

扁平椎の場合は、判定椎の上位か下位の A, C, P より 20% 以上減少している場合、④ 新鮮骨折で X 線像上明らかに骨皮質連続性が絶たれたものを骨折とする。

非外傷性骨折歴があり、かつ、骨密度が YAM の 80% 未満なら骨粗鬆症である。

### 3. 骨密度による診断

脆弱性骨折がない場合は、骨密度測定を行い、それが YAM の 70% 未満であれば骨粗鬆症と診断する。骨密度測定法として、Dual X-ray absorptiometry (DXA) は他の方法より精度、安定性、測定時間、被曝線量において勝っており、スタンダードとなっている。

骨密度測定部位は腰椎が原則である。しかし、高度な骨折や石灰化、側彎、骨棘、軟骨下骨硬化などの変形性脊椎症の変化が強く、実際の骨密度より大きな誤差をもって算定される可能性が強い場合は、大腿骨頸部が適切とされる。これらの部位も困難な時は、橈骨、第二中手骨、踵骨にて行う。

また、測定部位の骨折に対する予測能が最も優れるが、どの部位の測定値でも他部位の脆弱性骨折リスクを知ることができる。しかし、骨密度測定が困難な場合は、脊椎 X 線像から骨粗鬆化の有無（なし、疑いあり、あり）を判断し、骨粗鬆化があれば骨粗鬆症と診断する。ただし、脊椎 X 線像で定性的に判定される骨粗鬆化の信頼性は低いので、骨密度からの判定を骨粗鬆化からの判定に優先する。

## その他の診察時の要点

### 1. 主訴

主訴は、自覚症状がなく、自治体等の骨量検診の結果からの精査の依頼や、自分からの骨粗鬆症の心配、あるいは背中での痛みや脊柱変形などである。

純粋に骨粗鬆症だけなら疼痛はない。強い疼痛がある場合は、X 線像では不明でも MRI では明瞭な新鮮骨折を伴うことがほとんどで、既に骨粗鬆症が合併症発症という進行した段階にあることを示す。

新鮮骨折初期の強い疼痛は、通常、数週の経過

表 1 低骨量を呈する疾患（文献<sup>2)</sup>による）

1. 原発性骨粗鬆症
2. 続発性骨粗鬆症
① 内分泌性
甲状腺機能亢進症
性腺機能不全
クッシング症候群
② 栄養性
壊血病
その他（蛋白質欠乏、ビタミン A または D 過剰）
③ 薬物
コルチコステロイド
メントレキセート
ヘパリン
④ 不動性
全身性（臥床安静、対麻痺、宇宙飛行）
局所性（骨折後など）
⑤ 先天性
骨形成不全症
マルファン症候群など
⑥ その他
関節リウマチ
糖尿病
肝疾患など
3. その他の疾患
① 各種の骨軟化症
② 原発性、続発性副甲状腺機能亢進症
③ 悪性腫瘍の骨転移
④ 多発性骨髄腫
⑤ 脊椎血管腫
⑥ 脊椎カリエス
⑦ 化膿性脊椎炎
⑧ その他

で軽減するが、長期にわたって疼痛が強く継続する場合は椎体偽関節発生が疑われる。もっと長い慢性経過の鈍痛を訴える場合は、椎体骨折などに続発する前彎減少や後彎などの脊柱変形が基盤にあることが多い。また、若いときと比較して身長が短縮することは、これを主訴として来院することは少ないものの、見逃せない骨粗鬆症の症候である。

### 2. 年齢

年齢は介入しようのない因子ではあるが、骨折リスク増大の最大の因子でもある。骨折頻度は脊椎骨折では前期高齢期（65 歳以上、75 歳未満）から急上昇が起り、それに加えて大腿骨頸部骨折は後期高齢期（75 歳以上）で指数関数的に上昇する。このことは、骨粗鬆症と診断された年齢が

表 2 骨代謝マーカー (文献<sup>6)</sup>による)

		基準値	最小有意変化率(%)
骨形成マーカー			
骨型アルカリフォスファターゼ	血清	7.9~29.0 U/L	23.1
骨吸収マーカー			
デオキシピリジノリン	尿	2.8~7.6 nmol/mmol · Cr	29.6
I型コラーゲン架橋 N-テロペプチド	尿	9.3~54.3 nmolBCE/mmol · Cr	35
I型コラーゲン架橋 N-テロペプチド	血清	7.5~16.5 nmolBCE/mmol · Cr	14.2
I型コラーゲン架橋 C-テロペプチド	尿	40.3~301.4 μg/mmol · Cr	51.1

尿骨代謝マーカーは、早朝あるいは第2尿を用い、クレアチニンで補正する。食事の影響を受けないが、同一時刻に採取する。

血清骨型アルカリフォスファターゼ、I型コラーゲン架橋 N-テロペプチドは、食事の影響を受けないが、同一時刻に採取する。

高ければ、その分、骨折リスクも高くなっているため、治療の必要性がいつそう高いことを示唆している。

### 3. 既往歴

既往歴で最も重要なものは前述した脆弱性骨折の既往である。その理由は、脆弱性骨折の既往は、それだけで骨粗鬆症の診断がつくばかりでなく、将来の骨折リスクをよく予測する因子だからである。たとえば、70歳代の骨粗鬆症女性の脊椎骨折年間発生率は、脊椎骨折の既往のない場合は3.4%であるが、1個以上既往があると11%、2個以上既往があると24%と上昇するとされる<sup>3)</sup>。また、非脊椎骨折の既往があると、新たな脆弱性骨折の危険率は、部位を問わず2倍に増加する<sup>4)</sup>と報告されている。

次いで、リハビリテーション的観点からは転倒の既往も重要な項目である。これは新たな転倒発生の強い予知因子であり、脆弱性骨折と転倒の両既往がある患者の骨折リスクは相当に高いと考えられ、骨粗鬆症治療のみならず転倒予防プログラムも併せ実施することが望ましい。

### 4. 家族歴

両親の大腿骨頸部骨折歴は、大腿骨頸部骨折のリスクが約2倍になるとされている<sup>5)</sup>。これは骨密度に関わらない独立した危険因子であり、とくに母親の骨折歴は重要とされているので、問診で確認することが必要である。

### 5. 理学所見

骨粗鬆症に特異的な理学所見はない。ただ、胸椎後彎増強と腰椎前彎減少によって背部全体が緩

やかに丸くなる円背は、骨粗鬆症患者に特徴的な姿勢変化で、X線像を見なくとも体幹を外観から観察することで判断できる。背部痛を伴っているときは、棘突起の叩打痛を確かめて、それが明らかにあるときは新鮮骨折を疑う。

また、やせていることと身長が高いことは大腿骨頸部骨折リスクでもあるので、診察時に体重、身長を測定することは重要である。

### 6. 血液尿検査

血清尿の生化学検査としては、血清カルシウム、リン、アルカリフォスファターゼなどの項目は、最初の除外診断のために必須であり、さらに骨代謝マーカーと呼ばれる一群の検査には、骨形成に比較的特異的なマーカーとして骨型アルカリフォスファターゼがあり、骨吸収に比較的特異的なマーカーとしてデオキシピリジノリン、I型コラーゲン架橋 N-テロペプチド、I型コラーゲン架橋 C-テロペプチドがある<sup>6)</sup>。両者ともその値の上昇は骨代謝の亢進を示唆し、高齢者では骨代謝亢進時には常に骨吸収量が骨形成量を上回るため骨量減少の程度を反映するとされている(表2)。

これらの骨代謝マーカーは診断決定には参考にしかならないが、治療効果判定には骨密度より早期に変化するので有用である。その際には、最小有意変化率を超える変化があれば有効と判断する。

### 文 献

- 1) Anonymous: Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J*

Med 94 : 646-650, 1993

- 2) 折茂 肇, 林 泰文, 福永仁夫・他 : 原発性骨粗鬆症の診断基準 (2000 年度改訂版). 日骨代謝誌 18 : 76-82, 2001
- 3) Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, et al : Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. JAMA 285 : 320-323, 2001
- 4) Koltzuecher CM, Ross PD, Landsman PB, et al : Patients with prior fractures have a increased risk of future frac-

tures : a summary of the literature and statistical synthesis. J Bone Miner Res 15 : 721-739, 2000

- 5) Kanis JA : Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. Lancet 359 : 1929-1936, 2002
- 6) 骨粗鬆症診療における骨代謝マーカーの適正使用に関する指針検討委員会 : 骨粗鬆症診療における骨代謝マーカーの適正使用ガイドライン (2004 年版). Osteoporos Jpn 12 : 191-204, 2004

## お知らせ

### 平成 18 年度日本摂食・嚥下リハビリテーション学会公認セミナー 山陰地区摂食・嚥下リハビリテーションセミナー

日 時 : 2006 年 3 月 11 日 (土) 9 時~16 時 30 分  
会 場 : 米子コンベンションセンター (JR 米子駅前)

