

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 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—

## XI. 骨折予防

### 運動による骨折予防

大川得太郎<sup>1</sup> 佐藤哲也<sup>2</sup> 小池達也<sup>3</sup>

## 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<sup>1</sup> 佐藤哲也<sup>2</sup> 小池達也<sup>3</sup>

**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<sup>1)</sup>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。Frost<sup>2)</sup>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う。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<sup>3)</sup>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<sup>4)</sup>。運動により閉経後の骨量減少を穏やかにすることが

<sup>1</sup>Tokutaro Okawa: Department of Orthopedic Surgery, Osaka City Kousaiin Hospital 大阪市立弘済院附属病院整形外科 <sup>2</sup>Tetsuya Sato: Sato Clinic of Orthopedic Surgery 佐藤整形外科クリニック <sup>3</sup>Tatsuya 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

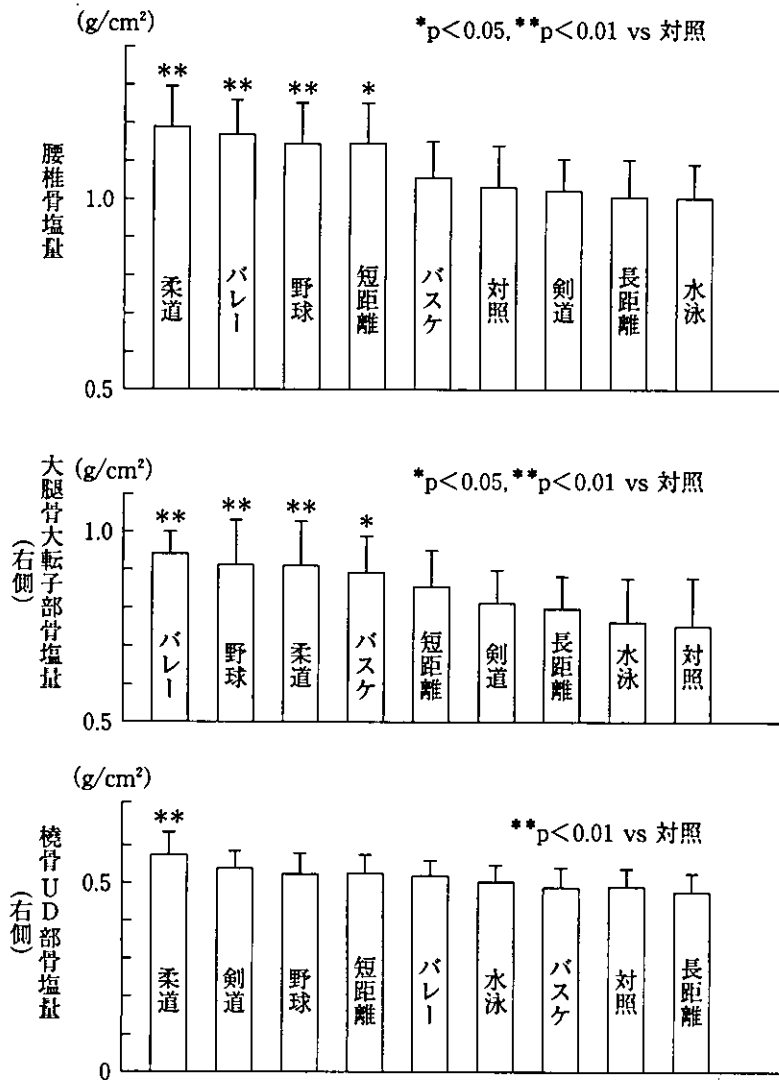


図1 スポーツによるPBMの差異(腰椎, 大腿骨大転子部, 橈骨UD部での比較)<sup>11)</sup>

示されており<sup>5-8)</sup>, 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<sup>9)</sup>。

#### 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<sup>10)</sup>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<sup>11)</sup>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, バスケットボール, 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

