

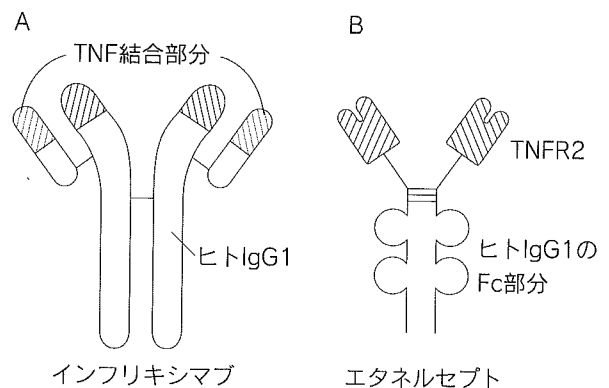
図③ TNFの細胞内シグナル伝達

TNFR1にTNFが結合すると、TRADD (TNFR-associated death domain)やFADD (Fas-associated death domain)などの「死のドメイン」を介して、アポトーシスが誘導される。一方、TRAF2 (TNFR-associated protein-2)を介するシグナルは分化誘導的に作用し、アポトーシスには抑制的にはたらく。また、細胞内にもTNFR2が存在する (intracellular TNFR2; icTNFR2)。

に直接作用し、その活性を中和する。マウスで作成された抗TNF- α 抗体のV領域を残し、他の部分をヒト免疫グロブリンに置き換えたもので、マウス領域が残っているために、くり返し投与によりキメラ抗体に対する中和抗体が出現し、効果が減弱する。メソトレキサートを併用することにより中和抗体出現を抑制しうることが示され、現在臨床では併用療法がおこなわれている。さらに、完全ヒト型抗TNF- α 抗体も開発されている。

一方、ヒトIgG1Fc部分とTNFR2の細胞外ドメインの融合蛋白は、一般名エタネルセプト (商品名Enbrel[®])とよばれ、TNFR2 (p75)を2分子有し、Fc部分が存在するため生体内での安定性が期待される。TNF- α のみならずTNF- β のレセプターへの結合をも阻害し、細胞表面に存在するTNFに対しても結合する。

いずれの抗TNF製剤もTNF- α が関与することが想定される疾患 (RA, CD, 敗血症, 心不全など)すべてに臨床応用が考えられる。しかし、RAやCDでは劇的な臨床成績が示されたが、敗血症患者では有用性は見出されなかった。また、これらの療法では本来のTNFが果たしている生理的作用もブロックしてしまうため、長期使用に



図④ インフリキシマブとエタネルセプト

A インフリキシマブ

ヒトTNF- α と高い親和性を有する可変領域 (斜線部: 25%)とヒトIgG1 κ 鎖からなるキメラ抗体。抗原結合部位を含むIg可変領域がマウス由来で、残り75%がヒトIgG1定常領域。

B エタネルセプト

ヒトTNFR2 (p75)の2分子をヒトIgG1のFc部分と結合させた融合蛋白。斜線部がレセプター部位。Fc部分を付けることで生体内での安定性をはかっている。

よる感染症や悪性腫瘍の発生が危惧されている。実際に、市販後調査で結核などの感染症の多発が指摘されており、専門医による厳重な管理下に使用すべき薬剤である。しかし、われわれは明らかに新しい武器を手に入れたことは間違いない。



参考文献

- 1) Lipsky PE, van der Heijde DM, St Clair EW *et al*: Infliximab and methotrexate in the treatment of rheumatoid arthritis. Anti-Tumor Necrosis Factor Trial in Rheumatoid Arthritis with Concomitant Therapy Study Group. *N Engl J Med* **343**: 1594-1602, 2000
- 2) Weinblatt ME, Kremer JM, Bankhurst AD *et al*: A trial of etanercept, a recombinant tumor necrosis factor receptor: Fc fusion protein, in patients with rheumatoid arthritis receiving methotrexate. *N Engl J Med* **340**: 253-259, 1999
- 3) Shi J, Zheng D, Man K *et al*: TRAIL: a potential agent for cancer therapy. *Curr Mol Med* **3**: 727-736, 2003

日本臨牀 62 卷 増刊号 2 (2004 年 2 月 28 日発行) 別刷

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

運動療法

高齢女性に対する運動療法の長期効果

大川得太郎¹ 佐藤哲也² 小池達也³

X. 骨粗鬆症の治療法

運動療法

高齢女性に対する運動療法の長期効果

Effect of exercises on bone mineral density and physical strength in elderly women

大川得太郎¹ 佐藤哲也² 小池達也³

Key words : 骨粗鬆症, 体操療法, bone mineral density, osteoporosis, exercise

はじめに

近年, 高齢者人口の増加とともに骨粗鬆症による骨折が問題となってきている. 骨粗鬆症による骨折には, 大腿骨頸部骨折や脊椎圧迫骨折などがあり, これらの骨折は寝たきり状態を引き起こし, 老後の生活の質(quality of life: QOL)を低下させる. 骨粗鬆症の予防は老後のQOLを向上するために必須の事項となっている.

運動は骨粗鬆症に対して予防的に作用すると考えられているが, 実際にどのような運動が効果的であるのか, また高齢者にどの程度の効果が見込まれるのかを, 明確に示した報告はみられない. 著者らはevidenceに基づく骨粗鬆症の運動療法を確立することを目標として, 約10年前より独自の骨粗鬆症体操教室を主催してきた. 本稿では, 体操教室参加の高齢女性(体操教室群)と, 特に運動を行っていない高齢女性(非運動群)において, 開始時より6年間の骨密度(bone mineral density: BMD)の経年変化を報告する. また, 体操教室群においては, 運動能力の経年変化も報告する.

1. 著者らの骨粗鬆症体操の開発

諸家の縦断的研究によると¹⁻⁶⁾, 歩行よりもインパクトを与えるような運動が更に骨塩量の維持増大効果があるといわれている.

藤井は⁷⁾, 男子大学生でスポーツ種目による骨塩量の相違を検討した. その結果, 柔道, 野球, 短距離選手はすべての部位で高い骨塩量を示し, バレーボール, バスケットボール選手は荷重部のみ高い骨塩量を示した. 水泳選手は筋力が強いのに荷重付加が加わらないために, すべての部位で低骨塩量を示した. 陸上選手では短距離選手の方が長距離選手よりもすべての部位で高骨塩量を示した. これより, 持久力を要する運動よりも瞬発力を要する荷重運動が骨塩量増大効果が高いと考えられた.

次に, 著者らは男子大学生を対象とし, 骨に衝撃力を与える運動(かしわ手, しこ踏みなど)を行ってもらい, 骨塩量を高めるのに有効であることを明らかにした⁸⁻¹⁰⁾.

以上より, 骨に衝撃力を加える運動を中心に, 転倒予防効果もねらい, 筋力増強, バランス強化を加えた運動を著者らの骨粗鬆症体操(コッコ体操)とした.

