

原 著

脳性運動障害児の骨密度と身体計測指標の関連について

白 垣 潤*・岩 崎 信 明**・藤 田 和 弘***

脳性運動障害児の骨密度と身体計測指標（身長・体重・体脂肪率）との関連について検討した。対象は、脳性運動障害男児 72 名と健常男児 25 名とし、骨密度は DEXA 法で、体脂肪率はインピーダンス計で測定した。その結果、身長、体重との関連が認められた。特に体重との相関が高く、さらに脳性運動障害児を抗重力姿勢群と非抗重力姿勢群に分けて検討した結果、抗重力姿勢群で非抗重力姿勢群よりも相関係数が高値であった。これによって、抗重力姿勢の保持による骨の長軸方向への体重負荷が、骨密度の増加に有効に作用していることが考えられた。身長や体重は指導・訓練という介入上の操作は不可能な変数であり、脳性運動障害児の骨密度低下を予防・改善するために、今後、体重負荷を他動的に加えるなどの運動指導プログラムの開発が課題である。

キー・ワード：骨密度 脳性運動障害児 身体計測指標

I. はじめに

脳性麻痺では大腿骨骨折を起こすことが多く (Lee & Lyne, 1990⁹⁾; McIvor & Samilson, 1966¹⁰⁾、リハビリテーション・介護・教育上の大きな問題となっている。骨折の一因とされる骨密度低下に関しては加齢、栄養障害、薬物などとの関係が検討され、さらに、身体活動や骨への荷重が骨密度に影響を与えることも高齢者や宇宙飛行士における研究から良く知られている。脳性麻痺でも骨密度が低下していることが報告され (Harcke, Taylor, Bachrach, Miller, & Henderson, 1998³⁾; 林・荒木・森岡・倉繁・白石・小倉・谷, 1990⁴⁾; Henderson, 1997⁵⁾; Henderson, Lin, & Green, 1995⁶⁾; 木村, 1991⁷⁾; Nishiyama, Kuwahara, & Matsuda, 1986¹¹⁾; Osamura, Hasegawa, Yoshioka,

Mizuta, & Sawada, 1998¹³⁾; Wilmshurst, Ward, Adams, Langton, & Mughal, 1996²⁰⁾、また、運動機能障害が骨密度低下に関与していることが指摘されている (白垣・岩崎・中山・藤田・大戸・松井, 2001¹⁵⁾)。

体格も機械的ストレスとして骨密度に関連する要因であり、骨密度低下にも影響を与えると考えられている (鈴木, 1997¹⁷⁾)。そこで、本研究では脳性運動障害児の骨密度を DEXA 法 (Osamura ら, 1998¹³⁾; Warner, Cowan, Dunstan, Evans, Webb, & Gregory, 1998¹⁹⁾) で測定し、身長、体重、体脂肪率との相関と検討し、骨密度と身体計測指標との関連について検討する。

II. 対象と方法

対象は、脳性運動障害群として脳性運動障害児 72 名 (8.7±3.9 歳, 3~13 歳) および、対照群として健常児 25 名 (7.7±2.9 歳, 3~13 歳) である。対照群では副腎皮質ステロイド、抗て

* 九州保健福祉大学

** 筑波大学臨床医学系小児科

*** 筑波大学心身障害学系

んかん剤による治療予定者で治療前検査として施行された。対象は、X線の身体への影響度を考慮し、全て男児とした。両者の年齢に有意差は認められなかった($t=1.226, df=95$)。運動機能障害の病型は、筋肉まひが骨密度と関連している(鈴木, 1997¹⁷⁾)と先行研究で指摘されていることをふまえて、全例医師によって診断された痙直型とし、アテトーゼ型、失調型は含まれていない。また、脳性運動障害群については、抗重力姿勢の影響についても検討するために、非抗重力姿勢群(頸定獲得以前)と抗重力姿勢群(座位獲得以降)に分けて、それぞれ37名(7.3 ± 3.9 歳)と35名(9.8 ± 3.7 歳)とした。対照群を含めた3群の間の年齢に有意差は認められなかった($F(2, 94)=2.842$)。対象者の保護者に対して十分な説明を行い、検査に対するインフォームドコンセントを得た。