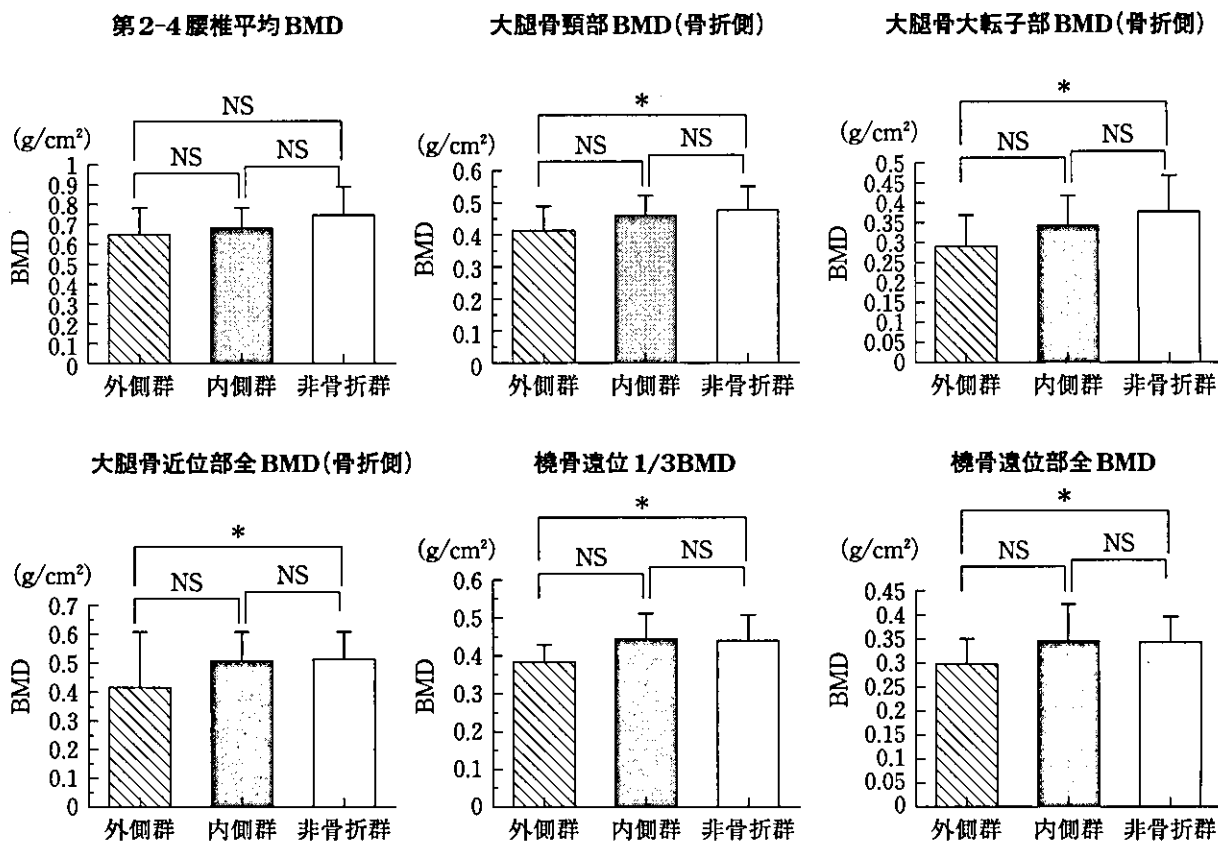


図2 大腿骨頸部(内側, 外側)骨折群と非骨折群のBMDの比較  
\* $p < 0.05$

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。Lanyon<sup>12)</sup>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