内 容 : 摂食・嚥下リハビリテーション「入門編」と考え, リハビリテーションに関わるすべての職種の方を対象にして, 摂食・嚥下リハの理論から実践について基礎的なことを中心に予定しています。

講 師 : 藤谷順子 (国立国際医療センター)  
石田 瞭 (岡山大学医学部・歯学部)  
熊倉勇美 (川崎医療福祉大学)  
太田裕子 (川崎医科大学附属病院)  
鎌倉やよい (愛知県立看護大学)  
藤島一郎 (聖隷三方原病院)

定 員 : 500 名程度 (先着順)

参加費 : 5,000 円 (テキスト代込み)

申し込み方法 : 2005 年 11 月から 2006 年 1 月末日までの期間に下記ホームページよりご登録を願います。登録受理後に参加費の納入方法等についてお知らせいたします。

セミナーホームページ : <http://www.oyodo-kai.org/sessyoku/>

主 催 : 医療法人大淀会米子東病院

企画担当 : 椿原彰夫 (日本摂食・嚥下リハビリテーション学会理事)

事務局 : 摂食・嚥下セミナー実行委員会

☎689-3425 米子市淀江町佐陀 2169 (米子東病院内)

Tel 0859-56-5232 Fax 0859-56-5233

Email [enge2006@oyodokai.org](mailto:enge2006@oyodokai.org)

## お知らせ

### 第 19 回新潟手のリハビリテーション研修会

期 日 : 2006 年 2 月 24 日 (金) ~2 月 26 日 (日)  
会 場 : 医療法人仁愛会新潟中央病院内 (新潟市新光町 1-18)

対 象 : ある程度「手の外科」の症例を経験している理学療法士, 作業療法士

参加費 : 30,000 円

定 員 : 約 30 名

申し込み方法 : 官製ハガキに氏名, OT・PT の別,

勤務先とその住所 (含 Tel), 経験年数と現在手の外科に関わっている程度を簡単に記入して, 12 月 30 日 (金) までに下記に送付して下さい。

☎950-8556 新潟市新光町 1-18

(財) 新潟手の外科研究所手の外科セミナー係

もしくは <http://www.tenogeka.com/> を参照

学際的に取り組む高齢者の骨折予防—転倒予防, プロテクター—

原田 敦\*  
はらだ あつし

- 高齢者の骨折の多くは転倒が直接の原因となっており、その予防には転倒対策が必須である。
- 転倒予防は、筋力バランス訓練などの運動療法や薬剤調整、および生活環境の改善などのプログラムで、転倒を減少させる。
- ただし、転倒予防による骨折予防のエビデンスはまだない。
- プロテクターは、看護のある施設の入所者の大腿骨頸部骨折を半減させる。
- ただし、在宅高齢者においてはプロテクターの有効性は認められていない。

Key Words 骨折予防, 転倒予防, プロテクター

年齢は骨粗鬆症および転倒の危険因子であり、高齢になると両者を合わせ持つようになり、脆性骨折の頻度急上昇につながると考えられる。在宅高齢者は、欧米では1/4~1/3が、日本では1/5~1/4が、毎年転倒し、その頻度は、施設入所者ではいっそう高く、男性より女性が高く、後期高齢期で急上昇するとされている<sup>1)</sup>。日本では、転倒により10%が骨折を起こし、大腿骨頸部骨折は1%弱とされている<sup>2)</sup>。その場合、強度低下した骨に骨折を生じさせる直接的原因が、ほとんどが転倒であることはよく知られた事実である。したがって、高齢者の骨折予防には、骨の強度を維持・改善する方策（骨粗鬆症治療）と並んで、転倒荷重が骨に作用しないようにする方策（転倒対策）が必須である。後者には、転倒そのものを減少させる方策（狭義の転倒予防）と転倒外力を減少させる方策がある。これらについて以下に概説する。

□ 転倒予防

転倒そのものの減少を目的とした転倒予防介入は、わが国でも介護予防の開始に当たりたいへんに注目され、すでに多くの現場で導入実施されている。転倒は、筋力バランスや巧緻性の低下、反応時間の延長、睡眠薬、精神安定剤、降圧利尿薬、抗けいれん薬などの薬剤、パーキンソン病、起立性低血圧、てんかん発作、認知症、骨・関節炎、視力障害などの疾患合併などの内的因子と、滑りやすい床、つまづきやすい段差、戸口踏み段、絨

毯の端、電気コード類や暗い照明などの外的因子により、その危険度が増すと言われている。それらの危険因子のうち、筋力やバランスなどの改善を目的とした運動療法や転倒を惹起する薬剤や疾患の調整による方法、および環境ハザードの除去改善による方法などは、無作為比較対照試験（RCT：randomized controlled trial）のメタアナリシス<sup>3-7)</sup>によって、それぞれ転倒の発生を減少させるエビデンスを有することが明らかにされている（図1）。たとえば、運動療法は、筋力やバランスの改善によって転倒の危険因子を減らして転倒率を10%や35%低下させる<sup>3,5,8)</sup>。また、家庭の転倒要因となる環境因子の評価して修正するプログラムは転倒を36%減少させ、向精神薬を評価して中止することは、66%と転倒率をもっとも低くすることに成功している<sup>4)</sup>。このように多種多様な転倒予防策は転倒そのものを減少できるので、転倒リスクのある高齢者にこのようなプログラムを実施することは多いに推奨される。

しかしながら、本稿のテーマである骨折予防に関しては、先述したRCTでは、骨折を含む重度外傷の減少率には差が得られておらず<sup>3,5,8)</sup>、また、家庭環境因子の改善や向精神薬中止も同様である<sup>4)</sup>。すなわち、個別に研究をみても、骨折を予防できているのは、包括的介入で薬剤<sup>9)</sup>やヒッププロテクター<sup>10)</sup>を併用しているものだけであり、現時点では、転倒危険因子の除去や改善だけで骨折予防は

\* 国立長寿医療センター病院 機能回復診療部

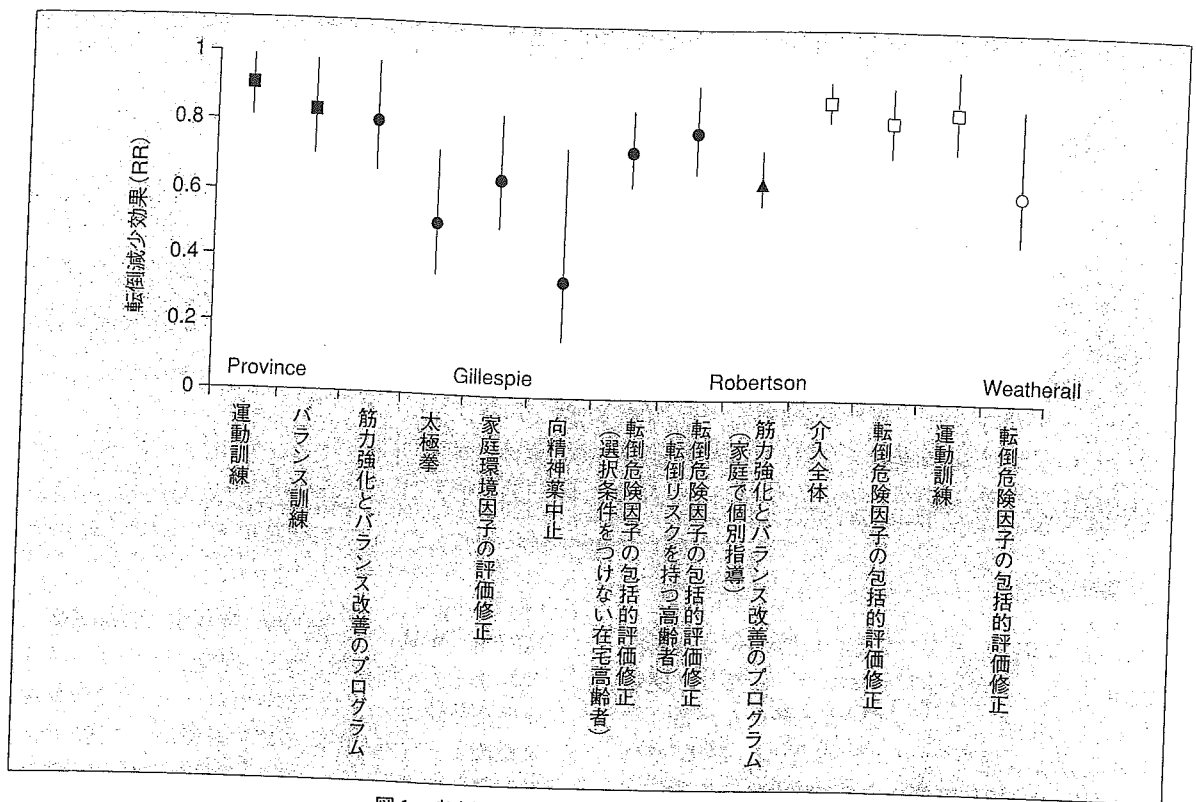


図1 転倒予防プログラムのメタアナリシス

できていないと考えてよい。その理由は不明であるが、最初に述べたように、骨折を生じる転倒は全転倒の10%に過ぎないため、発生骨折数が少なく、統計学的意義に達しなかったこと<sup>3)</sup>や、転倒には、外傷を生じない骨折リスクの低い転倒様式から大腿骨頸部骨折を発生させるような骨折リスクの高い転倒様式までが広く含まれ、各介入が骨折リスクの低い転倒しか減らせていない可能性も考えられる。