骨密度の測定はDEXA法で行い、全身の骨密度を算出した。

身体計測は、身長、体重、体脂肪率を測定した。

身長は、背臥位あるいは立位で測定したが、脊柱側弯、下肢変形の程度に応じ、以下の3種類の方法のいずれかを用いた。①頭頂より足底まで計測、②頭頂より大転子までと大転子より下肢側面に沿って足底まで計測、③頭頂より第7頸椎まで、第7頸椎から脊柱に沿ってヤコビー線(両腸骨稜上縁)まで、さらにヤコビー線より下肢に沿って足底まで計測である。

体重は、通常の医療用体重計(Sanritu)で測定した。

体脂肪率はインピーダンス計(Biolmpemeter, Sekisui)で生体抵抗を算出し、以下の式に当てはめて算出した。

$$\%Fat = 4.57 / (1.1714 - 0.1087 \times (W \times (1.04 \times \Omega - 19.4) / L \times L) - 0.0001 \times Yrs) - 4.142 \times 100$$

%Fat: 体脂肪率、W: 体重、 Ω : 生体抵抗、L: 身長、Yrs: 年齢

統計解析に関しては、骨密度とそれぞれの身体計測指標の関連については、ピアソンの相関

係数(5%水準)を算出して検討した。

III. 結果

1. 骨密度と身長の間について

全身の骨密度と身長の間をピアソンの相関係数の算出を行って検討したところ、対照群においては、有意に関連が認められ($r=0.62, df=48$) (Fig. 1)、同様に、脳性運動障害群においても有意に関連が認められた($r=0.62, df=142$) (Fig. 1)。

また、非抗重力姿勢群においては、有意な関連は認められなかったが($r=0.35, df=72$)、抗重力姿勢群においては、有意に関連が認められた($r=0.77, df=68$)。