¹Tokutaro Okawa: Department of Orthopedic Surgery, Osaka City Kousaiin Hospital 大阪市立弘済院附属病院整形外科 ²Tetsuya Sato: Sato Clinic of Orthopedic Surgery 佐藤整形外科クリニック ³Tatsuya Koike: Department of Orthopedic Surgery, Osaka City University, Postgraduate Medical School 大阪市立大学大学院医学研究科整形外科

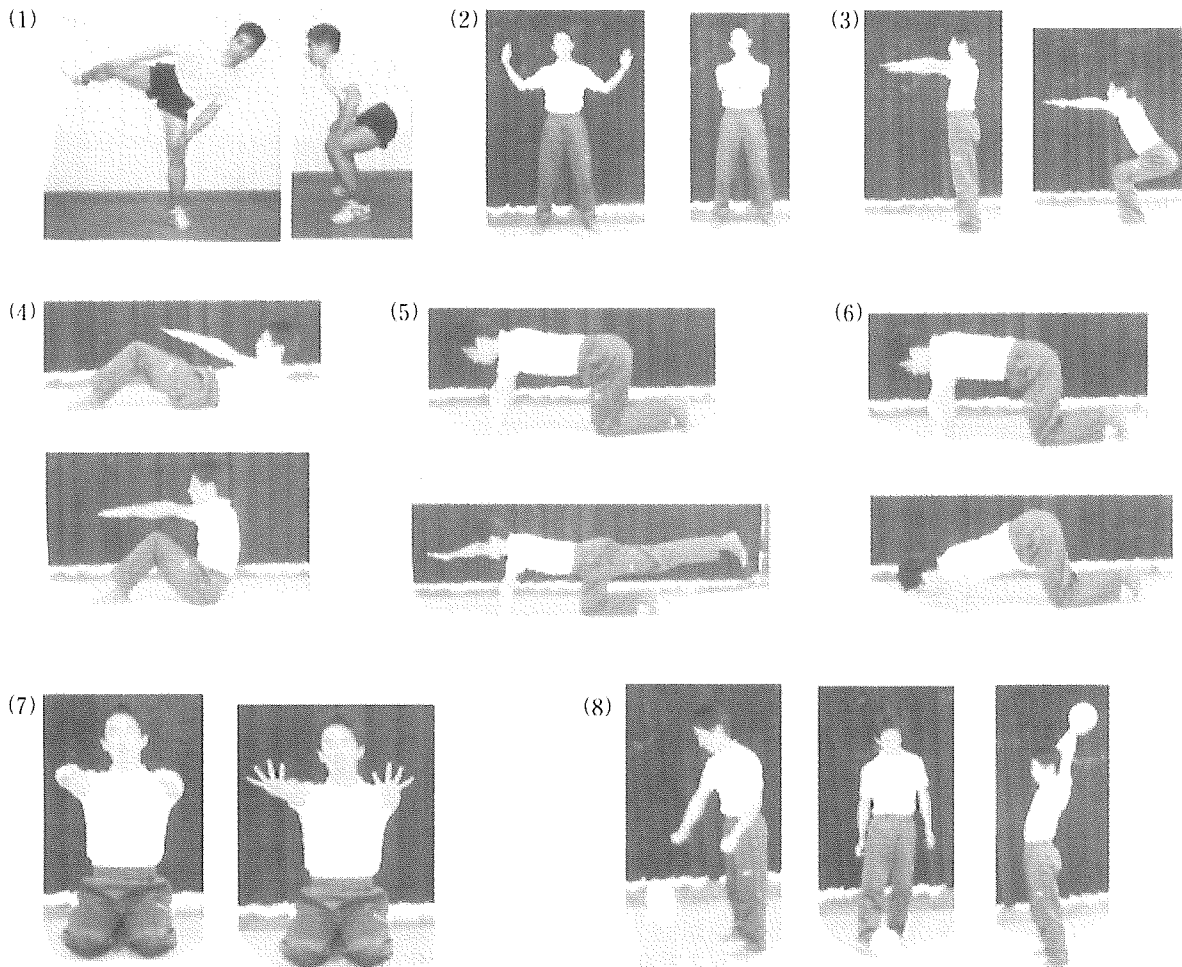


図1 コツコツ体操

(1) しこ踏み, (2) かしわ手, (3) ハーフスクワット, (4) 腹筋, (5) 膝立での背筋強化, (6) 膝立での腕立て伏せ, (7) グーパー運動, (8) ボール体操

2. コツコツ体操^{8,11-16)}

転倒時の骨折予防および体操時の準備運動として、ストレッチングを十分に行い、図1を中心とした体操を行っている。骨に衝撃力を与え、更に筋力強化をねらった(しこ踏み、かしわ手)、筋力強化として(ハーフスクワット、腹筋、膝立での背筋強化と腕立て伏せ)、更に体操教室ではグーパー運動、踵上げ、ハイハイ運動およびバランス強化目的としたボール体操を追加している。体操は体力に合わせて7割くらいの強度で行い、徐々にアップするようにしている。体操は、週1回当院の体育館でトレーナーとともにやり、他の日は自宅で行うよう指導している。

3. 高齢女性に対するコツコツ体操の長期効果

a. 対象および方法

対象は、体操教室群(平均63.2±3.8歳, n=17)と非運動群(平均61.2±6.1歳, n=17)である。すべて女性で、閉経後10年以上経過しており、また特に骨代謝に影響を与える疾患、手術そして投薬を受けていないものとした。コツコツ体操教室を週1回開催し、トレーナーとともに体操前後のストレッチングを加えて行った。また、自宅でもストレッチングと図1の項目を週1回以上行うよう指導している。BMDの測定は、体操開始前および開始後1年ごとにdual energy X-ray absorptiometry (DXA: QDR-1000,