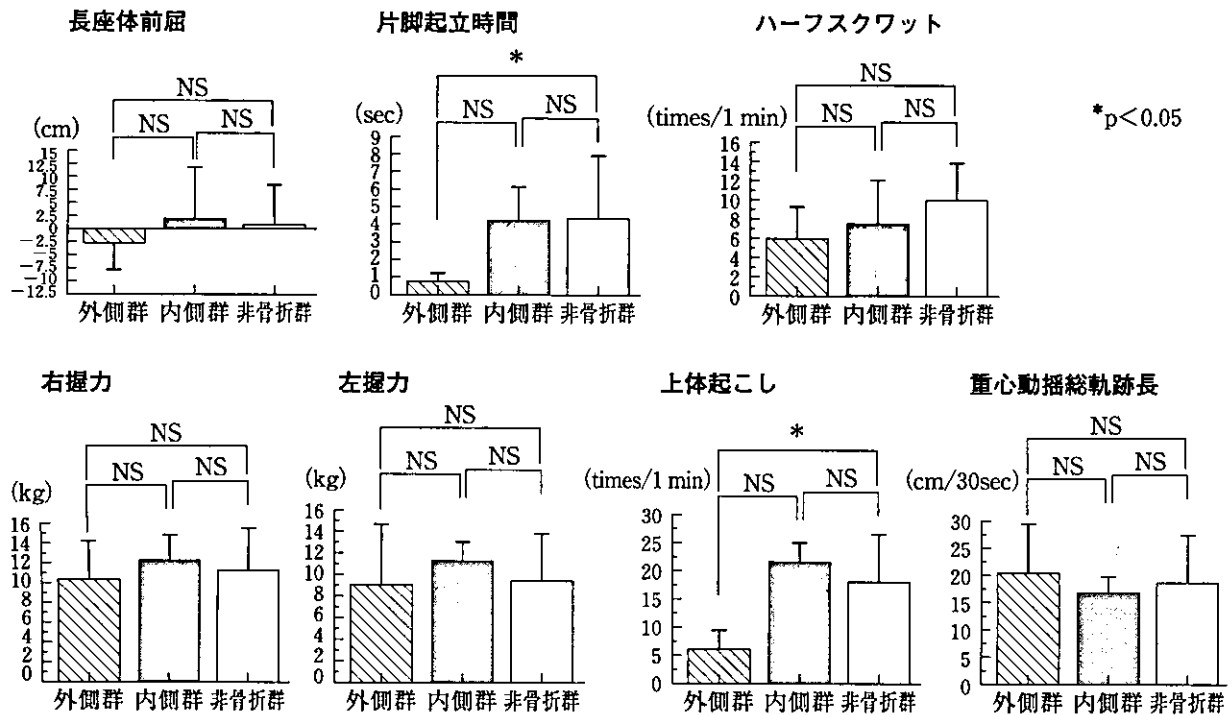


図3 大腿骨頸部(内側, 外側)骨折群と非骨折群の運動能力の比較

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。

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<sup>13)</sup>。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、骨折が起こ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

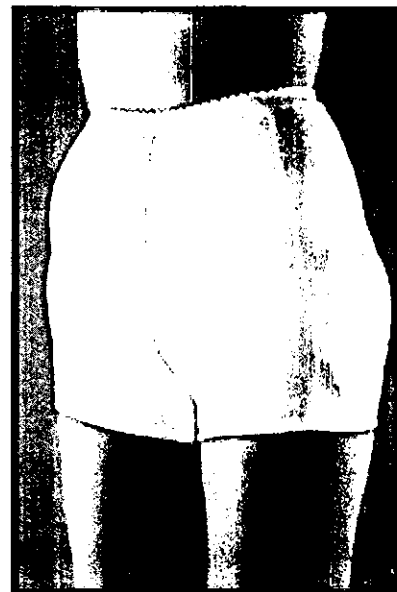


図1 ヒッププロテクター

大転子部に衝撃を吸収あるいは分散させる素材が当てられている。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。

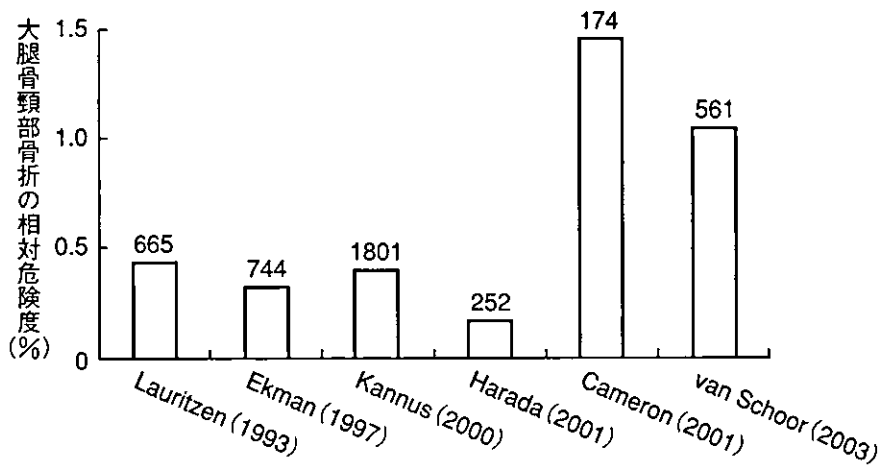


図2 ヒッププロテクターが大腿骨頸部骨折発生率に与える影響  
名前と年は発表者と報告年。バーの上の数字は対象者数。

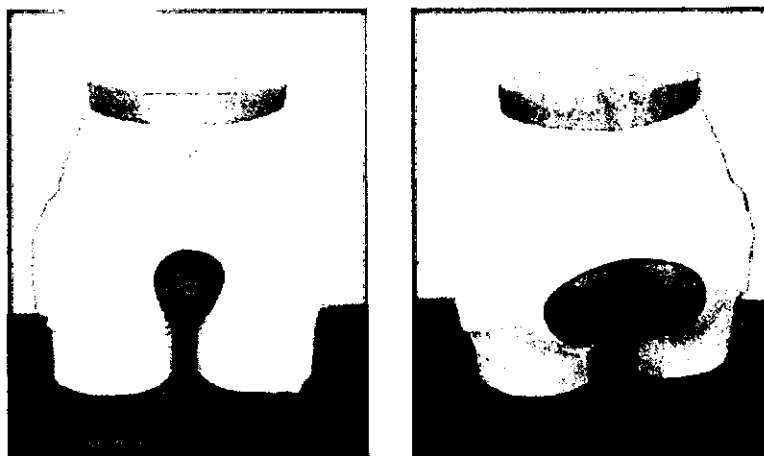


図3 改良型股割れパンツ  
トイレ動作時に脱がずにすむように設計を行った。この上に下着を着用する。

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 $81.2 \pm 7.5$ 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を選択に関しては、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