2. 骨密度と体重の間について

全身の骨密度と体重の間をピアソンの相関

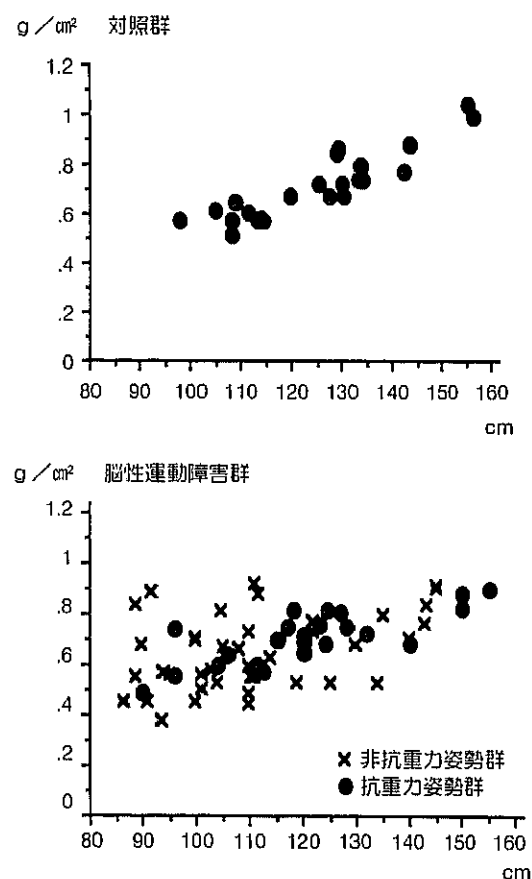


Fig. 1 身長と全身の骨密度の相関

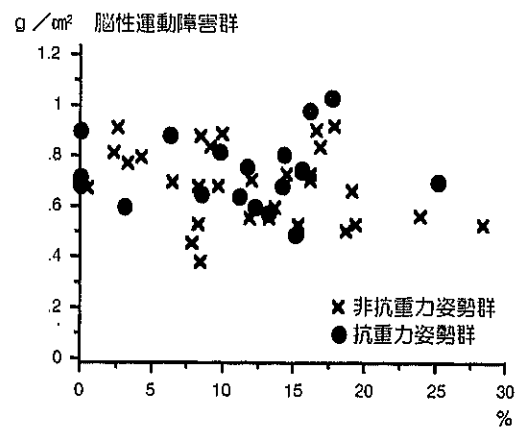
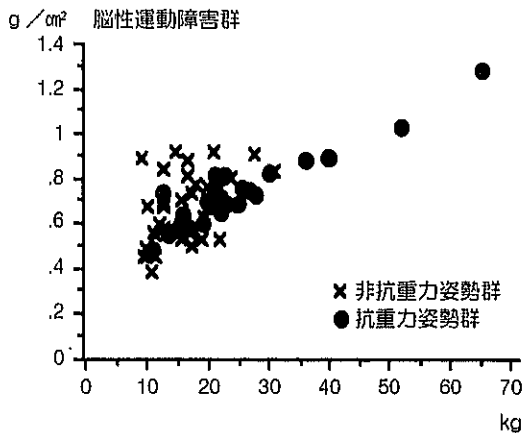
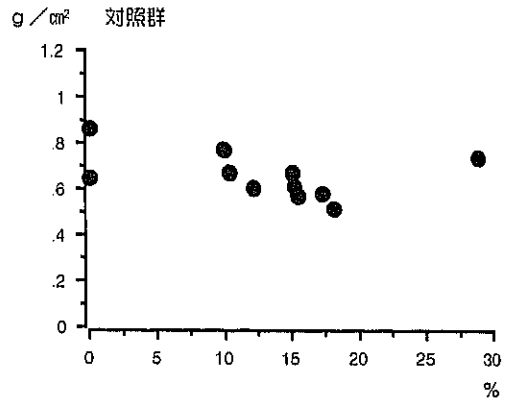
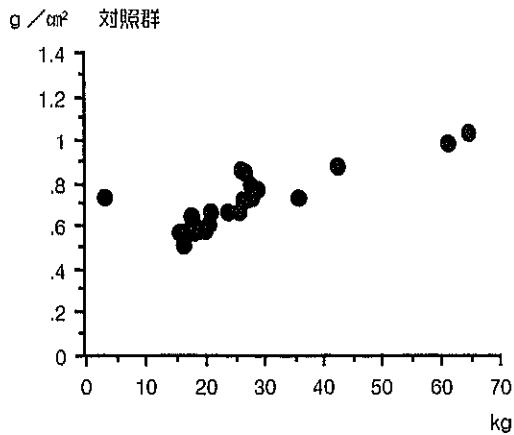


Fig. 2 体重と全身の骨密度の相関

Fig. 3 体脂肪率と全身の骨密度の相関

係数の算出を行って検討したところ、対照群においては、有意に関連が認められ ($r=0.82$, $df=48$) (Fig. 2)、同様に、脳性運動障害群においても有意に関連が認められた ($r=0.73$, $df=142$) (Fig. 2)。

また、非抗重力姿勢群においては、有意に関連が認められ ($r=0.38$, $df=72$)、同様に、抗重力姿勢群においても、有意に関連が認められた ($r=0.92$, $df=68$)。

3. 骨密度と体脂肪率の相関について

全身の骨密度と体脂肪率の関係をピアソンの相関係数の算出を行って検討したところ、対照群においては、有意な関連は認められず ($r=-0.37$, $df=48$) (Fig. 3)、同様に、脳性運動障害群においても、有意な関連は認められなかった ($r=0.03$, $df=142$) (Fig. 3)。