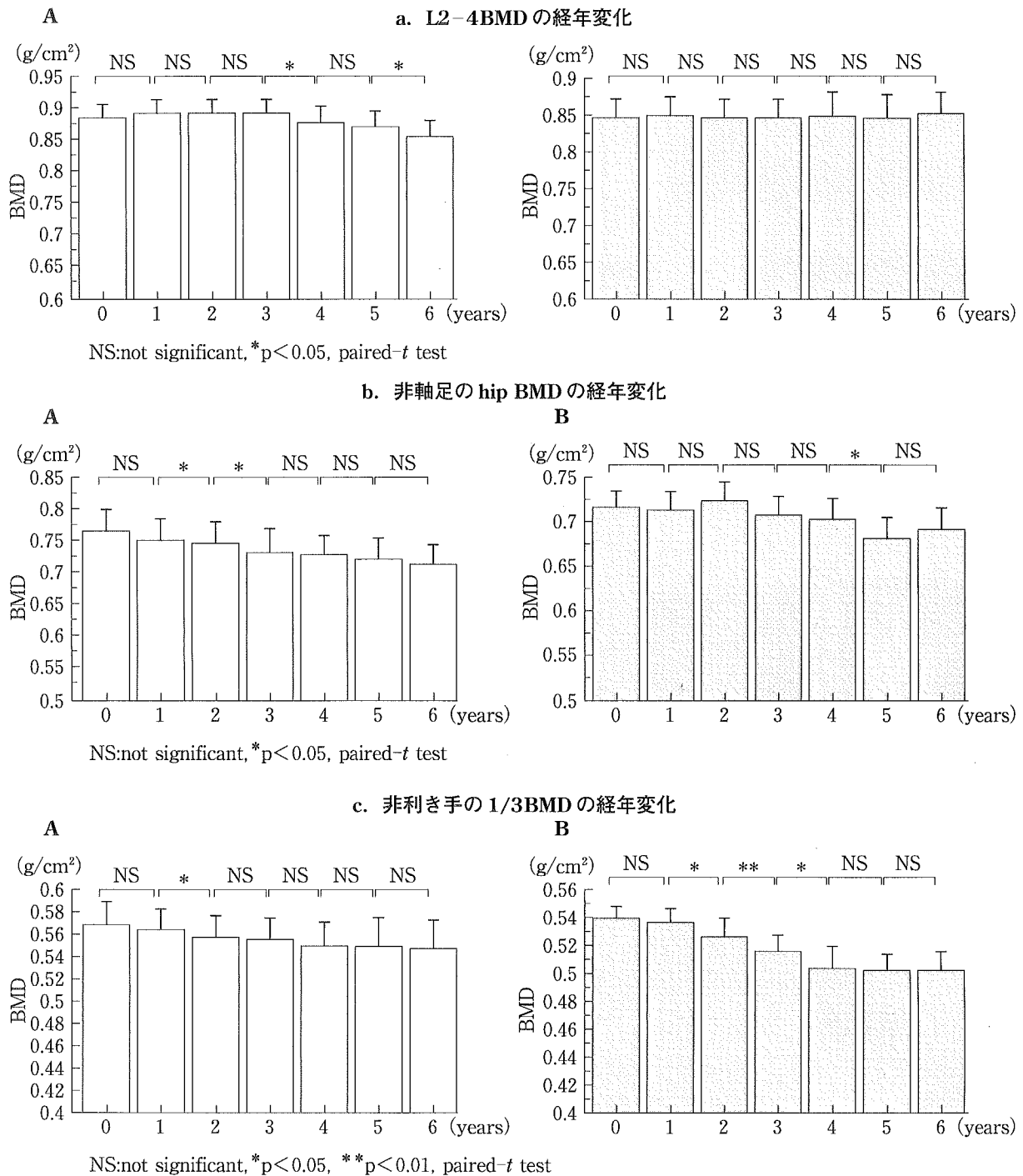


図2 各群でのBMDの経年変化(A: 非運動群, B: 体操教室群)

Hologic社にて、第2-4腰椎平均BMD(L2-4 BMD)、非軸側大腿骨近位部BMD(hip BMD)、非利き手橈骨遠位1/3BMD(1/3BMD)を測定した。体操教室群の運動能力測定は、両手握力(kg)、ハイドロマシキュレーター(OG技研)を用いて測定した非軸足の大腿四頭筋筋力(WBI)(%)と非軸足片脚起立時間(秒)、長座体

前屈(cm)、上体起こし(回/分)、ハーフスクワット(回/分)、グラビコーダーGS-10(アニマ社)を用いて測定した15秒間の重心動揺総軌長(cm)を行った。経年変化はpaired-t検定にて解析した。

b. 結果

開始時に両群間において、年齢、身長、体重

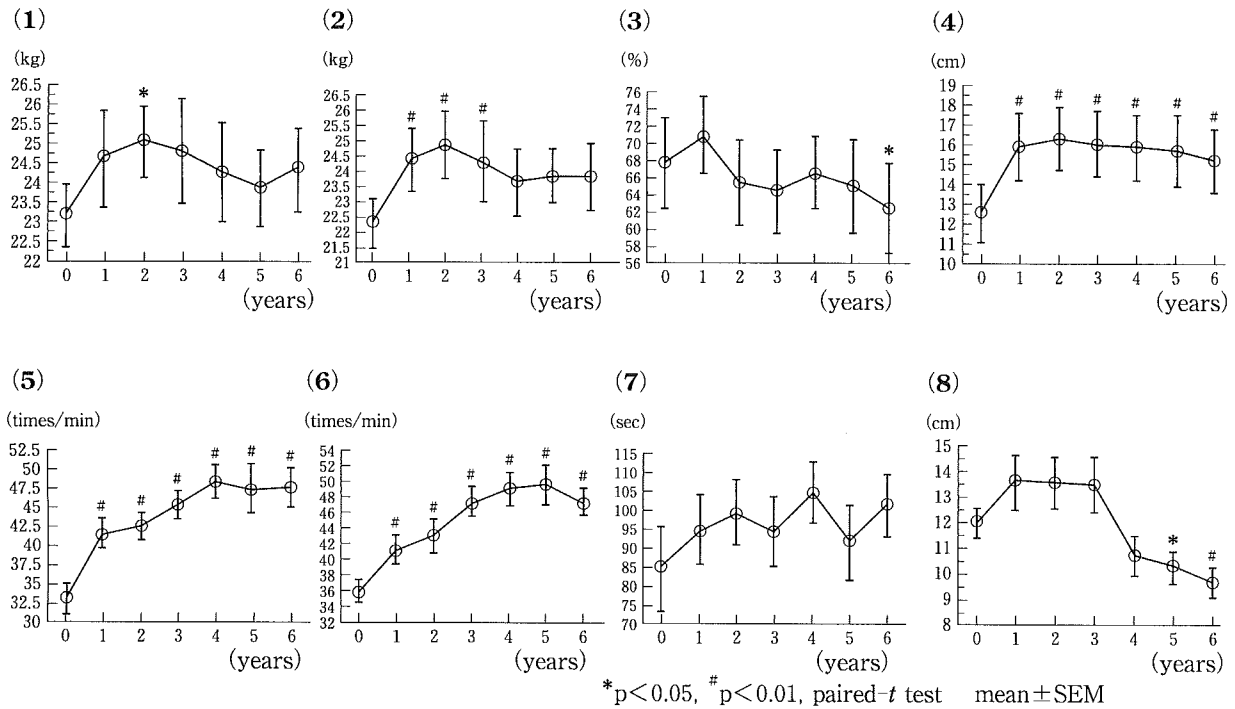


図3 体操教室群の運動能力の経年変化

(1) 右手握力, (2) 左手握力, (3) WBI, (4) 長座体前屈, (5) 上体起こし, (6) ハーフスクワット, (7) 片脚起立時間, (8) 重心動揺総軌跡長

そして、今回対象としたBMDでは有意差は認められなかった。L2-4BMDは、非運動群が4年目と6年目に有意に減少していたが、体操教室群では有意な減少を示さなかった(図2-a)。hip BMDは、非運動群が2年目と3年目に有意に減少していたが、体操教室群では、5年目まで有意な減少を示さなかった(図2-b)。1/3 BMDは、両群とも2年目に有意に減少した(図2-c)。図3が示すように、体操教室群の運動能力は、両手握力、WBIは早期に増大したが、その後経年的に減少していった。上体起こし、ハーフスクワット、片脚起立時間は6年間にわたりほぼ増大を続けた。長座体前屈は早期に増大し経年的には軽度減少のみで、ほぼ維持されていた。重心動揺総軌跡長は4年目より有意に減少しており、バランスの改善が示唆された。

4. 考 察

今回の6年間にわたる長期経過観察の結果より、コツコツ体操は腰椎および大腿骨の骨塩量の維持には有効であることが判明した。しかし、

上肢は非荷重骨であるためか、運動の効果が反映されにくいことが推測された。興味深いことに、非運動群では、6年後には身長が約2cm減少していたが(開始時152.3±5.5→6年後150.1±5.6cm)、コツコツ体操教室群では身長が維持されていた(開始時153.7±5.4→6年後153.1±5.5cm)。これはコツコツ体操により、腰椎骨塩量の維持だけでなく、姿勢を維持する効果があることがわかった(両群とも圧迫骨折を起こしたものはなかった)。運動能力面をみると、両手握力、WBIは早期に増加を示すが経年的に減少しており、筋力の維持は困難であることが示唆された。ハーフスクワット、上体起こしや片脚起立時間は経年的に増加傾向を示し、著者らの体操によるパフォーマンスの改善効果が考えられた。更に、重心動揺総軌跡長が4年目より改善しており、バランスの改善による転倒予防効果が示唆された。

おわりに

コツコツ体操教室は47人よりスタートした

が、6年間に在籍していたのは33人であり、14人が途中退会された。途中退会された方の理由は死亡2人、病気で長期中止後退会5人、交通的に通院困難5人、体力的につらい2人で、意外にも体力的な理由によるものは2人しかいなかった。今回は6年以上在籍し、出席率が良く、データがすべてそろっていた17人を対象とし

た。また、対象とした17人は6年間にわたり特記すべき疾患や薬剤投与などを認めなかった。今回の結果より、高齢女性において、コツコツ体操は腰椎および大腿骨の骨塩量の維持に有効であることが判明した。しかも、運動能力の改善による転倒予防効果も十分あることがわかった。