#### □ プロテクター

転倒してしまった時に転倒外力を少しでも減弱させる方法にプロテクターがある。スポーツで用いられるプロテクターは肩、肘、膝など競技の特性に応じて種々の部位に使用されているが、高齢者では代表的な転倒骨折である大腿骨頸部骨折に対して開発され、ヒッププロテクターと呼ばれている(図2)。すなわち、大転子の側方から後側方を覆うようにプロテクターが下着に組み込まれており、大転子から転倒してもそこを保護して大腿骨頸部骨折に至らしめないように作られている。この方法についてもRCTがいくつかあり、日本で



図2 ヒッププロテクター

は著者による報告がある<sup>11)</sup>。それらの最新メタアナリシス<sup>12)</sup>によって明らかとなったことは、ヒッププロテクターは在宅高齢者の大腿骨頸部骨折予防の

表1 看護のある施設入所者に対するヒッププロテクターの大腿骨頸部骨折予防効果

	骨折者数	着用者数	骨折者数	非着用者数
Jantti (1998)	1	36	7	36
Meyer (2003)	21	459	42	483
合計	22	495	49	519

相対危険度 = 0.5 (95%信頼区間 ; 0.28-0.91)

(Sawaka AM, et al : Osteoporos Int published online, 2005<sup>12)</sup>による)

エビデンスはないが、施設入所者においては、特に看護のある施設——わが国では特別養護老人ホームや老人保健施設など——に入所した高齢者では、大腿骨頸部骨折を半減させることである(相対危険度 0.50, 95%信頼区間 0.28-0.91) (表1)<sup>12-14)</sup>。23名にヒッププロテクターを使えば1名の大腿骨頸部骨折発生を予防できると計算されている。介護施設入所高齢者は、骨強度低下に加えて転倒関連のリスクが増大しており、大腿骨頸部骨折リスクがもっとも高い層であり、強力な骨折予防エビデンスを有するビスフォスフォネートもこの層では大腿骨頸部骨折予防に成功した報告はみられない。しかも、施設入所中はスタッフがヒッププロテクター着用継続に関わって低下しがちなコンプライアンスを改善することが可能である。したがって、介護施設入所者の大腿骨頸部骨折予防には、ヒッププロテクターがおおいに有用であり、その使用が推奨される。適応は、特別養護老人ホームや老人保健施設などへ入所しており、完全寝たきりでない高齢者である。逆に、在宅レベルの機能低下に留まる高齢者では、大腿骨頸部骨折頻度がまだそれほど上昇していないことと自分でヒッププロテクターを着脱するため、コンプライアンスの低下が起こって使わなくなってしまう、結局転倒時の未使用率が上昇する。それが在宅高齢者で有効性が証明されない理由と考えられる。このように、この方法は転倒時に使っていれば一定の力学的効果を必ず発揮するが、使っていなければまったく無効であり、コンプライアンスが骨折予防成績を大きく左右するので、そのことを念頭に使用するべきである、

#### 文 献

1) Nevitt MC : Fall in the Elderly : Risk Factors and Prevention. In GAIT DISORDERS OF

AGING. Lippincott-Raven, Philadelphia/New York, 1997

2) 安村誠司 : 高齢者の転倒・骨折の頻度. 日本医師会雑誌 122 : 1945-1949, 1999

3) Province MA, Hadly EC, Hornbrook MC, et al : The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FIC-SIT Trials. JAMA 273 : 1341-1347, 1995

4) Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, et al : Interventions for preventing falls in elderly people. Cochrane Database Sys Rev 3 \* CD 000340, 2001

5) Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM, et al : Preventing injuries in older people by preventing falls : a meta-analysis of individual-level data. J Am Geriatr Soc 50 : 905-911, 2002

6) Chang JT, Morton SC, Rubenstein LZ, et al : Intervention for the prevention of falls in older adults : systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. BMJ 328 : 680, 2004

7) Weatherall M : Prevention of falls and fall-related fractures in community-dwelling older adults : a meta-analysis of estimates of effectiveness based on recent guidelines. Int Med J 34 : 102-108, 2004

8) Gardner MM, Robertson MC, Campbell AJ : Exercise in preventing falls and fall related injuries in older people : a review of randomised controlled trials. Br J Sports Med 34 : 7-17, 2000

9) Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA, et al : Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. N Eng J Med 337 : 670-676, 1997

10) Jensen J, Lundin-Olsson L, Nyberg L, et

al : Fall and injury prevention in older people living in residential care facilities. A cluster randomized trial. Ann Intern Med 136 : 733-741, 2002

11) Harada A, Mizuno M, Takemura M, et al : Hip fracture prevention trial using hip protectors in Japanese nursing homes. Osteoporos Int 12 : 215-221, 2001

12) Sawka AM, Boulos P, Beattie K, et al : Do hip protectors decrease the risk of hip fracture in institutional and community-dwelling elderly? A

systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials Osteoporos Int. published online Jul 1 2005

13) Jantti PO, Aho HJ, Maki-Jokela OL, et al : Hip protectors and hip fracture. Age Ageing 27 : 758-759, 1998

14) Myer G, Warnke A, Bender R, et al : Effect on hip fractures of increased use of hip protectors in nursing homes : cluster randomised controlled trial. BMJ 326 : 76-80, 2003

## 消化器癌の診断・治療

### 内視鏡と病理の接点

ISBN4-88002-651-4

企画 木曜会

編集担当

藤盛孝博 (獨協医科大学・教授)

坂本長逸 (日本医科大学・教授)

星原芳雄 (虎ノ門病院・部長)

加藤 洋 (癌研究会附属病院・部長)

B5 151頁 定価7,560円 (本体7,200円+税5%)

今日、消化器癌の早期癌の治療は、EMR・ESDが主流となっている。従来、EMR手技では不可能であった大きな病変までも一括切除が可能となってきたことより、病変の範囲、深達度を正確に行う能力がより重要となってきた。本書は、内視鏡医と病理医からのアプローチで、消化管のみならず、主要臓器の診断・治療やその他幅広い話題を纏めた絶好の書である。

#### 主要目次

食道疾患/拡大内視鏡による表在食道癌の微細血管診断/食道癌の治療、内視鏡治療と病理の接点での病理診断に期待するもの/微小転移の病理学的評価と臨床的意義/胃疾患/胃粘膜微細模様の観察と病理/悪性リンパ腫の病理診断と治療効果/小腸疾患/小腸内視鏡検査と生検診断/カプセル内視鏡/大腸疾患/進行大腸癌の治療選択と病理診断/大腸EMRにおける現状/大腸早期癌の内視鏡治療とリンパ節転移予測における病理診断の精度/潰瘍性大腸炎のdysplasiaを内視鏡・生検診断する問題点/IBDの生検診断のポイント/虚血性疾患の内視鏡と生検診断/肝・胆・膵/肝細胞癌/膵炎と外科治療/膵炎と膵癌の形態診断/膵胆道疾患と遺伝子診断/膵胆道系腫瘍の遺伝子治療/その他/実地医家における消化器癌の内視鏡治療について、どのようにインフォームド・コンセントをとっているか/内視鏡診療におけるリスクマネジメント/Japan Polyp Study/消化器癌の化学療法と病理診断/大腸腫瘍の拡大観察からvirtual biopsyまで/MRIによる直腸癌の傍直腸リンパ節の転移診断



株式会社 新興医学出版社

〒113-0033 東京都文京区本郷6丁目26番8号  
TEL 03-3816-2853 FAX 03-3816-2895

綜合臨牀 第54巻 第11号  
(平成17年11月1日発行 別冊)