また、非抗重力姿勢群においては、有意な関連は認められず ($r=-0.26$, $df=72$)、同様に、抗重力姿勢群においても、有意な関連は認められなかった ($r=0.32$, $df=68$)。

IV. 考察

身長、体重などの身体計測指標は骨密度を規定する因子であると先行研究で指摘されている (Gastre, Brailion David, Cochat, Meunier, & Delmas, 1990²⁾; 小山・西沢, 1993⁸⁾; Osamura ら, 1998¹³⁾; Shaw, White, Fraser, & Rosenbloom, 1994¹⁴⁾; 辻・北尾, 1996¹⁸⁾)。特に体重と骨密度との相関は多くの研究で指摘されており (藤田, 1990¹⁾; Nishizawa, Koyama, Shoji, Aratani, Hagiwara, Miki, & Morii, 1991¹²⁾; Southard, Morris, Mahan, Hayes,

Torch, Sommer, & Zipf, 1991¹⁶⁾、荷重が骨に影響していることが示唆されている。

本研究では、先行研究と同様に、身長、体重と骨密度との相関が認められた。身長においては脳性運動障害児、健常児ともに骨密度との間に関連が認められたが、脳性運動障害児における抗重力姿勢保持の有無による検討では、非抗重力姿勢群においては関連が認められなかったのに対し、抗重力姿勢群においては関連が認められた。これは、抗重力姿勢の保持の有無が重要であることを示唆している。特に体重の相関係数が身長よりも高い結果であった。体重との関連においては、健常児よりも脳性運動障害児において相関係数が低く、また、骨密度と体脂肪率の関連については、関連が認められなかったこと、非抗重力姿勢群と抗重力姿勢群の検討では、体重において非抗重力姿勢群よりも抗重力姿勢群で相関が高いことも併せると、純粋に体重が骨密度に影響しているというよりも、抗重力姿勢の保持による骨の長軸方向への体重負荷が、骨密度の増加に有効に作用していることが考えられた。

白垣ら(2001¹⁵⁾)は、運動機能障害と身体各部の骨密度について検討しており、その結果、脳性運動障害群の骨密度は運動機能レベルとそれによる体重負荷が関連しており、骨密度の増加には立位姿勢の保持や歩行に伴う下肢への荷重負荷の関与が示唆されている。本論文で指摘された身長や体重などは教育的に操作は不可能な変数であるが、今後、本研究の結果をふまえて、体重負荷を他動的に加えるなどの運動指導プログラムを開発していくことが課題である。

文 献

- 1) 藤田拓男(1990) 骨粗鬆症の予防法 Prevention of Osteoporosis. 日本臨床, 48 (12), 2936-2941.
- 2) Glastre, C., Braillon, P., David, L., Cochat, P., Meunier, P. J., & Delmas, P. D. (1990) Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual energy X-Ray

absorptiometry in normal children: Correlations with growth parameters. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 70 (5), 1330-1333.