■ 文 献

- 1) Lohman T, et al: Effects of resistance training on regional and total bone mineral density in premenopausal women: a randomized prospective study. *J Bone Miner Res* 10: 1015-1024, 1995.
- 2) Welsh L, Rutherford OM: Hip bone mineral density is improved by high-impact aerobic exercise in postmenopausal women and men over 50 years. *Eur J Appl Physiol* 74: 511-517, 1996.
- 3) Kerr D, et al: Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and load-dependent. *J Bone Miner Res* 11: 218-225, 1996.
- 4) Taaffe DR, et al: High-impact exercise promotes bone gain in well-trained female athletes. *J Bone Miner Res* 12: 255-260, 1997.
- 5) Ernst E: Exercise for female osteoporosis. *Sports Med* 25(6): 359-368, 1998.
- 6) Wolff I, et al: The effect of exercise training programs on bone mass: a meta-analysis of published controlled trials in pre- and postmenopausal women. *Osteoporosis Int* 9: 1-12, 1999.
- 7) 藤井載樹: スポーツ活動がピークボーンマスに与える影響. *Clinical Calcium* 10(5): 32-38, 2000.
- 8) 佐藤哲也ほか: 骨粗鬆症に対する運動療法. *Clinical Calcium* 6(4): 62-66, 1996.
- 9) 大槻伸吾ほか: 運動時の衝撃が骨塩量に与える影響. *臨床スポーツ医学* 14(11): 94-99, 1997.
- 10) 大槻伸吾ほか: 大学生に対する運動負荷が骨カルシウム代謝に与える影響. *Clinical Calcium* 10(5): 39-43, 2000.
- 11) 辰巳一郎ほか: 骨粗鬆症に対する運動療法. *Clinical Calcium* 7(1): 62-66, 1997.
- 12) 森井浩世: 運動療法の実際. 骨粗鬆症テキスト, p87-94, 南江堂, 1999.
- 13) 小池達也: 脊椎圧迫骨折の運動療法. *Clinical Calcium* 9(9): 70-74, 1999.
- 14) 小池達也ほか: 骨粗鬆症の運動療法の限界. *Osteoporosis Japan* 8(2): 118-120, 2000.
- 15) 小池達也: 骨粗鬆症に対する運動療法の効果—運動処方的重要性—. *Clinical Calcium* 10(5): 67-72, 2000.
- 16) 大川得太郎ほか: 高齢女性の骨塩量に対する体操療法の長期経過観察. *Osteoporosis Japan* 11(2): 64-67, 2003.

日本臨牀 62巻 増刊号2 (2004年2月28日発行) 別刷

骨粗鬆症学

—基礎・臨床研究の新しいパラダイム—

XI. 骨折予防

運動による骨折予防

大川得太郎¹ 佐藤哲也² 小池達也³

XI. 骨折予防

運動による骨折予防

Prevention of bone fractures by exercises

大川得太郎¹ 佐藤哲也² 小池達也³

Key words : 運動, 骨折予防, osteoporosis, exercise, fracture

はじめに

骨粗鬆症による骨折には、大腿骨頸部骨折や脊椎圧迫骨折などがあり、これらの骨折は寝たきり状態を引き起こし、老後の生活の質(quality of life: QOL)を低下させる。骨粗鬆症治療の最終目標は骨折予防であり、予防に勝る治療法はない。運動は、栄養や性ホルモンと同様に骨量に影響を与える重要な因子である。本稿では、運動による骨粗鬆症の骨折予防について概説していきたい。

1. 運動により期待される効果

運動は心肺機能、糖代謝、脂質代謝、骨代謝などにおいて全身性、局所性に様々な効果を及ぼす。今回はその中でも骨折予防として重要と考えられる、骨に対する効果¹⁾と、転倒予防効果について解説する。

a. 運動による骨への効果

運動の骨への局所効果として Wolff の法則²⁾が有名である。これは、骨は圧迫応力の加わる側に骨形成的に、牽引力の加わる側に骨吸収的に反応し、力学的環境の変化に応じて、その形と量を変化させるというものである。つまり、運動負荷が加わらないと骨は減少していく。Frost²⁾によると、骨は力学的負荷による骨表面

の歪みが一定範囲内に収まるように、モデリングとリモデリングを介して骨量を変化させるといふ。運動負荷を取り除いたときの骨量減少は、臨床的に廃用性骨萎縮としてよく知られている。以上より、運動は骨量の維持と増加に必要であり、またその運動も毎日の継続したものでなければならない。

b. ライフサイクルによる骨への運動効果の差異

運動は骨量の維持と増加に必要であるが、年齢によりその反応性が異なる。

1) 成長期

成長期は最も効率良く骨量を増加させることができ、30-40歳に到達するPBM(peak bone mass)を決定する。つまり、成長期に適度な運動を行いPBMをできるだけ高めることが加齢後の骨粗鬆症を予防し、骨折予防を行う最も効果的な方法である。辻ら³⁾によると、女性においてPBMを獲得するうえで最も重要なのは、初潮後数年の中学時代のスポーツ歴であり、高校や大学時代に開始するよりも有効であると述べている。

2) 閉経後

女性では閉経後、女性ホルモンの急激な減少に伴い、骨量は明らかに減少し始める⁴⁾。運動により閉経後の骨量減少を穏やかにすることが

¹Tokutaro Okawa: Department of Orthopedic Surgery, Osaka City Kousaiin Hospital 大阪市立弘済院附属病院整形外科 ²Tetsuya Sato: Sato Clinic of Orthopedic Surgery 佐藤整形外科クリニック ³Tatsuya Koike: Department of Orthopedic Surgery, Osaka City University, Postgraduate Medical School 大阪市立大学大学院医学研究科整形外科