# 骨折の予防

*Prevention of fractures*

原田 敦  
*HARADA Atsushi*

永 井 書 店



## 骨折の予防

Prevention of fractures

特集

原田 敦  
HARADA Atsushi

## 骨粗鬆症の診療 Up Date

Key words 骨折 大腿骨頸部骨折 予防 転倒 ヒッププロテクター

高齢者医療の主要な目標は、単なる生存期間の延長ではなく、自立した生存期間の延長である。言い換えれば、生存期間に対する要介護期間の割合の短縮である。平成13年度国民生活基礎調査によれば、骨折は、65歳以上の日本人における要介護化の原因疾患の第3位で12%、80歳代で第3位の14%、90歳以上で第2位の15%を占める<sup>1)</sup>。これが、骨折の予防が高齢者医療の重要課題の一つとなる根拠である。

一方で、高齢者の骨折増加の予測は深刻である。重症度と頻度から最も影響が重大な大腿骨頸部骨折は、2002年に117,900人発生し、15年間で2.2倍増加したと推計され、しかも、80歳以上の女性と90歳以上の男性では、発生頻度そのものが上昇している<sup>2)</sup>。この増加率がそのまま単純に続くと仮定して試算すると、2017年に25.9万人、2017年に25.9万人、2017年に25.9万人、日本の高齢者人口がピークに達する2043年には92万人を越えると推定される。実際には、これに発生頻度上昇と2002年までの15年間でそれ以降で高齢者人口の年代別構成比率が数字を押し上げるので、100万人を大きく上回る患者が発生すると考えられる。

高齢者のこのような骨折増加が社会に与える影響を考えると、骨折の予防の意義は大変大きく、健康長寿を達成するための鍵の一つとして、これまで以上に取り組まれ、その実践が求められることになると思われる。

高齢者の骨折には起こるきっかけを持つものと持たないものがある。骨折を起こすきっかけとは主に衝撃荷重で、転んで受ける衝撃荷重がその典型である。1999年10月の厚生省の患者調査によれば、65歳以上の外傷入院患者の原因は、58%が転倒転落で自動車交通事故の7.2倍に相当する。その割合は75歳以上、85歳以上でそれぞれ61%、65%と年齢とともに上昇し、さらに女性で高く、85歳以上の女性では66%にまでなる。このように高齢者に外傷をもたらす衝撃荷重

源として転倒が最も多いことはよく知られている。事実、最も重症で頻度も高い大腿骨頸部骨折に関しては、欧米でも日本でも転倒が発生原因の80~90%を占めている。

したがって、高齢者において、外傷としての骨折を予防するためには骨強度と転倒荷重への二面作戦が必要である。すなわち、骨強度対策と転倒対策である。前者には、骨粗鬆症治療、すなわち骨粗鬆症薬による治療、後者には、主に転倒予防とプロテクターがあげられる。診療における評価も、骨粗鬆症リスクと転倒リスクの両方にわたって行うことが求められる(図1)。

### I. 骨強度対策による骨折予防

栄養療法や運動療法も骨密度増加をもたらすが、骨折を減少させる臨床的エビデンスは現時点ではまだない。骨折予防のエビデンスがあるのは骨粗鬆症薬剤による治療である。他の項で詳しく取り上げられるので、ここでは簡単な記述にとどめる<sup>3)</sup>。骨密度だけでなく脆弱性骨折既往も判定時に考慮されるわが国の骨粗鬆症診断基準は、骨密度だけから判定するWHOの診断基準に比較して骨折リスクをより鋭敏に検出するので、骨折予防における有用性が高いと考えられる。

この骨折歴の分析は臨床的に大変重要で、もし骨粗鬆症と診断された患者の骨折既往が、転倒などの低エネルギー外傷であれば、それは転倒リスクも併存することを示しているので、骨粗鬆症治療のみならず、転倒予防のための栄養指導、運動指導を併用する必要がある。逆に、高所転落や交通事故のような高エネルギー外傷、すなわち非脆弱性骨折か、あるいは、まったく外傷なしに生じ

た脊椎骨折であれば、骨粗鬆症治療だけでよい。

脊椎骨折の予防については、骨粗鬆症薬のうち、アレンドロネート、リセドロネート、エチドロネート、ビタミンD、ラロキシフェンにエビデンスがあるとメタアナリシスされており<sup>3)</sup>、これらの薬剤を中心に使用するのが適切と考えられる。一方、非脊椎骨折の予防について同様なエビデンスがあるのはアレンドロネート、リセドロネートのビスフォスフォネート2剤のみである<sup>3)</sup>。

さらに、非脊椎骨折の代表である大腿骨頸部骨折については、大規模RCTで骨折減少が得られたのは、アレンドロネート、リセドロネート、ビタミンD、エストロゲンの4剤である<sup>4)</sup>。このうち、エストロゲンは全身的有害作用にて使用が推称されなくなっているため、それ以外の3剤が大腿骨頸部骨折を予防しようとするときの第一選択薬剤になると考えられる。アレンドロネートとリセドロネートはともにビタミンD不足には十分な補給をしながらの在宅生活者を対象とした結果であり、アレンドロネートの1試験のみが施設入所高齢者で行われているものの、その試験では大腿骨頸部骨折の有意な減少は得られてはいない<sup>5)</sup>。対照的に、ビタミンDは、カルシウムを併用しながらの80歳代の施設入所者を対象とした成績であり<sup>6)</sup>、在宅高齢者を対象とした他の試験では大腿骨頸部骨折予防に成功していない。同じ年齢でも在宅者と施設入所者の間では、多くの要因において相違があると考えられるが、その代表に転倒頻度がある。わが国の在宅高齢者は1/5から1/4が毎年転倒するが、転倒頻度は在宅者より施設入所

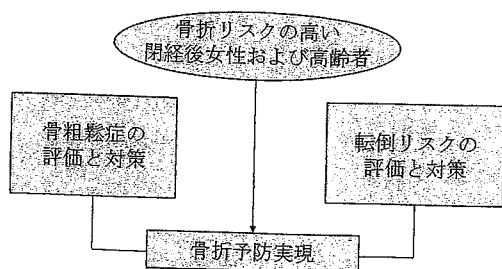


図 1

者でいっそう高いとされている<sup>7)</sup>。施設入所者は高い転倒頻度を有するため、その集団で大腿骨頸部骨折を予防するには、骨強度だけでなく、転倒荷重への作用もないと有効性に到達しにくいと考えられ、ビタミンDとカルシウム併用は、それらの不足に陥りがちな施設入所高齢者の骨と同時に、転倒にも筋細胞への作用を介した何らかの効果があつたものと予測される。このような生活の場の違いによる栄養や転倒頻度の差がもたらす影響も考慮しながら、薬剤の使い分けも考慮されるべきと思われる。

## II. 転倒対策による骨折予防

骨折予防のための転倒対策には、転倒そのものの頻度減少を目的とした転倒予防策と、転倒による衝撃荷重減少を目的とするプロテクターがある。

### 1. 転倒予防策

高齢者の転倒骨折の予防のためには、転倒予防に勝る方策はないとわが国の平均的整形外科医が考えていることが、全国調査によって判明している<sup>8)</sup>。それには多くの理由があると思われるが、交通事故、労災事故、スポーツ事故、転倒事故と原因は違っていても、骨折したばかりの患者を直接扱う整形外科医にとっては、脆弱性骨折を外傷骨粗鬆症が発症したと捉えるより、転倒等の事故で生じたと理解する習性が強いことは疑いがない。そこで、高齢者の骨折を予防しようとする、まず転倒の予防を考えるのはきわめて自然な発想と考えられる。

転倒の予防の実際は、転倒のリスク評価とその対策の実施である。転倒リスクには、多数の内的因子と外的因子があげられている<sup>9)</sup>(図2)。このうち、年齢や既往歴など介入しようがないものも少なくないが、筋力、バランス、リスク薬剤、リスク疾患(不整脈、パーキンソン病、白内障等の治療)、家庭環境の改善など、介入すれば十分に

改善が期待できる要因も多い。

転倒予防策は、このような可変性要因を改善させて、転倒者や転倒数の減少を図る方法である。代表的な方法は、筋力訓練、バランス訓練、歩行訓練などの運動療法、睡眠薬や向精神薬の中止・減量などの薬剤指導、パーキンソン病コントロールや白内障手術など専門医の原因疾患治療、家庭内の段差、照明、障害物、滑るマットやつまずく絨毯等の解消である。これら多種多様な転倒予防介入法も、RCTが行われ、そのメタアナリシスも複数発表されており<sup>10)~14)</sup>、その概要を表1に示した。これらを見ると、内的因子であれ、外的因子であれ、それらへの介入によって転倒は実際に減少しており、転倒予防介入は文字通り、転倒を予防できる対策であることが示唆されている。