- 3) Harcke, H. T., Taylor, A., Bachrach, S., Miller, F., & Henderson, R., C. (1998) Lateral femoral scan: An alternative method for assessing bone mineral density in children with cerebral palsy. Pediatric Radiology, 28, 241-246.
- 4) 林優子・荒木久美子・森岡直子・倉繁隆信・白石泰資・小倉英郎・谷淳吉(1990) 脳性麻痺男性の骨成熟および脆弱性の検討 — 1 α -OH-D3の長期投与効果とオステオカルシンの骨代謝の指標としての有用性について—。脳と発達, 22, 209-215.
- 5) Henderson, R. C. (1997) Bone density and other possible predictors of fracture risk in children and adolescents with spastic quadriplegia. Developmental Medicine and Child Neurology, 39, 224-227.
- 6) Henderson, R. C., Lin, P. P., & Green, W. B. (1995) Bone-mineral density in children and adolescents who have spastic cerebral palsy. The Journal of Bone and Joint Surgery, 77 (11), 1671-1681.
- 7) 木村晶子(1991) 重症心身障害児(者)の骨萎縮病変とその治療。脳と発達, 23, 265-272.
- 8) 小山英則・西沢良記(1993) 肥満・やせと骨塩量。医学のあゆみ, 165(9), 601-605.
- 9) Lee, J. J. K. & Lyne, E. D. (1990) Pathologic fractures in severely handicapped children and young adults. Journal of Pediatric Orthopaedics, 10, 497-500.
- 10) McIvor, W. C. & Samilson, R. L. (1966) Fractures in patients with cerebral palsy. The Journal of Bone and Joint Surgery, 48-A, 5, 858-866.
- 11) Nishiyama, Kuwahara, T., & Matsuda, I. (1986) Decreased bone density in severely handicapped children and adults, with reference to the influence of limited mobility and anticonvulsant medication. European Journal of Pediatric, 144, 457-463.
- 12) Nishizawa, Y., Koyama, H., Shoji, T.,

- Aratani, H., Hagiwara, S., Miki, T., & Morii, H. (1991) Related obesity as a determinant of regional bone mineral density. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 37 Suppl., S65-70.
- 13) Osamura, T., Hasegawa, K., Yoshioka, H., Mizuta, R., & Sawada T. (1998) Total body bone development during early childhood in very low birth weight infants without cerebral palsy and mental retardation. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 44 (2), 269-277.
- 14) Shaw, N. J., White, C. P., Fraser, W. D., & Rosenbloom, L. (1994) Osteopenia in cerebral palsy. *Archives of Disease in Childhood*, 71, 235-238.
- 15) 白垣 潤・岩崎信明・中山純子・藤田和弘・大戸達之・松井 陽 (2001) 脳性麻痺における身体部位別骨密度と運動機能障害. *脳と発達*, 33, 37-43.
- 16) Southard, R. N., Morris, J. D., Mahan, J. D., Hayes, J. R., Torch, M. A., Sommer, A., & Zipf, W. B. (1991) Bone mass in healthy children: measurement with quantitative DXA. *Radiology*, 179 (3), 735-738.
- 17) 鈴木隆雄 (1997) 骨粗鬆症のリスクファクターと予防. *からだの科学*, 195, 45-49.
- 18) 辻 春江・北尾 武 (1996) 重症心身障害児(者)の骨塩量に影響を与える因子について. *医療*, 50 (3), 215-218.
- 19) Warner, J. T., Cowan, F. J., Dunstan, F. D. J., Evans, W. D., Webb, D. K. H., & Gregory, J. W. (1998) Measured and predicted bone mineral content in healthy boys and girls aged 6-18 years: Adjustment for body size and puberty. *Acta Paediatrica*, 87, 244-249.
- 20) Wilmshurst, S., Ward, K., Adams, J. E., Langton, C. M., & Mughal, M. Z. (1996) Mobility status and bone density in cerebral palsy. *Archives of Disease in Childhood*, 75, 164-165.

The Relation between Bone Mineral Density and Body Composition in Children with Cerebral Palsy

Jun SHIRAGAKI, Nobuaki IWASAKI, and Kazuhiro FUJITA

The relationship between bone mineral density and body composition (height, weight, body fat mass) were studied. Subjects were 73 boys with cerebral palsy and 25 age-matched normal boys. The bone mineral density was measured by a DEXA method and the body fat mass was measured by impedance. As a result, the height and the weight were recognized the relation with bone mineral density. Specially, the weight has high correlation. In children with cerebral palsy, the correlation coefficient was higher in the group who can hold anti-gravity postures than the group who cannot. This was the reason that has high mechanical loading to bone. Because body composition was a variable that operation on intervention was impossible, in order to prevent and improve the bone mineral density in children with cerebral palsy, development of program to increase the weight bearing was expected.

Key Words : bone mineral density, cerebral palsy, body composition