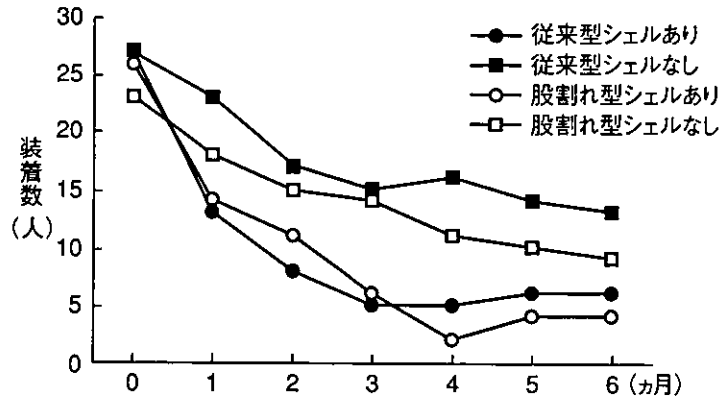


図4 装着者数変化

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と、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

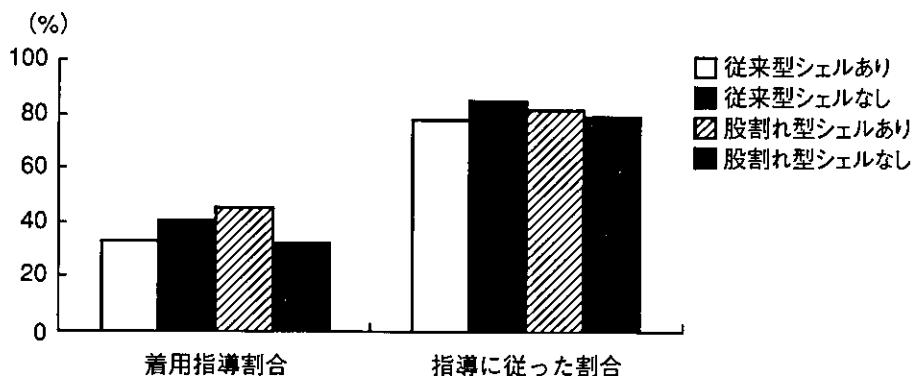


図5 施設職員に対するアンケート

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<sup>1)</sup>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<sup>2~6)</sup>(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<sup>7)</sup>。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の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

## 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

大阪市立大学大学院医学研究科リウマチ外科学/こいけ・たつや

### はじめに ●

骨粗鬆症の治療目標は疼痛をとることで骨量を増加させることでもなく、骨折の予防にある。骨粗鬆症に随伴する主な骨折には、脊椎圧迫骨折・大腿骨頸部(近位端)骨折・上腕骨近位端骨折・橈骨遠位端骨折があるが、寝たきりの主要原因の一つである大腿骨頸部骨折の予防が最も重要である。何種類かの薬剤は、大腿骨頸部骨折発生を抑制することが証明されているし、運動療法やヒッププロテクター(装具療法)の有効性も報告されている。しかし、わが国における大腿骨頸部骨折の発生頻度は鈍化傾向を示してはいない。では発生してしまった大腿骨頸部骨折に対して、どのような治療がなされるべきであろうか。残念ながら、予防における薬物療法ほどEBM(evidence based medicine)に基づいた体系だった治療はなされていない。

### 大腿骨頸部骨折の発生頻度 ●

欧米に比較して、わが国における大腿骨頸部骨折の発生頻度は少ないことが知られている。しかし、超高齢化社会へ突入しようとしているわが国において、高齢者の占める割合の増加に押し上げられる形で、大腿骨頸部骨折発生数は増加している。

鳥取大学の萩野らが実施した全国規模での調査結果によれば、男女とも年齢とともに発生数の増加を認めるが、70歳以降は女性の骨折数が急激に増加し、80歳代にピークに達する(図1a)。全骨折の半数近くが80歳代に発生している。関節内骨折である内側骨折と転子部骨折である外側骨折の発生頻度を比較すると、75歳以降で外側骨折の割合が高くなる(図1b)。転子部骨折発生と低骨塩量が相関することが報告されており、その事実と良く合致する結果であろう。