しかしながら、現在まで転倒予防策は、転倒そのものは減少できているが、骨折を含む重度外傷の減少を実現できたというエビデンスはなく、転倒することと骨折することが必ずしも平行していない可能性も示唆している。つまり、転倒には骨折リスクの高い転倒と低い転倒があり、転倒予防策は現在まで前者しか減らせ得ていないのかもしれない。また、ほとんどのRCTが骨折率の低い在宅高齢者で行われているため、骨折での差を見出すには症例数が不足しているとも考えられる。いずれにしても、骨折予防の観点からは、転倒予防策はまだ十分な有効性の証明がないことは認識しておく必要があるが、そもそも、骨量減少(Osteopenia)と筋減少症(Sarcopenia)は、どちらも50歳代から始まって年齢とともに進行し、“体を動かす”という基本的な身体的機能の低下の二大要因となっており、転倒予防策を通じて筋量減少を予防するという概念は、これからますます重要性を増すと考えられる。

### 2. プロテクター

スポーツ外傷の予防のために、衝撃荷重を減衰させ得る装具を衝撃部位に着けておくことは、以前より常識的に行われてきた。この方策が有効な

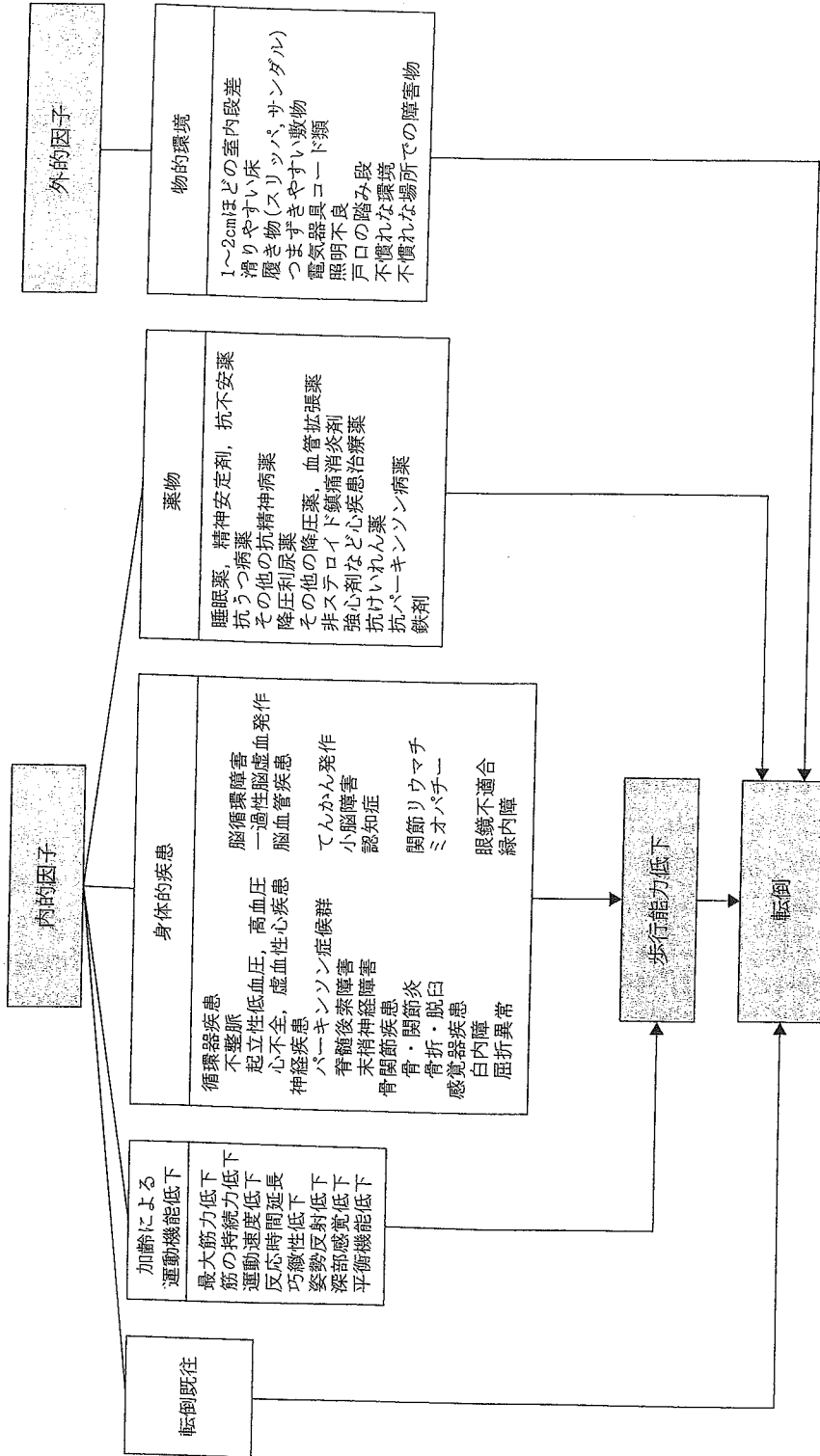


図 2 (文献9 から改変)

表1 転倒予防試験のメタアナリシス(文献10~14による)

報告者	介入法	転倒の相対危険度 (95% CI)	骨折減少
Province MA	運動訓練	0.90 (0.81, 0.99)	言及なし
	バランス訓練	0.83 (0.70, 0.98)	
Gillespie LD	筋力強化とバランス改善のプログラム	0.80 (0.66, 0.98)	言及なし
	太極拳	0.51 (0.36, 0.73)	
	家庭環境因子の評価修正	0.64 (0.49, 0.84)	
	向精神薬中止	0.34 (0.16, 0.74)	
	転倒危険因子の包括的評価修正/ 選択条件をつけない在宅高齢者	0.73 (0.63, 0.86)	
	転倒危険因子の包括的評価修正/ 転倒リスクを持つ高齢者	0.79 (0.67, 0.94)	
Robertson MC	筋力強化とバランス改善のプログラム (家庭で個別指導)	0.65 (0.57, 0.75)	重度外傷については有意 差なし
Chang JT	介入全体	0.88 (0.82, 0.95)	言及なし
	転倒危険因子の包括的評価修正	0.82 (0.72, 0.94)	
	運動訓練	0.86 (0.75, 0.99)	
Weatherall M	転倒危険因子の包括的評価修正	0.62 (0.47, 0.88)	骨折データがあるのは2 試験だけ. 0.50 (95% CI 0.18, 1.40)

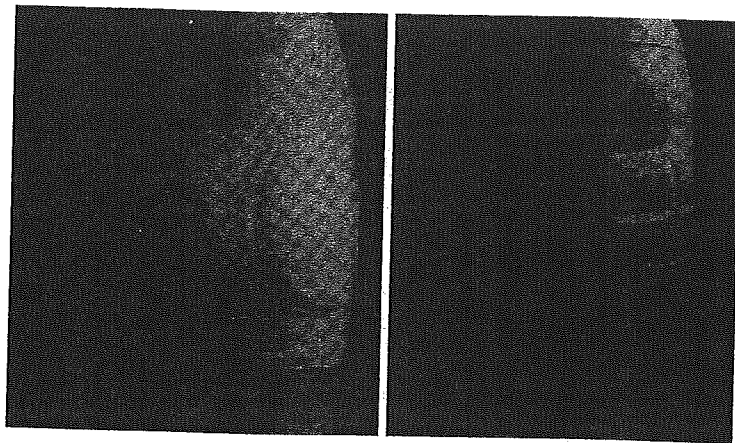


図3 ヒッププロテクター

ことは、アメリカンフットボールでの頭部外傷による死亡数が1970年代前半にヘルメットの採用によって半減したことが如実に証明している<sup>15)</sup>。同様な工夫が高齢者の大腿骨頸部骨折にも1990年代前半から始まっている。それがヒッププロテクターである(図3)。ほとんどの大腿骨頸部骨折において、転倒時の大転子部打撲が直接の原因であるので、下着の大転子部にヘルメット式からパッド式まで、種々のプロテクターを入れて、転倒時の衝撃力を弱めて骨折するのを防ごうという方法である。著者が行った特別養護老人ホームでの試

験では、大腿骨頸部骨折が80%以上も減少できた<sup>16)</sup>。

このような施設入所高齢者におけるクラスター無作為化のRCTのメタアナリシスにおいて、大腿骨頸部骨折を60%減少させたと言われた<sup>17)</sup>。しかし、個人別無作為化の試験では有効性の証明は得られていないため、本当に効果があるのかには、疑問も呈せられてきた<sup>17)</sup>。個人別無作為化の試験の対象者には、在宅高齢者が多く含まれ、しかも、さまざまなレベルの施設への入所者が混在していた。その点に注目した、最新のメタアナリシスで

は、クラスター間のバイアス調整がなされたクラスター無作為化試験と個人別無作為化試験のみを選択して解析し、やはり在宅高齢者では有効性がないことを再確認すると同時に、看護ケアのある高齢者施設で行われた試験において、ヒッププロテクターが大腿骨頸部骨折を50%減少させることを確認している<sup>18)</sup>。

つまり、高齢者施設にも多くの種類があり、わが国でも、有料老人ホーム、グループホーム、養護老人ホーム、老人保健施設、特別養護老人ホームなどがあるが、そのうち後の2つの種類の施設は看護ケアを有しており、より高い介護レベルを要する高齢者が入所する。これらの施設へ入所せざるを得ないほど、身体的機能が低下した高齢者で、かつ完全寝たきりになっていない者は、転倒率が最高レベルに上昇しており、ヒッププロテクターの最適な適応である。この集団では、ヒッププロテクターを自分で脱着すらできない者の率も高く、看護介護側がそれを支援することでコンプライアンスが維持されることが、大腿骨頸部骨折の高頻度と合わせて、効率良く本骨折を減少でき

る理由となっている。

このようにコンプライアンスは有効性の大きな決定因子である。在宅高齢者や自立低下が進行していないレベルの施設入所者に、ヒッププロテクターを渡して装着継続を高齢者任せにすれば、コンプライアンスは大きく低下して大腿骨頸部骨折予防に至らないのは、前述した通りである。ヒッププロテクターは大転子から転倒する時に装着していれば、必ず一定の効果があるが、装着していなければまったくの無効だからである。

#### おわりに

これまで述べてきたように、高齢者の骨折のうちで実際に入院などの医療を要するものは、ほとんどが骨粗鬆症という基礎疾患に転倒という事故が加わって生じており、その予防のためには、骨粗鬆症リスクの診断および治療だけではなく、転倒リスクの評価および対策も考慮することが重要である。

#### 文 献

- 1) 高齢者を取りまく世帯の状況：国民生活基礎調査報告／厚生省大臣官房統計情報部編。東京：厚生統計協会、「第3号，平成13年」，2001。
- 2) 折茂 肇，坂田清美：第4回大腿骨頸部骨折全国頻度調査成績—2002年における新発患者数の推定と15年間の推移—。日本医事新報 4180：25-30，2004。
- 3) Cranny A, Guyatt G, Griffith L, et al：The osteoporosis methodology group and the osteoporosis research advisory group. Summary of meta-analysis of therapies for postmenopausal osteoporosis. *Endocr Rev* 23：570-578，2002。
- 4) 大腿骨頸部／転子部骨折診療ガイドライン。日本整形外科学会診療ガイドライン委員会 大腿骨頸部／転子部骨折ガイドライン策定委員会 厚生労働省医療技術評価総合研究事業「大腿骨頸部骨折の診療ガイドライン作成」班 南江堂，pp27-41，2005。
- 5) Greenspan SL, Schneider DL, McClung MR, et al：Alendronate improves bone mineral density in elderly women with osteoporosis residing in long-term care facilities. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Ann Intern Med* 136：742-746，2002。
- 6) Chapuy MC, Ariot ME, Duboef F, et al：Vitamin D3 and calcium to prevent hip fractures in elderly women. *N Eng J Med* 327：1637-1642，1992。
- 7) 安村誠司：高齢者の転倒・骨折の頻度。日本医師会雑誌 122：1945-49，1999。
- 8) Harada A, Matsui Y, Mizuno M, et al：Japanese Orthopedists' Interests in Prevention of Fractures in the Elderly from Falls. *Osteopros Int* 15：560-566，2004。
- 9) 鈴木隆雄：「転倒予防」の実践的リスク評価法。Osteoporos Jp 11：日本骨粗鬆症学会教育高座転倒予防シリーズ No.2 2003。
- 10) Province MA, Hadly EC, Hornbrook MC, et al：The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. *JAMA* 273：1341-1347，1995。
- 11) Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, et al：Interventions for preventing falls in elderly peo-

- pie. Cochrane Database Sys Rev 3\* CD000340, 2001.
- 12) Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM, et al : Preventing injuries in older people by preventing falls : a meta-analysis of individual-level data. *J Am Geriatr Soc* 50 : 905-911, 2002.
  - 13) Chang JT, Morton SC, Rubenstein LZ, et al : Intervention for the prevention of falls in older adults : systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ* 328 : 680, 2004.
  - 14) Weatherall M : Prevention of falls and fall-related fractures in community-dwelling older adults : a meta-analysis of estimates of effectiveness based on recent guidelines. *Int Med J* 34 : 102-108, 2004.
  - 15) 井形高明, 森田哲生 : スポーツ外傷とスポーツ障害-脊髄・脊椎-. スポーツ医学マニュアル. 監修 黒田善雄, 小野三嗣. 診断と治療社. 東京, pp413-427, 1997.
  - 16) Harada A, Mizuno M, Takemura M, et al : Hip fracture prevention trial using hip protectors in Japanese nursing homes. *Osteoporos Int* 12 : 215-221, 2001.
  - 17) Parker MJ, Gillespie LD, Gillespie WJ : Hip protectors for preventing hip fractures in the elderly. In : *The Cochrane Library*. Oxford, England : Update Software ; issue 3, 2004.
  - 18) Sawka AM, Boulos P, Beattie K, et al : Do hip protectors decrease the risk of hip fracture in institutional and community-dwelling elderly? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials *Osteoporos Int*. published online. 2005.

# バランスボードによるバランス能力評価法と重心動揺計測定値の関連性

名古屋大学医学部保健学科理学療法学専攻 宮部 雪穂  
指導教員：猪田 邦雄

## 【要旨】

現在、高齢者の転倒は重大な社会問題となっている。転倒には動的バランス能力が関係すると言われるが、臨床で簡便に使用される評価方法は確立していない。

そこで本研究では、安価な市販品でありバランス能力訓練にも使用できるバランスボードによる評価方法に着目し、保健所の運動教室などに通う高齢者を対象として、バランスボードと重心動揺計によるバランス能力評価方法の比較を行い、バランスボードによる動的バランス能力の評価方法の有用性とその特徴を検討することを目的とした。

その結果、バランスボードによる評価方法は、静的バランス能力ではなく動的バランス能力評価方法として有用であること、安定域面積との関連性が深いことが示唆された。今後、バランスボードを使用した訓練効果の検討、他の動作の詳細な検討を行うことにより、バランス能力についての解明やバランス能力改善のための理学療法につながると考える。

Key Words : バランスボード、動的バランス、転倒予防

## 【緒言】

高齢化が進む現代において、高齢者の転倒は重要な問題となっている。転倒、転落は大腿骨頸部骨折の原因の90%を占める<sup>1)</sup>。また、転倒を経験すると転倒への恐怖心が増加し生活活動量が低下し廃用症候群を引き起こす。これが転倒後症候群といわれる<sup>2)</sup>。このように転倒は身体機能、精神機能に大きなダメージを与えるため、転倒予防は我が国の高齢者にとって重要な課題となっている。また、高齢者の増加に伴い、大腿骨頸部骨折も増加の一途をたどり年間10万人を超え、骨折者は歩行能力が一ランク下がることやその治療費も問題となっている。このため医療経済の上からもその予防は重要となっている<sup>3)</sup>。

転倒の要因には内的要因である感覚要因、高次要因、運動要因と、外的要因である環境要因などが挙げられるが<sup>4)</sup>、なかでもバランス能力の低下が大きく関係すると考えられている。バランスを構成する要素として、視覚、前庭機能、末梢感覚、神経筋調節、筋力、反応時間があげられ、加齢によりこれらの機能低下がおこる。高齢者は加齢によりバランス能力が低下するため、転倒の危険性が高い。

バランスの研究はもともと反射・反応によ

る姿勢調節から展開しており、主な関心事は姿勢保持にあった。しかし、近年その関心はより臨床に近い、意図的運動時、外乱負荷時のバランスに向いている。静止立位保持に関するものを静的バランス、意図的運動時のものを動的バランスと呼ぶようになり、動的バランスについての研究が盛んに行われている。転倒時には、意図的運動の際に何かのきっかけによりバランスを崩し転倒する。したがって転倒には静的バランス能力よりも動的バランス能力が関係すると言われている。動的バランス能力の評価方法は過去に様々なものが研究されているが、臨床的に活用できる簡便な方法はいまだ確立されていない。

## 【目的】

本研究では、安価で小さく、どこでも簡便に評価を行うことができ、またバランス能力改善のためのトレーニングにも使用できることから、バランスボードによる評価方法に着目した。バランスボードとは不安定盤のことで、バランスボードN型、迷路型バランスボードなど様々なタイプでの研究が行われている<sup>5)6)7)8)</sup>。バランスボードN型については高倉らがこれまでの研究で、BBS (Berg