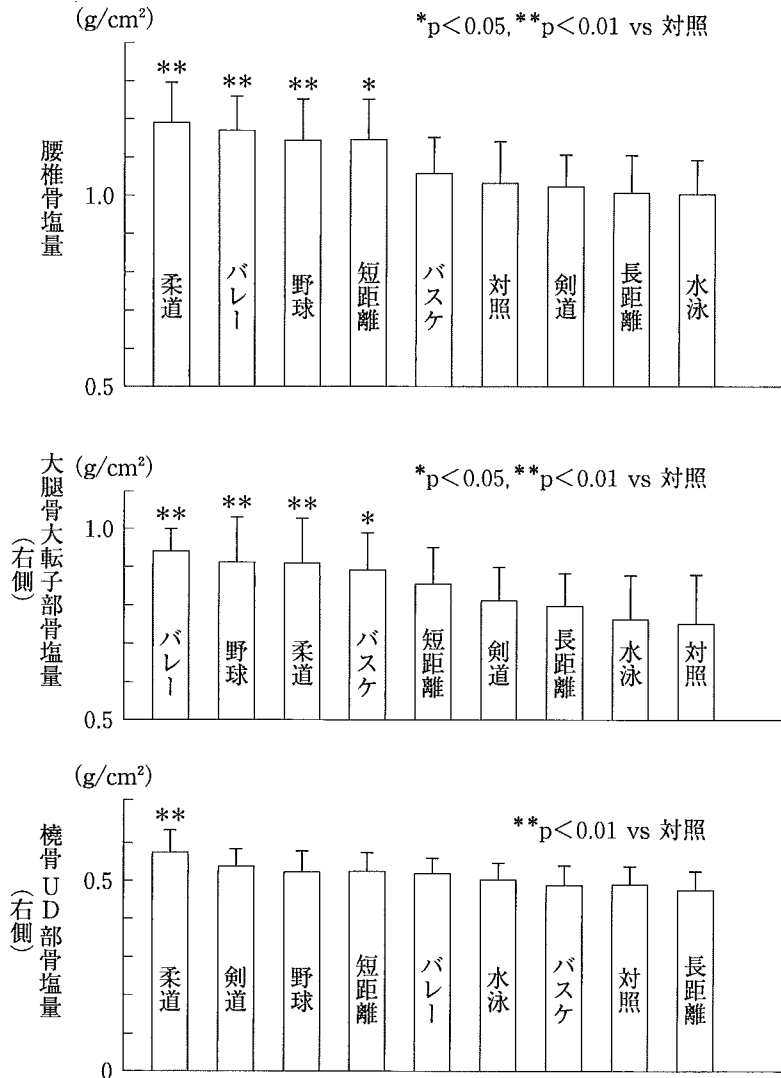


図1 スポーツによるPBMの差異(腰椎, 大腿骨大転子部, 橈骨UD部での比較)¹¹⁾

示されており⁵⁻⁸⁾, 推奨される。

3) 高齢期

運動の骨量増加効果は, 加齢とともに減少すると考えられており, 転倒予防が中心になる。著者らは, 本誌の‘高齢女性に対する運動療法の長期効果’で述べているが, 骨粗鬆症体操(コツコツ体操)は6年間の長期経過観察の結果, 腰椎および大腿骨の骨塩量の維持には有効であったが, 骨塩量を増加させるものではなかった⁹⁾。

c. スポーツによるPBMの差異

次に, PBMを獲得するうえで効果的な運動はどのようなものであろうか? Nilssonら¹⁰⁾は, 大腿骨骨塩量を測定し, 足に大きな負荷のかか

る種類の競技(重量挙げや投てき)の選手ほど高い骨塩量を示したと述べている。藤井¹¹⁾は, PBM獲得可能な男子大学生で, 8種類(柔道, 野球, バレーボール, バasketボール, 剣道, 水泳, 短距離, 長距離)のスポーツ選手と対照群とで骨塩量の差異を, 体重で補正した共分散分析で検討した(図1)。その結果, 柔道, 野球, バレーボールはすべての部位で高い骨塩量を示した。水泳選手は筋力が強いにもかかわらず荷重負荷がかからない運動のため, 他の種目よりも骨塩量は低かった。陸上選手の中でも, 瞬発力が要求される短距離選手の方が長距離選手よりも骨塩量が高く, 持久力を要する運動よりも瞬発的な負荷のかかる運動の方が骨塩量を高め

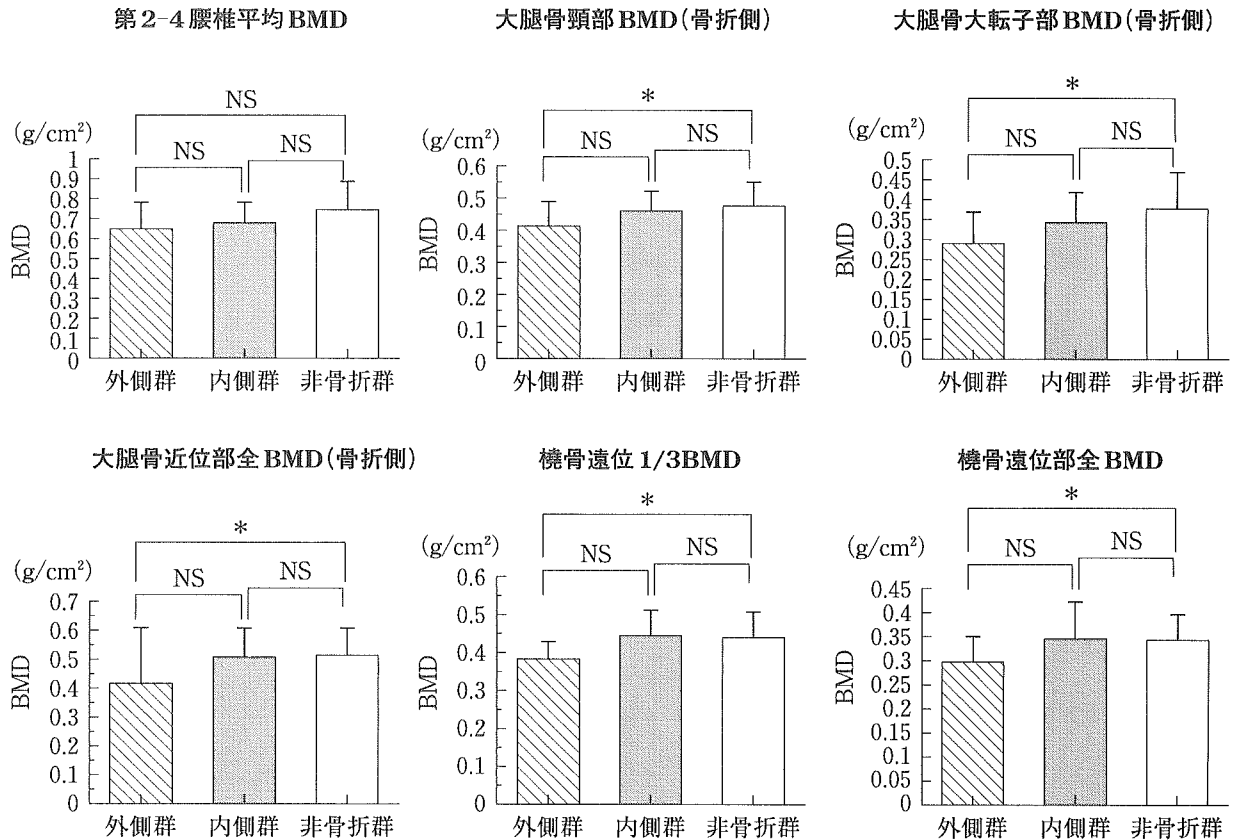


図2 大腿骨頸部(内側, 外側)骨折群と非骨折群のBMDの比較

* $p < 0.05$

る効果が高いと考えられた。野球、柔道選手は利き手側の大腿骨骨塩量が高い値を示していた。利き手側の下肢は軸足として持続的に負荷がかかり、非利き手側の下肢は踏み込み足としてパルス的に衝撃力が働いていると考えられる。Lanyon¹²⁾は持続的に負荷のかかる運動よりも、パルスの力のかかる運動の方が、骨塩量を増加させると仮説を述べており、著者らもこの考えを支持している。

2. 運動による転倒予防効果

a. 当院老人ホームでの大腿骨頸部骨折患者の検討

骨粗鬆症による骨折のうち、転倒を契機として発生し最も問題となるのは大腿骨頸部骨折である。著者らは、当施設内老人ホームで発生した大腿骨頸部骨折女性患者について、その骨密度 (bone mineral density: BMD) と運動能力について検討した。当院老人ホームでは毎年、

BMDと運動能力を測定しており、最近の5年間に発生した骨折群28人と非骨折群31人において検討した。図2に示すように、非骨折群と比べると腰椎BMDには有意差はみられず、大腿骨頸部、近位部BMDそして橈骨BMDで低い値を示していた。図3に運動能力を示している。非骨折群と比較してみると、骨折群において片脚起立時間と上体起こし(腹筋力)が明らかに低下していた。以上より、著者らは大腿骨頸部骨折予防として、骨塩量の維持増加とともに、片脚起立時間と腹筋力を主とした体幹筋力強化が有効であると考えている。

b. コツコツ体操による転倒予防効果

コツコツ体操は6年間の長期経過観察の結果、腰椎および大腿骨の骨塩量の維持には有効であった。また、コツコツ体操の前後には下肢を中心としたストレッチを十分に行っており、柔軟性の改善により、転倒しても骨折しにくくなると考えている。運動能力面では、上体起こ