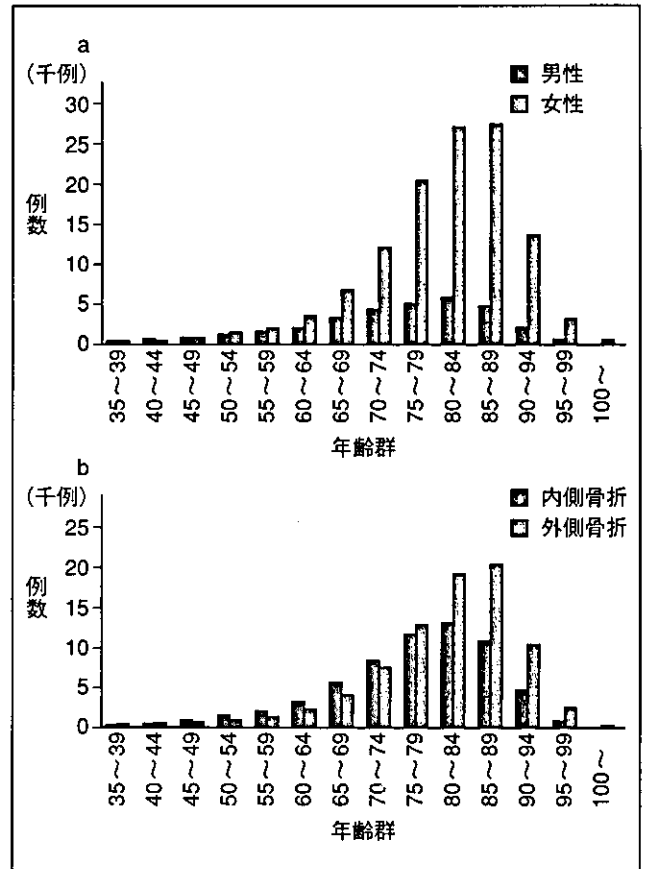


図1 年代別大腿骨頸部骨折発生頻度

a 男女別発生頻度, b 骨折型別発生頻度

1998~2001年に実施されたわが国での全国調査, 3,800施設からの155,216症例の分析結果。(文献1)より改変

### 大腿骨頸部骨折の予後 ●

表1に800例以上の大腿骨頸部骨折症例を追跡した研究の1年生存率を示す。各国における医療体制や年代による治療法の違い, さらには対象年齢も異なり, 同列に比較することはできないが, 決して高い数字ではない。先にあげた萩野らは, 年代別の手術後1年時での死亡率を報告しているが, 80歳以降は25%前後であり, 生命表より算出される一般人口の死亡率よりも高い(図2)。したがって現在でも, 大腿骨頸部骨折は生命予後の悪い疾患としてとらえるべきであり, 十分な対策



- 日本人の大腿骨頸部骨折は、女性の70歳以降に急増する。
- 大腿骨頸部骨折は予後の悪い疾患である。
- 世界的にみても、1年生存率は高くない。

表1 800例以上の症例数を有する大腿骨頸部骨折予後調査

報告者	調査国	観察期間	例数	年齢分布	男女	1年生存率(%)
Shah	アメリカ	1987～1996	850	平均 79.7 歳	男性 179 例 女性 671 例	89.1
Fisher	アメリカ	1984～1986	22,039	65～74 歳 4,216 例 75～84 歳 9,082 例 85 歳以上 8,741 例	男性 4,445 例 女性 17,594 例	76.3
Heikkinen	フィンランド	1989～1997	2,083	平均 80.3 歳	男性 542 例 女性 1,541 例	75.1
Heikkinen	イギリス	1989～1997	1,702	平均 78.3 歳	男性 357 例 女性 1,345 例	72.9
Forsen	ノルウェー	1986～1995	1,825	50～74 歳 517 例 75～84 歳 784 例 85 歳以上 524 例	男性 487 例 女性 1,338 例	79.3
Sernbo	スウェーデン	1982～1985	1,429	平均 76 歳	男性 369 例 女性 1,060 例	75.5
Jensen	デンマーク	1971～1977	1,592	平均 77 歳	男性 368 例 女性 1,224 例	73
七田	日本	1973～1985	867	平均 78.8 歳	男性 181 例 女性 686 例	86.1

(文献2)より改変)

を立てるべきである。

さらに、生命予後のみならず、日常生活活動性をも著しく障害するのが大腿骨頸部骨折の特徴である。骨折後に、寝たきりや車いすでの生活を余儀なくさせられる人口が増加し、介助あるいは自立歩行できていた人の割合が減少する(図3)。その結果、被介護人口の増大を招き、わが国の介護制度そのものの崩壊にもつながりかねない。

