⁾³⁰⁾は上腕骨では発症後 6 カ月以上、大腿骨では 1 年以上経過した例は有意に偏側性の骨萎縮をきたしたとしている。土肥³⁾は

MD では発症後 4 カ月以上、猪飼⁶⁾は MD/MS で 6 カ月経過した例に骨萎縮を認め、同様に山口²⁷⁾は DPA で、女性のみながら 4 カ月で骨萎縮を認めている。今回の検討では、上肢・下肢とも発症 1 カ月以上で有意の骨萎縮が生じたことは諸家の報告より数カ月早い。これは DEXA の精度によるものと考えた。また、その後有意の減少を認めなかったことは発症後 1 カ月間で骨萎縮をきたし、その後の骨塩量減少はゆるやかであることを示していると思われた。

以上より、Br. stage と罹病期間により運動量、荷重の程度が変わり、麻痺肢の骨塩量に影響を及ぼしていると考え、早期のリハビリテーション開始と歩行能力の獲得が大切であるといえる。

ま と め

1. 片麻痺患者 131 例の全身及び第 2～4 腰椎の骨塩量を DEXA にて測定した。

(a) 麻痺側の上肢下肢のみ骨塩量の減少を認めた。

(b) 健側の上肢、下肢、腰椎の骨塩量には有意の変化は認められなかった。

(c) 骨塩量の減少は下肢よりも上肢、男性よりも女性にきたしやすかった。

(d) 発症後 1 カ月以上、Br. stage IV 以下の例は有意に骨塩量が減少していた。

2. 骨萎縮防止のため早期のリハビリテーション開始と歩行能力の獲得が大切であると考えられた。

稿を終えるにあたり、御指導、御高閲を賜りました井上一教授に深甚なる謝意を表します。また直接御指導、御教示を賜りました渡辺唯志部長に深謝致します。

文 献

- 1) Brunnstrom, S.: Movement therapy in hemiplegia. Harper & Row, London, 113~122, 1970.
- 2) Denham, M. J.: Progressive osteoporosis in hemiplegia. Geront. Clin., **15**: 361~365, 1973.
- 3) 土肥信之, 西下淑文, 木村素子: 痙性片麻痺手にみられる骨粗鬆症の分析. 中部整災誌, **28**: 275~277, 1985.
- 4) Gillespie, J.A., Dundee, Scotland: The nature of bone changes associated with nerve injuries and disuse. J. Bone Joint Surg., **36-B**: 464~473, 1954.

- 5) 服部一郎: リハビリテーション技術全書. 第 2 版, 医学書院, 東京, 830~874, 1984.
- 6) 猪飼哲夫, 米本恭三, 宮野佐年, 他: MD/MS 法による脳卒中片麻痺患者の骨萎縮の検討. 総合リハ, **19**: 1001~1004, 1991.
- 7) 池田亀夫, 平林 洸, 加藤哲也, 他: 脳血管障害のリハビリテーション. リハ医学, **6**: 185~188, 1969.
- 8) 稲源一郎, 高橋 勇, 古市照人, 他: 脳卒中片麻痺患者の廃用性骨萎縮—Digital Image Processing (DIP) 法を用いて. リハ医学, **27**: 575~576, 1990.
- 9) Iversen, E., Hassager, C., Christiansen, C.: The effect of hemiplegia on bone mass and soft tissue composition. Acta. Neuro. Scand., **79**: 155~179, 1989.
- 10) 金子 翼, 今関早苗, 長尾 徹, 他: 片麻痺の健側と外傷の非外傷側の上肢機能. 作業療法, **7**: 569~575, 1988.
- 11) 金子 翼: 脳卒中片麻痺の上肢機能—動作・作業能力の観点より. 理学療法, **7**: 91~99, 1990.
- 12) 川勝 充, 下垣和久, 筒泉正春, 他: 片麻痺患者における全身骨塩量測定. 日本骨代謝学会雑誌, **8**: 266, 1990.
- 13) 小林恒三郎, 横山絵里子, 犬上 篤, 他: 脳卒中後患者の下腿骨骨量測定. リハ医学, **24**: 277, 1987.
- 14) 小泉 潔, 内山 暁, 荒木 力, 他: Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA) による骨塩定量の基礎的検討. 日本医学放射線学会雑誌, **50**: 123~129, 1990.
- 15) 碁盤芳久, 松田 実, 藤吉健司, 他: 片麻痺が骨密度に及ぼす影響について. リハ医学, **27**: 578~579, 1990.
- 16) 宮前珠子: 片麻痺患者の「健側」機能. 作業療法, **7**: 550~562, 1988.
- 17) Montoye, H.J., Smith, E.L., Fardon, D.F. et al.: Bone mineral in senior tennis players. Scand. J. Sports Sci., **2**: 26~32, 1980.
- 18) Naftchi, N.E., Viau, A.T., Marshall, C.H. et al.: Bone mineralization in the distal forearm of hemiplegic patients. Arch. Phys. Med. Rehabil., **56**: 487~492, 1975.
- 19) 永野重郎, 小泉正臣, 多田浩一, 他: 長期間にわたる神経麻痺手にみられる骨量変化. 中部整災誌, **29**: 2188~2191, 1986.
- 20) 永野重郎, 多田浩一, 堀部秀二: 長期間にわたる神経麻痺手にみられる骨量変化 (第 2 報). 中部整災誌, **30**: 927~929, 1987.
- 21) 永野重郎, 多田浩一, 正富 隆, 他: 長期間にわたる神経麻痺手にみられる骨量変化 (第 3 報). 中部整災誌, **31**: 1418~1420, 1988.
- 22) Nicholas, P., Gorday, W.J., Paul, B.J.: Osteoporosis in hemiplegia. Stroke, **2**: 41~47, 1971.
- 23) Prince, R.L., Prince, R.L., Ho, S.: Forearm bone loss in hemiplegic: A model for the study of immobilization osteoporosis. J. Bone and Mineral Res., **3**: 305~310, 1988.
- 24) 里宇明元, 高橋守正, 園田 茂, 他: 脳卒中片麻痺患者における骨粗鬆症. リハ医学, **28**: 779~786, 1991.
- 25) 竹市冬彦, 宮下徳雄, 佐竹利通, 他: 片麻痺患者における骨粗鬆症に関する臨床的研究—手指足趾における骨密度の左右差と麻痺の定量的解析について. リハ医学, **26**: 222, 1989.
- 26) 筒泉正春, 山崎 駿, 白石英典, 他: 片麻痺患者における全身骨塩量測定. リハ医学, **27**: 577, 1990.
- 27) 山口昌夫, 花山耕三, 中田 勉, 他: 片麻痺患者の大腿骨頸部の骨萎縮—二光子吸収法による測定. リハ医学, **27**: 576~577, 1990.
- 28) 山崎 駿, 筒泉正春, 他: 片麻痺患者に対する骨塩定量の意義. リハ医学, **28**: 221, 1989.
- 29) 横山 巖, 稲葉午郎, 及川成海: 片麻痺患者の廃用性骨萎縮に関する研究. 高令医学, **6**: 371~381, 1968.
- 30) 横山 巖: 片麻痺のリハビリテーションにおけるいくつかの問題点. 総合リハ, **1**: 9~17, 1973.