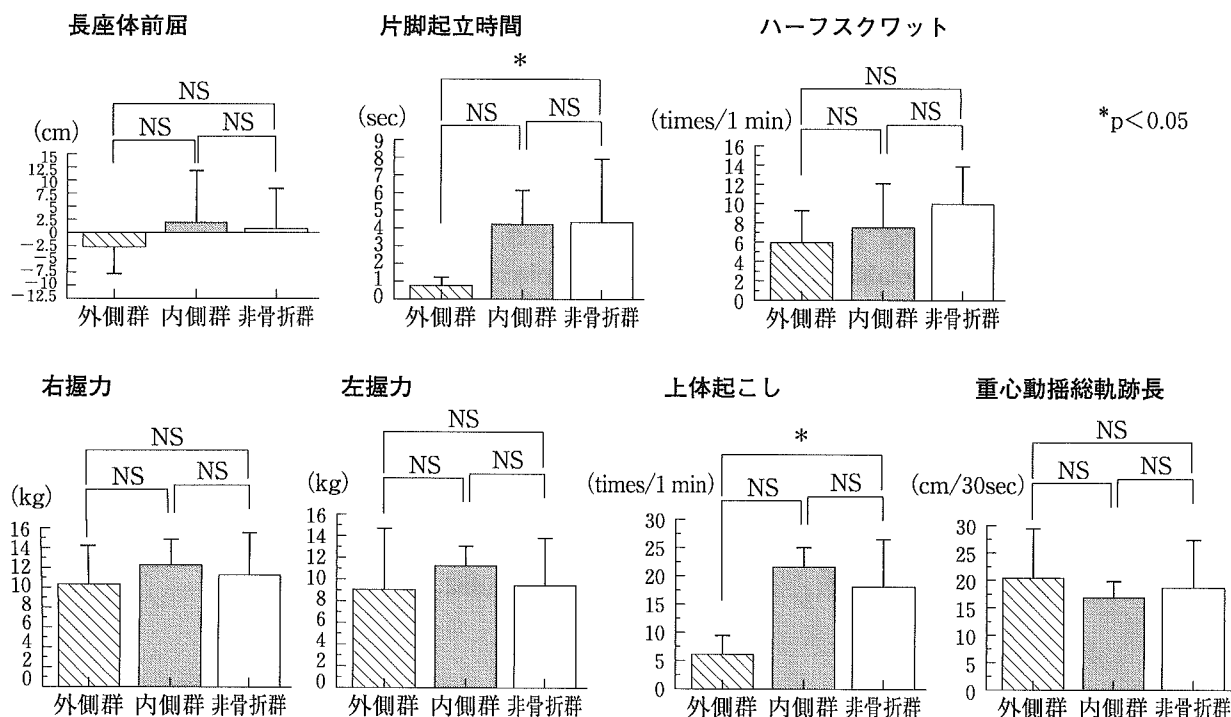


図3 大腿骨頸部(内側, 外側)骨折群と非骨折群の運動能力の比較

し、片脚起立時間、ハーフスクワットは6年間にわたりほぼ増大を続けた。先ほど述べたように大腿骨頸部骨折群で、上体起こしと片脚起立時間が有意に低下しており、それに対してコツコツ体操は十分に改善効果を認めた。また重心動揺総軌跡長は4年目より有意に減少していた。以上より、コツコツ体操は骨への作用と転倒予防の作用があり、骨粗鬆症による骨折予防に有効であると考えられる。

c. 歩行による骨折予防

歩行に関しては、多くの報告で歩行数と骨塩量の正の相関が示されている。著者らは、当院老人ホームで、1日の歩行数が5,000歩未満と5,000歩以上で1年後の大腿骨大転子部BMDを比較したところ、5,000歩以下の群ではBMDの

低下を認めた¹³⁾。また、10,000歩以上では相関関係が崩れており、著者らは、中年者で10,000歩/日、高齢者では7,000-8,000歩/日程度を目標とするよう勧めている。

おわりに

骨粗鬆症治療の最終目標は骨折予防であり、運動は骨折予防を考えるうえで、必要不可欠なものである。また、最も安価であり、効果と方法を十分に考えて行っていくことは、老後のQOLを上げるために重要である。コツコツ体操は高齢者が開始しても十分に効果が望まれる。今後の運動処方を行うときの参考としていただければ幸いである。


■ 文 献

- 1) 佐藤哲也, 大川得太郎: スポーツ活動時のカルシウム代謝. *Clinical Calcium* 10(5): 15-19, 2000.
- 2) Frost HM: Vital biomechanics: proposed general concepts for skeletal adaptations to mechanical usage. *Calcif Tissue Int* 42: 145-156, 1988.
- 3) Tsuji S, et al: Period of adolescence during which exercise maximizes bone mass in young women. *J Bone Miner Metab* 14: 89-93, 1996.
- 4) Soda M, et al: Pre- and postmenopausal bone mineral density of the spine and proximal femur in Japanese women assessed by dual-energy x-ray absorptiometry: a cross-sectional study. *J Bone*

- Miner Res 8: 183-189, 1993.
- 5) Dalsky GP, et al: Weight-bearing exercise training and lumbar bone mineral content in postmenopausal women. *Ann Intern Med* 108: 824-828, 1988.
 - 6) Nelson ME, et al: A 1-y walking program and increased dietary calcium in postmenopausal women: effects on bone. *Am J Clin Nutr* 53: 1304-1311, 1991.
 - 7) Hatori M, et al: The effects of walking at the anaerobic threshold level on vertebral bone loss in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 52: 411-414, 1993.
 - 8) Berard A, et al: Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women. *Osteoporosis Int* 7: 331-337, 1997.
 - 9) 大川得太郎ほか: 高齢女性の骨塩量に対する体操療法の長期経過観察. *Osteoporosis Japan* 11(2): 64-67, 2003.
 - 10) Nilsson BE, Westlin NE: Bone density in athletes. *Clin Orthop* 77: 179-182, 1971.
 - 11) 藤井載樹: スポーツ活動がピークボーンマスに与える影響. *Clinical Calcium* 10(5): 32-38, 2000.
 - 12) Lanyon LE: Bone loading-the functional determinant of bone architecture and a physiological contributor to the prevention of osteoporosis. In: *Osteoporosis 1990* (ed by Smith R), p 63-78, Royal College of Physicians, London, 1990.
 - 13) 佐藤哲也, 小池達也: 運動と骨. *生活衛生* 36: 239-245, 1992.

改良型ヒッププロテクターの着用率に与える影響

大阪市立大学大学院医学研究科整形外科 小池達也・渡邊具子・豊田宏光
州鎌 亮・松下直史・高岡邦夫

 ライフサイエンス出版

TEL (03) 3664-7900 (代表)

【禁 無断転載・複製】

Session II

8 改良型ヒッププロテクターの着用率に与える影響

大阪市立大学大学院医学研究科整形外科 小池達也・渡邊具子・豊田宏光
州鎌 亮・松下直史・高岡邦夫

はじめに

骨粗鬆症とは種々の原因によって骨量が減少し、骨折が起りやすくなった状態と定義されている。骨粗鬆症の治療目標は、疼痛緩和や骨量増加とされた時代もあったが、現在では骨折の予防がエンドポイントとされている。臨床的に認められる骨粗鬆症にともなう骨折には、脊椎圧迫骨折・上腕骨近位端骨折・橈骨遠位端骨折・大腿骨頸部骨折がある。このうち、大腿骨頸部骨折は患者の移動能力を著しく低下させ、重度の場合にはいわゆる「寝たきり」患者を生み出し、被介護者人口の増加につながる。世界に類をみない速度で高齢化が進行するわが国においては、高齢者が有意義な老後を送るためにも、大腿骨頸部骨折をいかに予防するかが最重要課題の一つとなっている。

1 目 的

大腿骨頸部骨折は、転倒により大腿骨に衝撃が加わり発生する。転倒時に側方を打撲した場合に、大腿骨頸部骨折の発生率が高いことが明らかになっている。そこで、開発されたのが外側型ヒッププロテクターである。図1に示すように、大転子部に衝撃を吸収あるいは分散させる素材を装着することにより、転倒打撲時の大転子への衝撃力を弱めることを目的としている。これまで、骨折を半減させるとする報告と効果がないとする報告がある(図2)。

しかし、いずれの研究においても、装着率の低さが問題点として指摘されている。われわれ

が、以前に行った300名規模の研究でも、1年間で装着率は29%であった。装着率を低下させている原因を解析すると、トイレ動作時の着脱困難が上位の原因としてあげられた。そこで、装着率向上を目的に股割れ型パンツ(図3)を作成し、従来型のものとの装着率を比較した。

また、これまでのすべての研究で sham プロテクター群が設置されたことがなかったため、プロテクターの本体であるシェルを装着しない群も作成した。そこで、シェルあり従来型パンツ群、シェルなし従来型パンツ群、シェルあり股割れ型パンツ群、シェルなし股割れ型パンツ

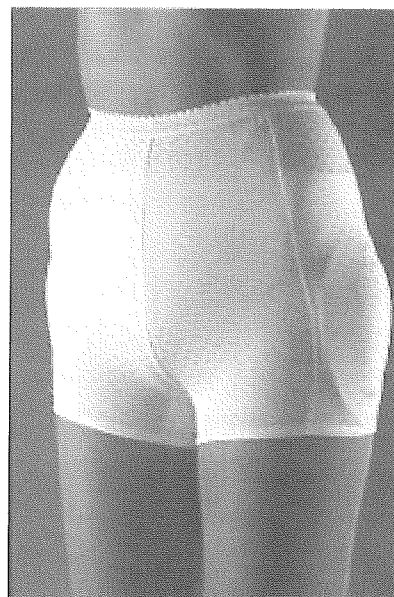


図1 ヒッププロテクター

大転子部に衝撃を吸収あるいは分散させる素材があてられている。この写真では、衝撃分散型の硬くて軽いシェルが装着されている。

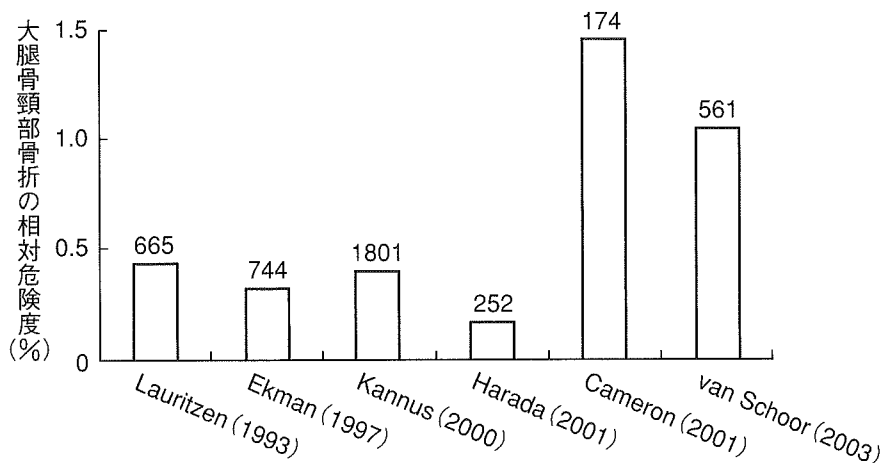


図2 ヒッププロテクターが大腿骨頸部骨折発生率に与える影響
名前と年は発表者と報告年。バーの上の数字は対象者数。

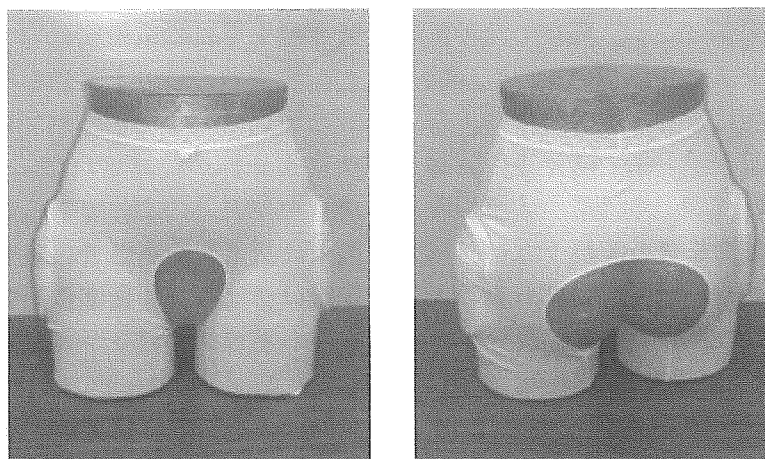


図3 改良型股割れパンツ
トイレ動作時に脱がずにすむように設計を行った。この上に下着を着用する。

群の4群比較を行った。

2 対象と方法

研究目的および方法を4施設の入所者に行い、参加を承諾した歩行可能な65歳以上の女性103名(年齢81.2 ± 7.5歳)を無作為に4群に分け、6ヵ月間の装着率および転倒骨折率の調査を行った。本人あるいは家族から書面によるインフォームドコンセントをえた。従来型パンツか股割れ型パンツかの選択に関しては、クラスターごとに無作為に分け、シエルのあるなしに

関しては封筒法による無作為化を行った。開始時に移動能力や歩行速度および嗜好品などについてのアンケート調査を行い、また、観察開始1ヵ月の時点で、施設介護職員に対するアンケート調査も行った。

3 結果

各群間に、年齢・身長・体重に差は認めなかった(表1)。また、20歳時と比較しての身長低下、歩行速度、移動能力、合併症、閉経時期、アルコール・コーヒー・牛乳飲用量、睡眠薬服用頻度

表1 対象者と群分け

パンツ	シェル	人数	年齢(歳)	身長(cm)	体重(Kg)
従来型	あり	27	79.2 ± 9.0	145.3 ± 7.6	45.9 ± 9.0
従来型	なし	27	80.0 ± 6.8	145.9 ± 7.4	46.4 ± 9.4
股割れ型	あり	26	81.7 ± 6.0	146.3 ± 6.9	46.9 ± 9.0
股割れ型	なし	23	84.2 ± 7.1	145.2 ± 6.3	43.8 ± 7.0

平均±標準偏差

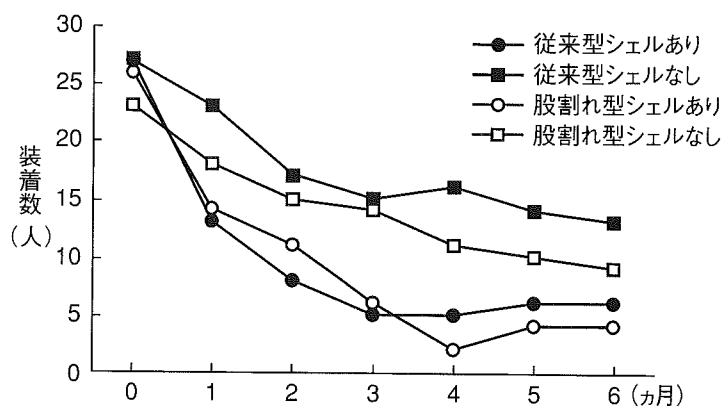


図4 装着者数変化

に関しても、各群間に差を認めなかった。

観察期間中、両群ともに大腿骨頸部骨折は1例も生じなかった。他の部位の骨折も観察されなかった。転倒回数は、シェルあり群9回、シェルなし群3回、従来型パンツ群7回、股割れ型パンツ群5回で各群間に差を認めなかった。