#### 大腿骨頸部骨折の治療プロトコール ●

では、死亡例を減らし活動性を維持できるようにするには、どのような治療法を選択すべきであろうか。図4にわれわれが大腿骨頸部骨折症例に遭遇した場合に決断すべきポイントをフローチャートで示した。以下、各ポイントでの判断基準を解説する。以下に述べる大腿骨頸部骨折は、すべて高齢者に生じた場合のことで、若年者に生じた

ものについては、ここでは論じない。

#### 1. 手術か保存療法か<sup>3)</sup>

この選択には二通りの意味がある。手術が不要で保存療法を選択する場合と、手術は必要だが種々の理由により保存療法を選ばざるを得ない場合である。後者には、家族が手術を希望しないようなケースも含まれるが、本稿で論ずべき問題ではないので、ここでは患者本人の状態に依存する状況だけに限局して論を進める。

手術療法か保存療法かを判断する際の基準として、骨折のタイプがよく利用される。内側骨折の場合には、Garden分類(図5)が用いられることが多い。保存療法の対象となるのは、外反嵌入したステージIのみであり、他の型の場合には手術療法が選択される。しかし、多くの施設では、ステージIであっても手術療法が選択されている。外側骨折の場合には、Evans分類やJensen分類

- 大腿骨頸部内側骨折の病期分類には Garden 分類が用いられる。
- 外側骨折には, Evans, Jensen, AO/OTA 分類が用いられる。
- 保存療法と手術療法を比較した RCT はほとんどない。

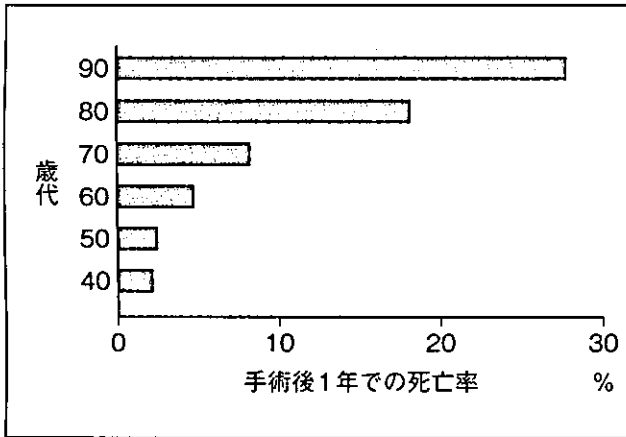


図2 大腿骨頸部骨折後1年での年代別死亡率  
1998~2001年に実施されたわが国での全国調査, 3,800施設からの155,216症例のうち4,000例の定点調査。  
(文献1)より改変)

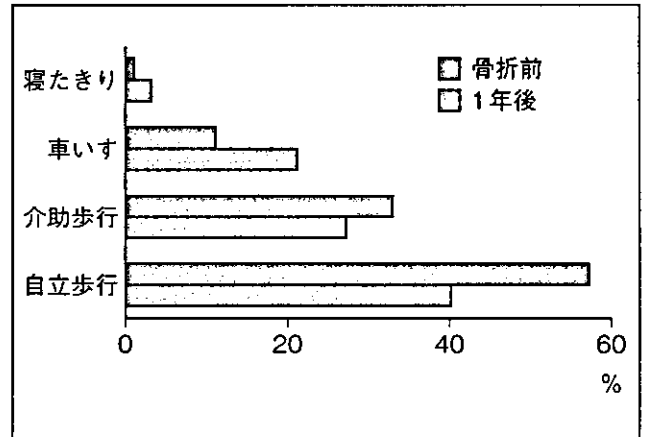


図3 大腿骨頸部骨折後1年での移動能力変化  
1998~2001年に実施されたわが国での全国調査, 3,800施設からの155,216症例のうち4,000例の定点調査。  
(文献1)より改変)

が利用されているが, ポイントは安定性であり, より単純な AO/OTA 分類の方が利用しやすい (図6)。この場合も, 31 A 1 型の場合には保存療法を選択する方法もあるが, 他の型の場合には手術療法が選択される。内側骨折に比べて, 手術療法が選択される率はより高い。骨折のタイプ以外の理由で保存療法が選択されるのは, 全身状態が悪く手術ができない場合や痴呆が高度で手術の効果が期待できない場合である。

ところが, 安定型の骨折を対象とした場合でも保存療法と手術療法を比較した RCT (randomised control trial) はわずかしかなかく, はっきりどちらかを推奨できるデータレベルではない。

## 2. 骨接合術か関節形成術(人工)か<sup>4)</sup>

外側骨折に対しては, 特殊な状況を除いて骨接合術が選択される。意見が分かれるのは, 内側骨折に対する手術の場合である。全タイプに対して骨接合を試みる施設や全タイプに人工物を用いる施設もあるが, 多くの施設では Garden 分類ステージ I・II には骨接合術を選択し, ステージ III