Balance Scale) との関連性、転倒リスク予測についての有効性などを報告している<sup>5)6)</sup>。

本研究では、重心動揺計での測定値との関連性を調査し、バランスボードによる動的バランス能力評価法の有用性とその特徴について検討することを目的とした。

## 【方法】

調査の対象は、保健所の転倒予防教室や運動教室などに通う、中枢性障害や運動器系及び高次脳機能系に明らかな疾患や障害のない一般高齢者とした。男性 4 名、女性 64 名の計 68 名で、平均年齢  $66.9 \pm 6.6$  歳であった。そのうち被験者の都合上重心動揺計での測定が行えない人がいたため、全測定を行い得たのは男性 3 名、女性 52 名の計 55 名で平均年齢  $67.9 \pm 6.0$  歳であった (表 1)。

バランスボードによるバランス能力評価、重心動揺計によるバランス能力評価に加え、下肢筋力との相関性が報告されているパフォーマンステストの片脚立位保持時間、最大一歩幅についても測定した。また、転倒との関連性を調査するために、過去 1 年間の転倒歴、転倒リスクに関するアンケートを行った。

### 1) バランスボードによる評価方法

バランスボードは円盤型で直径 30 cm のパシフィックサプライ社製バランスボードを使用した (図 1)。高さは 3.0cm、5.5cm、7.0cm の 3 種類を用いた。測定方法は被験者に 3 種類のバランスボード上で立位姿勢を保持させ、30 秒間立位保持可能なバランスボードの高さを記録した。測定は高さの低いバランスボードから順に行った。転倒防止と恐怖感を取り除くため、バランスボード上に歩行器を把持しながら乗り、前方を向いて姿勢が安定したところで両手を歩行器から離して両上肢を体側に下垂し測定開始とした。30cm の円盤上に両足が乗るように中央で二等分した線をテープでつけてそれをはさむようにして、両足部は 4 cm 離すこととした。低い高さのバランスボードで立位保持が可能であれば、その次の高さで同様に測定した。なお、測定の際は安全のために検者が横に待機した。

評価基準は 30 秒間立位保持が可能かどうか

であり、I ~ III 群に群分けした。バランスボード 3.0cm のみ可能であった場合 I 群、5.5cm まで可能であった場合 II 群、7.0cm まで可能であった場合 III 群とした (図 2)。

	n	平均年齢	平均身長	平均体重	BMI
全被験者	68	$66.9 \pm 6.6$	$151.7 \pm 6.2$	$52.2 \pm 8.2$	$22.7 \pm 3.1$
全測定を行った被験者	55	$67.9 \pm 6.0$	$151.3 \pm 6.1$	$52.2 \pm 6.1$	$22.7 \pm 3.1$

表1 被験者の身体特性

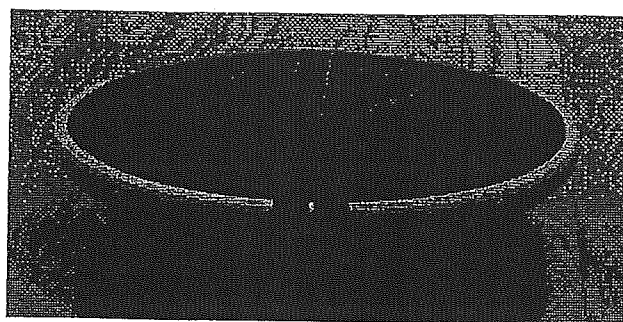


図1 パシフィックサプライ社製バランスボード

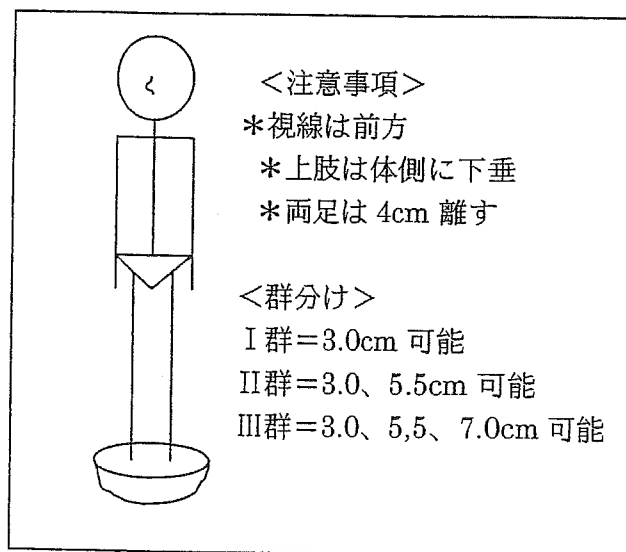


図2 バランスボードによる評価方法

### 2) 重心動揺計による評価方法

酒井医療製アクティブバランスーを使用し行った。

静的バランス能力評価として、静止立位時の重心動揺を測定した。重心動揺計上で、開

眼閉脚で 30 秒間の立位保持を 2 回行い、総軌跡長と外周面積を測定した。総軌跡長、外周面積は 2 回の測定値の平均値を採用した。

動的バランス能力評価方法は望月らの考案した姿勢安定度評価指標 (Index of Postural Stability : IPS) に沿って行った<sup>9)10)</sup>。

重心動揺計上で足底内側を 10cm 離れた立位姿勢をとり、前方を向き両上肢は体側に下垂するように指示した。測定は原則として裸足で行った。最初に支持基底面内中央での重心動揺測定として、初期の過度な身体動揺が収まった後、10 秒間の重心動揺を測定した。次いで安定して立位を保てる範囲内で重心を前方に移動させ、10 秒間の重心動揺測定を行った。同様に後方、右方、左方の順に 1 回ずつ測定した。測定中は可及的に静止姿勢を保持すること、足底を全接地させておくことを注意した。

重心動揺面積は中央、前方、後方、右方、左方の 5 測定の重心動揺軌跡の矩形面積を算出し、平均値を採用した。安定域面積は、前方、後方での測定における重心移動中心の距離に、右方、左方での測定における重心移動中心の距離を乗じた矩形面積とした (図 3)。

安定域面積と重心動揺面積の和をとり、これを重心動揺面積で除した後に対数値を求め、IPS の定義とした。

本研究では、IPS の他、安定域面積、重心動揺面積についても個々に算出し、関連性を検討した。また、中央での重心移動中心と前方移動時の重心移動中心の距離を前方移動距離、中央での重心移動中心と後方移動時の重心移動時の重心移動中心の距離を後方移動距離として、バランスボードによる評価方法との関係を検討した (図 3)。

### 3) パフォーマンステスト

片脚立位時間は日本神経科学会の検査基準<sup>11)</sup>の方法を採用し、片脚をあげてからの片脚立位保持時間を 2 回測定した。最高 2 分とし、1 回目の測定で 2 分保持不可能の場合に 2 回測定した。最大一步幅は右足から左足からとそれぞれ 2 回ずつ測定し、平均値を採用した。

### 4) アンケート調査

過去 1 年間の転倒歴と、転倒チェックリス

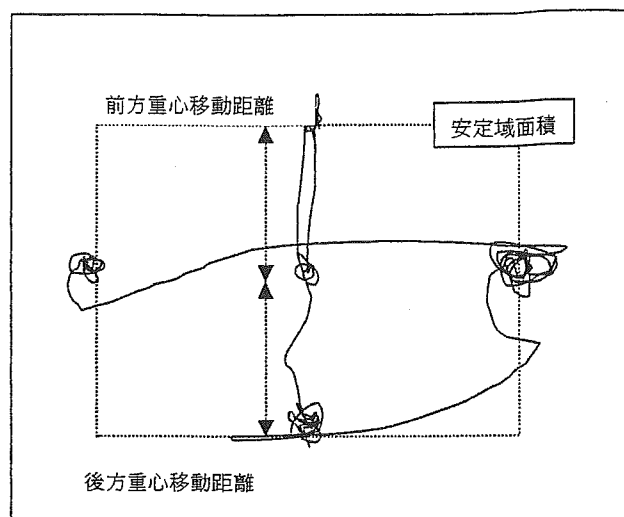


図 3 動的バランス測定時の重心動揺図

$$\text{安定域面積} = \text{安定域前後径} \times \text{安定域左右径}$$

$$\text{前方移動距離} = \text{中央重心移動中心} \sim \text{前方移動重心移動中心}$$

$$\text{後方移動距離} = \text{中央重心移動中心} \sim \text{後方移動重心移動中心}$$

トにより転倒の危険因子についてのアンケートを行った<sup>12)</sup>。

### 5) 統計処理

バランスボードによる評価方法とその他の項目との関連性の検討については、Spearman の順位相関係数を用いて解析処理を行った。バランスボードによる群間の比較については、Kruskal-Wallis 検定を用いて解析処理を行った。有意水準は 5 % 未満とした。

### 6) インフォームドコンセント

本研究を行うにあたって、被験者には測定内容などを事前に書面、口頭で丁寧に説明し、同意を得た上で測定に参加していただいた。

### 【結果】

バランスボードによる評価方法とその他の項目との関連性の結果は表 2 の通りである。

重心動揺計による測定結果については、静的バランス評価指標である総軌跡長、外周面積においては相関関係も群間の有意差も認められなかった。

動的バランス評価指標である IPS ( $p < 0.05$ ) において有意な相関関係が認められた。

また、安定域面積 ( $p < 0.01$ ) において有

	I 群	II 群	III 群	相関係数	群間有意差
年齢(歳)	75.3±3.6	66.7±5.9	65.4±6.2	rs=-0.211	p=0.0009***
身長(cm)	149.3±6.8	151.0±6.0	152.5±6.0	rs=0.256*	p=0.3967
体重(kg)	49.1±5.2	52.3±8.0	52.8±8.7	rs=0.178	p=0.5352
BMI	22.1±2.6	22.9±3.3	22.6±3.1	rs=0.107	p=0.9750
片脚立位時間(秒)	43.5±47.5	65.1±44.6	92.8±37.0	rs=0.497***	p=0.2188
最大一步幅(cm)	82.0±23.5	102.8±7.4	110.1±12.1	rs=0.554***	p=0.0001***
総軌跡長(mm)	715.6±78.6	758.2±94.6	721.7±94.9	rs=0.048	p=0.5819
外周面積(mm <sup>2</sup> )	262.4±135.5	243.1±107.6	228.9±84.7	rs=0.071	p=0.9449
IPS	0.99±0.34	1.08±0.36	1.25±0.25	rs=0.343*	p=0.1467
重心動揺面積(mm <sup>2</sup> )	673.4±204.7	565.7±246.8	657.0±400.2	rs=0.074	p=0.5590
安定域面積(mm <sup>2</sup> )	6899±4541	7425±3997	1052±3650	rs=0.444**	p=0.0194**
前方移動距離(mm)	39.2±16.1	43.6±16.1	48.2±16.0	rs=0.232	p=0.5467
後方移動距離(mm)	23.5±11.5	19.8±12.8	28.6±15.4	rs=0.326*	p=0.1587

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.0001

表2 各群の測定項目の平均値、標準偏差と群間比較、相関

意な相関関係、群間の有意差が認められた。多重比較検定を行った結果、I 群とIII群間(p<0.05)、II群とIII群間(p<0.05)にそれぞれ有意差が認められた。後方重心移動距離(p<0.05)において有意な相関関係が認められた。重心動揺面積、前方移動距離については相関関係も群間の有意差も認められなかった。

動的バランス能力、下肢筋力に関連性があるといわれている二つのパフォーマンステストの測定結果を述べる。片脚立位時間において相関関係(p<0.0001)が認められたが、群間の有意差は認められなかった。最大一步幅においては相関関係(p<0.0001)が認められ、群間の有意差も認められた。多重比較検定を行った結果、I 群とII群間(p<0.05)、I 群とIII群間(p<0.01)、II群とIII群間(p<0.01)にそれぞれ有意差が認められた。

年齢においては有意な相関関係は認められなかった。しかし、群間の有意差が認められた。多重比較検定では、I 群とII群間(p<0.01)、I 群とIII群間(p<0.01)にそれぞれ有意差が認められた。

本研究において転倒歴を有する人は少なかった。各群の転倒歴の有無は表3の通りである。転倒歴においては有意な関連性は認められなかったが、高いバランスボード上での立

位保持が可能なほど転倒歴を有する人の率が少ない傾向にあった。

	全体	I	II	III
転倒歴あり(人)	13	2	4	7
転倒歴なし(人)	55	6	16	33
転倒歴を有する率(%)	19	25	20	17.5

表3 転倒歴の有無

### 【考察】

#### 1. 本研究におけるバランスボードによる評価方法の妥当性、再現性

まず、本研究でのバランスボードによる測定結果の妥当性について検討する。栗木らがパシフィックサプライ社製のバランスボードを用いて健常者の姿勢バランス能力の評価を行った研究がある。栗木らの報告では、立位保持可能なバランスボードの高さの平均は、60歳代で6.73cm、70歳代で6.07cmであった<sup>13)</sup>。本研究では60歳代で6.51cm、70歳代で5.32cmであり、多少の相違はあるものの似たような結果が得られたので、今回の測定結果は妥当なものであると考えられる。

バランスボードによる評価の再現性について考察する。バランスボード上での立位保持について、1度目の試行では失敗したが2度目の試行では成功したという例も多く、何度

目の測定で学習効果がプラトーに達するののかといった、慣れの影響を検討する必要性を感じた。また、測定時の姿勢について、上肢を体側に下垂するよう指示して行ったが、普段は上肢も使用してバランスをとるため、上肢は個人の自由にすべきであったかもしれない。バランスボードによる評価方法の妥当性は示唆されたが、さらにバランスボードの高さ、測定時の姿勢など今後検討する必要がある。

## 2. バランスボードとその他の項目の関連性

動的バランス能力評価の指標として、今回IPSを用いた。IPSは望月らの考案した評価法であり、高い再現性とBBSとの関連性による動的バランス能力評価方法としての妥当性が報告されている<sup>9)</sup><sup>10)</sup>。IPSとバランスボードによるバランス能力評価法とに相関関係が認められた(図3)ので、バランスボードによる評価法の動的バランス能力評価方法としての妥当性が示唆された。実際、高倉らがバランスボードによる評価法とBBSとの有意な関連性を報告しているため、今回の結果はこの報告を裏づける結果となった。

安定域面積はバランスボードによる評価法と相関関係が認められた(図4)。安定域面積とは随意的な圧中心の移動範囲である。重心位置が安定域面積外に出ると、人はバランスを崩し転倒するか一歩踏み出して転倒を防ごうとする。バランスボード上で支持基底面が傾くと重心位置が大きく動揺する。高いバランスボードほどその動揺は大きい。この時、安定域面積が狭い場合は簡単に重心が安定域面積外に出てバランスを崩しバランスボードから落ちてしまうが、安定域面積が広い場合は重心が安定域面積外に出にくい。そのため、安定域面積がバランスボード上での立位保持に関連すると考えられる。逆に静的バランス能力の評価法といわれている総軌跡長、外周面積や随意運動時の重心動揺面積とバランスボード評価法との関連性は認められなかった。安定域面積内の細かい動揺に対しては立ち直りが起こり、バランスボード上での立位保持には関与しないと考えられる。

安定域の狭小化の原因は様々であるが、前

田らは高齢者群の足底の二点識別覚の閾値が若年者群よりも有意に高いこと、高齢者群の足の母指の筋力、重心移動時の荷重量が若年者群よりも小さいことを報告し、運動-感覚協応系の機能低下により安定域限界の狭小化等のバランス能力低下が引き起こされると指摘している<sup>14)</sup>。バランスボード上での立位保持には、足底の感覚、足指の筋力なども重要であることが示唆される。

バランス障害は疾患特異性があると報告されており、パーキンソン病、片麻痺では安定域が小さくなり、運動失調症では重心動揺が大きくなるといわれている<sup>9)</sup>(図5)。バランスボードによる評価は安定域面積との関連性が深かったので、パーキンソン病におけるバランス能力の段階的評価、バランス能力訓練などに使用できる可能性が考えられるが、危険性を考慮すると課題は多い。

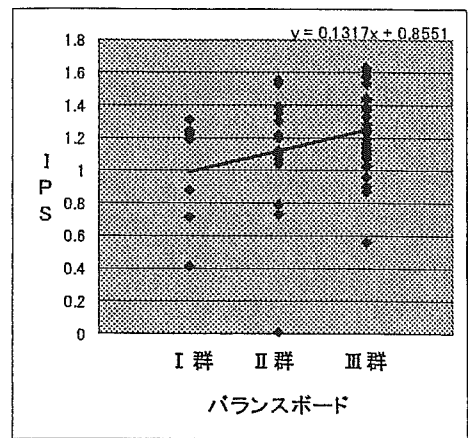


図3 バランスボードとIPSの相関関係

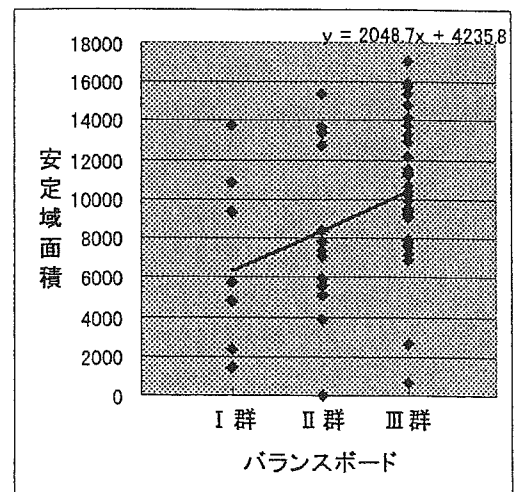


図4 バランスボードと安定域面積の相関関係