装着率変化を、図4に示す。各群ともに、開始直後より装着率は急激に低下したが、低下率はシェルあり群でより急激であり、従来型パンツと股割れ型パンツ群の間では、シェルのあるなしにかかわらず差を認めなかった。

1ヵ月時点での介護者に対するアンケート調査では、どの群においても対象者に対する指導頻度が少ないことが判明したが、指導を行えば対象者の装着率が向上することも判明した(図5)。

4 考 察

大腿骨頸部骨折の発生要因は単一のものではなく、種々の要因が絡み合って形成されている。多くの大腿骨頸部骨折は、骨量が骨折閾値

以下に低下した高齢者に発生する。しかし、骨量だけでは将来の頸部骨折を予測することはできないとされており、大腿骨頸部骨折発生に関しては転倒というイベントが重要な意味をもつ。実際、大腿骨頸部骨折の90%以上は転倒にともなって発生する。そのため転倒要因と骨強度規定因子のバランスを理解することが重要である。

したがって、頸部骨折を予防するためには理論上、以下のような方策が考えられる。まず、転倒そのものを防ごうとするもので、転倒要因で改善可能なものを対象とする。種々の運動療法や生活環境改善などがここに含まれる。また、骨の脆弱性を改善し骨折予防を行おうとするものには、骨粗鬆症の治療方法が食事療法などもあわせてすべて含まれる。薬物療法においては、ビスフォスフォネート製剤が骨量を著明に増加させ、頸部骨折発生率を50%程度抑制することが大規模臨床試験で証明されている。ところが、骨量増加のみで頸部骨折の発生を抑制しようとする、20%以上の骨量増加が要求される。これはビスフォスフォネート製剤をもってしても

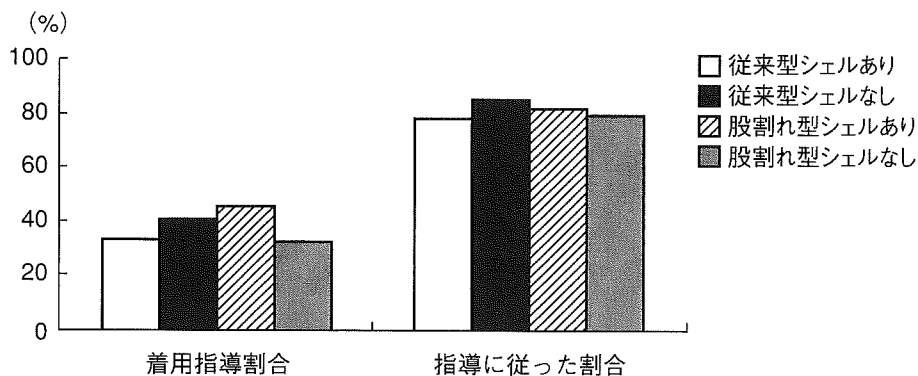


図5 施設職員に対するアンケート

開始1ヵ月後に実施。対象者に対して、毎日着用を指導したかとの問いと、その指導に対して対象者が従ったか否かに関する質問。各群間に差を認めない。

到達できないレベルである。そこで、骨が弱くて転倒しても骨が折れない方法として、ヒッププロテクターが考案された。

ヒッププロテクターには大きく分けて二つの種類がある。衝撃分散型 (energy-shunting) と衝撃吸収型 (energy-absorbing) で、前者は硬くて軽いシェル構造を、後者は柔らかくて重いジェル構造をしている。転倒して病院に運ばれた306名のうち、頸部骨折を起こした206名と起こさなかった100名の転倒様式を調査した研究¹⁾によると、骨折者の76%が側方への転倒で、56%が大転子上に血腫を認めたと報告されている。一方、非骨折者は側方への転倒が少なく(63%)、手を伸ばすような防御反応が42%に認められた(骨折群では17%)。したがって、プロテクターを大転子外側に設置し、転倒時の大転子への衝撃を減弱させれば、頸部骨折を予防できると推測される。

臨床試験での成績は、1993年にLauritzenらによって報告されて以来、いずれの報告でも大腿骨頸部骨折発生の相対危険率を50%以下に抑制することに成功している^{2~6)}(図2)。ただし、最近では、後述する装着率の低さを含めて、ヒッププロテクター効果に関する否定的な結果も報告されている⁷⁾。前述のように、ヒッププロテクター装着は大腿骨頸部骨折発生を抑制するが、それは当然のことながらヒッププロテクターを正しく装着していた場合のみである。これまでの研究においても、脱落症例が多いこと

が問題となっている。対象者はさまざまな理由でヒッププロテクターを装着しない。シェル型は硬くて痛みをともなうことが多く、ジェル型は柔らかい代わりに重くてかさばる。不快感(プロテクターがきつい、暑い、装着そのものに対する拒否反応)や、見栄え(腰回りが膨らむ)、あるいは不自由さ(トイレ動作時の煩雑さ)を理由にヒッププロテクターを着けないことが多く、特に夜間の装着率は著しく低下する。

そこで、われわれはトイレ動作などに便利なように股割れ型のヒッププロテクターを開発したが、今回の調査で、われわれの改良は装着率向上に貢献しないことが判明した。対象者への聞き取り調査では、シェルあり群ではやはり疼痛が一番多い不満であり、股割れ群ではかぶれなどのこれまでに報告されていないような訴えも認められた。

ヒッププロテクターは正しく装着されれば、大腿骨頸部骨折発生率を有意に減少させることができる。特に、施設入所者などで転倒のコントロールが難しいと思われるような対象者には最適の装具と思われる。問題点である装着率の低さを改善するために、今後もスタイルの変更などを模索すべきであるが、シェルそのものの構造にも改良を加える必要がある。さらに、より重要なことは、介護する側の意識を高め、転倒骨折を防ぐ努力を日々の業務に取り入れていくことであると考えられた。

謝辞

本研究は、厚生労働科学研究助成（痴呆・骨折臨床研究）および代謝性骨疾患研究会研究助成のもとで実施した。

文 献

- 1) Parkkari J, et al. Majority of hip fractures occur as a result of a fall and impact on the greater trochanter of the femur: a prospective controlled hip fracture study with 206 consecutive patients. *Calcif Tissue Int* 1999;65:183-7.
- 2) Lauritzen JB, et al. Effect of external hip protectors on hip fractures. *Lancet* 1993;341:11-3.
- 3) Ekman A, et al. External hip protectors to prevent osteoporotic hip fractures. *Lancet* 1997;350: 563-4.
- 4) Kannus P, et al. Prevention of hip fracture in elderly people with use of a hip protector. *N Engl J Med* 2000;343:1506-13.
- 5) Harada A, et al. Hip fracture prevention trial using hip protectors in Japanese nursing homes. *Osteoporos Int* 2001;12:215-21.
- 6) Jensen J, et al. Fall and injury prevention in older people living in residential care facilities: a cluster randomized trial. *Ann Intern Med* 2002;136:733-41.
- 7) van Schoor NM, et al. Prevention of hip fractures by external hip protectors: a randomized controlled trial. *JAMA* 2003;289:1957-62.

Medical Practice

2004 vol. 21 no. 10 別冊

大腿骨頸部骨折の治療と予後，およびリハビリテーションの進め方

小池達也

東京 文光堂 本郷