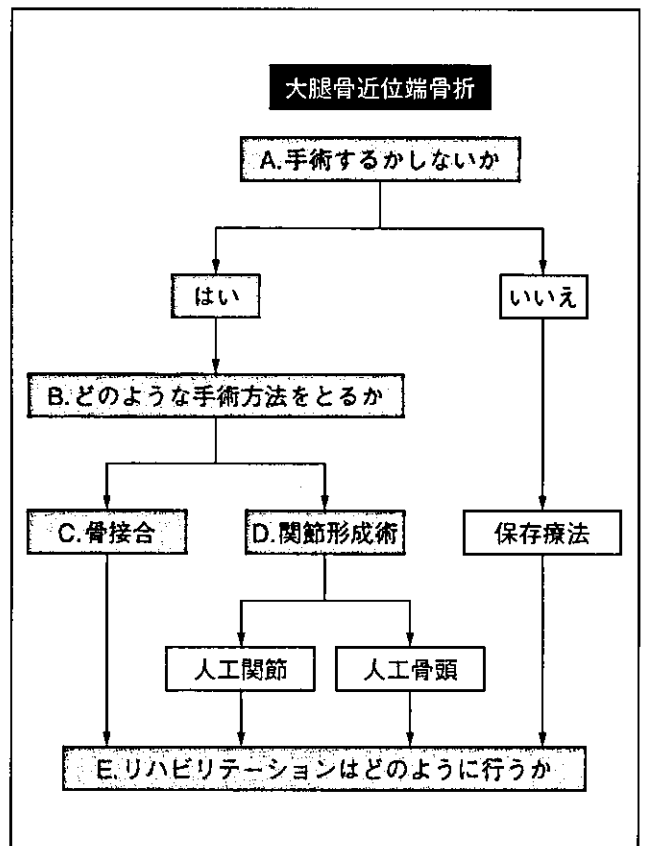


図4 大腿骨頸部骨折症例治療のフローチャート

- 骨接合術か人工かに関する明白な証拠はない。
- CHS と髄内釘を比較した研究では両者に差はない。
- 関節形成術には、人工関節と人工骨頭がある。

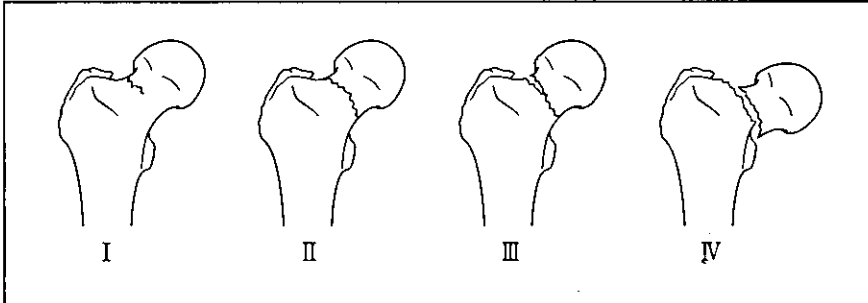


図5 大腿骨頸部内側骨折のGardenステージ分類

I：不全骨折，II：転位のない完全骨折，III：部分転位を伴う完全骨折，IV：完全転位を伴う完全骨折。

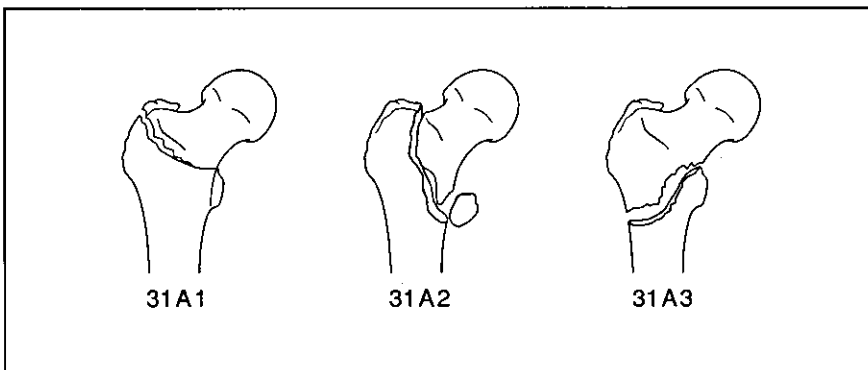


図6 大腿骨頸部外側骨折のAO/OTA分類

31A1：転子間貫通単純骨折，内側骨皮質の損傷を伴う単純な二骨片骨折，31A2：転子間貫通多骨片骨折で不安定型，31A3：逆向きの骨折線が存在し，外側骨皮質の損傷を伴う不安定型。

およびIVには人工骨頭や人工関節手術を選択することが多い。不安定型に対しての骨接合術は骨頭壊死などを生じる確率が高く、安定型のGarden分類ステージI・IIに対して、どのような手術を選択するかが議論の対象となる。これに関しては、いくつかのRCTが実施されている。その結果によれば、骨接合術は初期の侵襲としては少ないが再手術の率が高く、疼痛・残存機能・死亡率・入院期間などに関しては両者の間に差を認めなかった。現時点では、どちらかを積極的に推奨する証拠はない。

### 3. 骨接合術であれば、CHSか髄内釘か

骨接合材料として複数の方法が開発されている。内側骨折に対しては、最も一般的なCHS (compression hip screw)に始まり、径が小さい故に髄内血行を温存できると考えられるcanulated cancellous hip screw、骨頭・頸部・刺

入部骨皮質での三点支持固定を目指すユニークなHansson pinなどがある。外側骨折に対しては、同じくCHS、elastic fixationを実現するEnder釘、骨頭内スクリューと髄内釘の組み合わせであるガンマネイルなどがある。これらの方法のうち、どれを選択するかについては明確な基準が存在しない。外側骨折のうち不安定型である31A3型(図6)に対しては、CHSでは骨折部に剪断力がかかり骨癒合に不利であるから、圧迫力をかけられるガンマネイルを用いるべきであるという考えが多い。しかし、あくまでCHSで対応している施設も多い。複数の方法を比較したRCTも少数ながら報告されており、結果としては比較した方法間に成績の差を認めていない。

### 4. 関節形成術であれば、人工関節か人工骨頭か

骨折前に関節症が存在すれば、人工関節が選択

- ① 人工骨頭と人工関節の比較では後者が優れているとする報告が多い。
- ② 術後のリハビリテーションに関して、エビデンスは少ない。

されるが、そうでない場合には人工骨頭が実施されることが多い。この二つの方法の比較を表2に示す。骨折後の最初の手術として、どちらを選択するかを比較したRCTでは、人工関節手術の方が優秀であるとする報告が多い。ただし、対象とした患者の年齢・活動性・選択した機種などにより、結果はさまざまな修飾を受ける可能性がある。また、人工骨頭でも unipolar か bipolar か、セメント使用か不使用かなど結論の出ていない選択肢が多い。

#### 5. リハビリテーションの進め方は<sup>5)</sup>

いずれの治療法を選択しても、リハビリテーションが重要であることは明白であると思われる。しかし、リハビリテーションそのものが、RCTになじまないこともあり、エビデンスは多くない。股関節術後に、訓練回数を増やしたり強度を上げたりすること、大腿四頭筋筋力強化、トレッドミルを用いた歩行訓練、神経筋刺激、骨接合術後の早期荷重などに関するRCTが実施されているが、いずれも有効性を証明するには至っていない。さまざまな社会的要求により、入院期間の短縮が図られ、早期リハビリテーションが推奨され、実際に入院期間は急激に短縮されているが、そのことが大腿骨頸部骨折患者の術後生活にどのような影響を及ぼしているかは明らかにされていない。

#### おわりに ●

骨粗鬆症に伴う大腿骨頸部骨折は予防することが一番大切であり、この点に関しては信頼できる

表2 人工骨頭と人工関節の相違点

	術後臼蓋変化	術後疼痛	手術侵襲	費用
人工関節	なし	なし	比較的大きい	高い
人工骨頭	発生しやすい	生じやすい	比較的小さい	安い

データが徐々に蓄積されてきた。しかし、不幸にして頸部骨折が生じてしまった後の治療に関しては、上述のごとく明白なエビデンスはないに等しい。EBMとして最も信頼性の乏しい「私の治療法」がまかり通っているのが現状である。手術に関していえば、施術が一度で済む可能性が最も高い方法を採用すべきであると筆者は考えるが、明確なエンドポイントを設定した大規模なRCTを早急に実施する必要がある。



#### 文献

- 1) Hagino, H. et al. : Nationwide survey of hip fractures in Japan. J Orthop Sci 9 : 1-5, 2004
- 2) 石橋英明 : 大腿骨頸部骨折患者の生命予後. MB Orthop 16 : 15-23, 2003
- 3) Parker, M. J. et al. : Conservative versus operative treatment for hip fracture(Cochrane Review). The Cochrane Library, Issue 1, 2004. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK
- 4) Masson, M. et al. : Internal fixation versus arthroplasty for intracapsular proximal femoral fractures in adults(Cochrane Review). The Cochrane Library, Issue 1, 2004. : John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK
- 5) Handoll, H. H. G. et al. : Mobilization strategies after hip fracture surgery in adults(Cochrane Review). The Cochrane Library, Issue 1, 2004. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK