

部骨折予防にヒッププロテクターを個人単位で使用しても効果は得られないことを示している。

メタアナリシスの結論としては、無作為化の相違による両結果が併記された。大腿骨頸部骨折予防効果がこのように分かれた理由には、当然 cluster randomization がもたらし、かつ個人別無作為化なら避け得るバイアスの影響があげられるであろう。ただ、ヒッププロテクター試験では double blinding を確保することは不可能であるため、同じ棟内や室内にプロテクターを着けた者とそうでない者が個人別無作為割付に従って配置されれば、本人はもちろん介護者も対象とコントロールが一目瞭然なまま試験期間を過ごさなければならない。そのことが結果に与える影響は無視できないと考えられる。ヒッププロテクターの成績には介護者との連携が不可欠と思われるからである。

## 5. コンプライアンス

ヒッププロテクターの骨折予防効果は、前述したような製品の力学性能とコンプライアンスによって大きく変動すると思われる。実際、各試験のコンプライアンスと大腿骨頸部骨折相対危険度は負の相関をもつようにみえる(表1)。

著者らの試験では、ヒッププロテクター着用状況は平均観察期間360日のうち、24時間完全着用日数が平均252日(70%)、不完全着用日数平均60日(17%)、非着用日数平均48日(13%)と大変に良好であった<sup>13)</sup>。この高コンプライアンスが相対危険度の最も低かった理由と考えられる。逆に van Schoor の試験では、試験開始後1カ月、6カ月、12カ月の抜き打ち訪問時にはそれぞれ61%、45%、37%と比較的良好なコンプライアンスを示していたが、一般に大腿骨頸部骨折発生率の高い時間帯である夜間の着用率に限ると、15%、16%、9%と相当に低くなっており<sup>20)</sup>、このことが骨折予防効果を示さなかったことに関連する可能性がある。この試験における解析では、老人ホーム入所者、尿失禁者、痴呆、プロテクターを快適と感じる者がコンプライアンスを良くする決定因子として有意であった。最初の3因子が示唆するものは脆弱高齢

者である。彼らは日常の衣服全般の着替えを介護者に頼っており、介護者がコンプライアンスの高低に大きく関与することは明白である<sup>21)</sup>。ヒッププロテクターは介護施設での使用に適しているが、本人と介護施設および介護者の骨折予防意識と実践を通じた連携が成果を上げるために必須であると思われる。

このように痴呆がコンプライアンスの障害に必ずしもならないことは、著者らが入院した大腿骨頸部骨折33例と大腿骨頸部骨折既往のない骨粗鬆症入院患者38例にヒッププロテクター着用の初期受入を Minimal Mental Score Examination (MMSE) 24点で2群化して比較したところ、コンプライアンスは痴呆度と無関係であったことと合致する。大腿骨頸部骨折のリスクが高い高齢者は痴呆の合併率も高く、ヒッププロテクターの必要性への理解が低いために、拒否率が高いと予想されがちであるが、この調査結果は悲観的にならないでよいことを示唆するものである。

## 6. 大腿骨頸部骨折予防におけるヒッププロテクターの位置づけ

本骨折の予防は、骨強度制御と荷重制御の両面から段階的に行う必要がある。骨密度や骨代謝マーカーの測定に基づき、ビスホスフォネートやビタミンD+カルシウムなど大腿骨頸部骨折予防のエビデンスのある薬剤投与による閉経期から高齢期までの骨強度管理によって、骨強度依存性骨折は相当な範囲で予防されることになろう。一方で、荷重依存性骨折には、転倒対策を講じる必要があり、特に後期高齢期の大腿骨頸部骨折頻発を防止するには、前期高齢期からの転倒リスク評価とそれに基づく改善策を実施することが重要であり、それは必ずや骨折減少の成果を上げるものと考えられる。しかしながら、介護施設を利用する段階にまで自立能が低下した脆弱高齢者には、ヒッププロテクターが施設全体の骨折予防意識の下で使用されれば、コンプライアンスは改善され、大腿骨頸部骨折を大きく減らすことにつながるものと思われる。

## ■ 文 献

- 1) Cummings SR, Nevitt MC: A hypothesis: the causes of hip fractures. *J Gerontol* 44: M107-111, 1989.
- 2) Wortberg WE: Huft-fraktur-bandage zur verhinderung von Oberschenkelhalsbrüchen bei alteren menschen der Oberschenkelhalsbruch, ein biomechanisches problem. *Z Gerontol* 21: 169-173, 1988.
- 3) Lotz JC, Hayes WC: The use of quantitative computed tomography to estimate risk of fracture of the hip from falls. *J Bone Joint Surg Am* 72: 689-700, 1990.
- 4) Courtney AC, et al: Age-related reductions in the strength of the femur tested in a fall-loading configuration. *J Bone Joint Surg Am* 77: 387-395, 1995.
- 5) Cheng XG, et al: Assessment of the strength of proximal femur in vitro: Relationship to femoral bone mineral density and femoral geometry. *Bone* 20: 213-218, 1997.
- 6) Okuizumi H, et al: Effect on the femur of a new hip fracture preventive system using dropped-weight impact testing. *J Bone Miner Res* 13: 1940-1945, 1998.
- 7) Robinovitch SN, et al: Prediction of femoral impact forces in falls on the hip. *J Biomech Eng* 113: 366-374, 1991.
- 8) Kannus P, et al: Comparison of force attenuation properties of four different hip protectors under simulated falling conditions in the elderly: An in vitro biomechanical study. *Bone* 25: 229-235, 1999.
- 9) 田中英一, 山本創太: 大腿骨頸部骨折発生機序解明とヒッププロテクターによるその予防法に関する計算バイオメカニクスの検討. *THE BONE* 17: 273-277, 2003.
- 10) Lauritzen JB, et al: Effect of external hip protectors on hip fractures. *Lancet* 341: 11-13, 1993.
- 11) Harada A, et al: Hip fracture prevention trial using hip protectors in Japanese nursing homes. *Osteoporos Int* 12: 215-221, 2001.
- 12) Heikinheimo RJ, et al: To fall but not to break-safety pants. 3rd International Conference on Injury Prevention and Control: 476-478, 1996.
- 13) Ekman A, et al: External hip protectors to prevent osteoporotic hip fractures. *Lancet* 350: 563-564, 1997.
- 14) Villar MTA, et al: Woll elderly rest home residents wear hip protectors? *Age Ageing* 27: 195-198, 1998.
- 15) Kannus P, et al: Prevention of hip fracture in elderly people with use of a hip protector. *N Engl J Med* 343: 1506-1513, 2000.
- 16) Chan DK, et al: Effectiveness and acceptability of a newly designed hip protector: a pilot study. *Arch Gerontol Geriatr* 30: 25-34, 2000.
- 17) Hubacher M, Wettstein A: Acceptance of hip protectors for hip fracture prevention in nursing homes. *Osteoporos Int* 12: 794-799, 2001.
- 18) Cameron ID, et al: Hip protectors in aged-care facilities: randomized trial of use by individual higher-risk residents. *Age Ageing* 30: 477-481, 2001.
- 19) Meyer G, et al: Effect on hip fractures of increased use of hip protectors in nursing homes: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 326: 76-80, 2003.
- 20) Cameron ID, et al: A randomized trial of hip protector use by frail older women living in their own homes. *Inj Prev* 9: 138-141, 2003.
- 21) van Schoor NM, et al: Prevention of hip fractures by external hip protectors. A randomized controlled trial. *JAMA* 289: 1957-1962, 2003.
- 22) Birks YF, et al: Randomised controlled trial of hip protectors for the prevention of second hip fractures. *Age Ageing* 32: 442-444, 2003.
- 23) Parker MJ, et al: Hip protectors for preventing hip fractures in the elderly. In: *The Cochrane Library: Update Software; issue 3, Oxford, England, 2003.*
- 24) Waldegger L, et al: Cost-effectiveness of hip protectors in institutional dwelling elderly. *Osteoporos Int* 14: 243-250, 2003.
- 25) van Schoor NM, et al: The Amsterdam hip protector study: compliance and determinants of compliance. *Osteoporos Int* 14: 353-359, 2003.

特集 骨粗鬆症と生活設計・Topics

# ヒッププロテクターの適応, 効果, 限界

---


国立療養所中部病院整形外科医長 原田 敦

---

CLINICAL CALCIUM 第14巻3号別刷

(2004年3月号)

---

 株式会社 医薬ジャーナル社 〒541-0047 大阪市中央区淡路町3丁目1番5号・淡路町ビル21 電話 06(6202)7280(代) FAX 06(6202)5295  
〒101-0061 東京都千代田区三崎町3丁目1番1号・高橋セーフビル 電話 03(3265)7681(代) FAX 03(3265)8369

# ヒッププロテクターの適応, 効果, 限界

原田 敦\*

転倒リスクの高い要介護高齢者はヒッププロテクターの適応があり, 骨粗鬆症リスクもあれば最も良い適応となる。RCT (randomized controlled trial) の基準からは, 施設入所レベルの要介護高齢者でまだ寝たきりにはなっていない者が適応と考えられる。このような対象では, 組織による介護予防としての手段としてヒッププロテクターが使用されれば, 大腿骨頸部骨折予防に成功するものと考えられる。

## *Hip protectors for prevention of hip fractures in the frail elderly people*

*Department of Orthopedic surgery, National Chubu Hospital*

*Atsushi Harada*

There are good indications for the use of hip protectors in the elderly people requiring long-term care with high risks for falling and even better indications when such elderly also have risks for osteoporosis. Based on criteria for enrollment in randomized controlled trials, elderly who are eligible for long-term care facilities but have not become bedridden should use hip protectors. The use of hip protectors as a preventive approach in long-term care facilities will successfully decrease the occurrence of hip fractures in such disabled elderly people.

ヒッププロテクターの有用性はいうまでもなく, 転倒によって起こる大腿骨頸部骨折の予防にある。従って, 転倒に起因する大腿骨頸部骨折リスク<sup>1-3)</sup>を有する者が適応となる。加えて, 骨粗鬆症に起因する大腿骨頸部骨折リスク<sup>1-3)</sup>も併せ有する者は, 骨折リスクがいっそう高いので,

ヒッププロテクターの最も良い適応である(図1)。逆に, 骨粗鬆症リスクが高くても, 転倒リスクがない者には適応は少ない。

転倒リスクが高いことは, 身体的自立低下を意味する。そのような高齢者は, 家族あるいは介護保険による介護を要する状態に陥っていると推定

\* Atsushi Harada 国立療養所中部病院整形外科医長

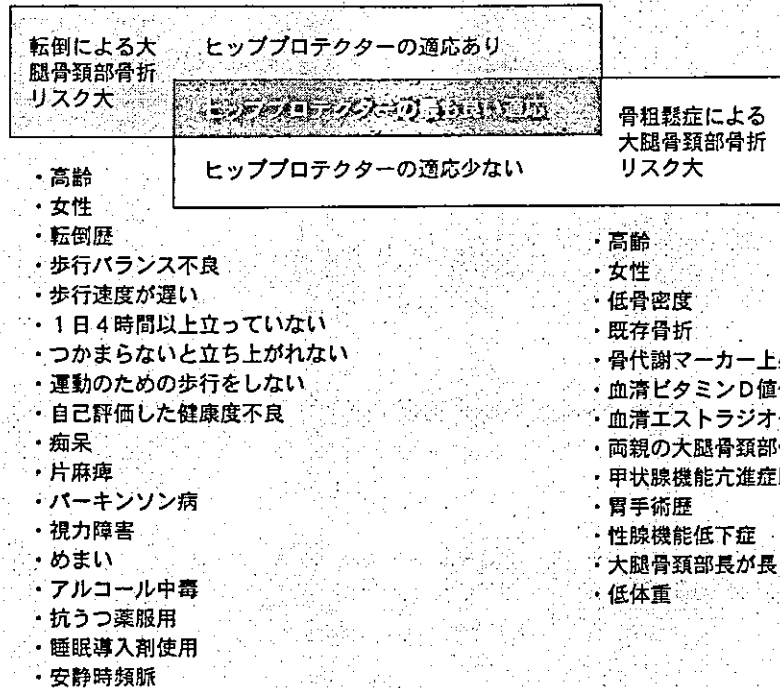


図1 大腿骨頸部骨折のリスクファクター (文献1~3による) からみたヒッププロテクターの適応

ヒッププロテクターの有用性は、転倒による大腿骨頸部骨折の予防にあり、転倒に起因する大腿骨頸部骨折リスクを有するものが適応となる。加えて骨粗鬆症に起因する大腿骨頸部骨折リスクも併せ有する者は、骨折リスクがいっそう高いので、ヒッププロテクターの最も良い適応である。

され、要支援以上の要介護高齢者はヒッププロテクターの対象になりうると考えられる。わが国の介護保険における介護度とヒッププロテクターの適応の関連性についてのエビデンスはないが、事実、ヒッププロテクターのRCT(randomized controlled trial) 12試験<sup>14-15)</sup>のうち、11試験が要介護高齢者に行われ、施設入所者を対象とした試験が10とそのほとんどを占めており(表1)、各RCTの参加基準(表1)を考慮すれば、施設入所レベルの要介護高齢者でまだ寝たきりにはなっていない者を適応として間違いなさそうである。

RCTの結果は、無作為化の単位が個人とクラ

スターではっきり分かれた。痴呆やADL (activity of daily life) 低下が強いゆえに要介護となっている高齢者に対する介入では、必ず介護者の介助が分断されないような配慮が必要である。ヒッププロテクターでは特に介護者の介助誘導が必須である。施設や棟ごとのクラスター無作為化では介護者とセットで無作為化されるので、介護者の働きかけに混乱は少ないと思われる。

RCTのメタアナリシス<sup>16)</sup>においては、クラスター無作為化試験では、大腿骨頸部骨折の相対危険度はヒッププロテクターにより0.40 (95% CI 0.29 ~ 0.55) に低下したが、個人別無作為化試験

表1 ヒッププロテクターのRCT (文献4～15による)

発表者	試験場所	参加基準	無作為化	参加者数	相対危険度 (95%CI)
Lauritzen	老人ホーム	老人ホーム入居者	Cluster	665	0.44 (0.20 ~ 0.93)
Ekman	老人ホーム	老人ホーム入居者	Cluster	744	0.34 (0.12 ~ 1.01)
Kannus	地域健康センター (在宅ケア・入所施設)	70歳以上で歩行可能、かつ大腿骨頸部骨折リスク(以前に転倒や骨折、バランス・動作障害、歩行支持具使用、認知障害、視力障害、低栄養、転倒・骨折リスクに関連する疾患・薬物)のうち1つ以上を有する者	Cluster	1,801	0.34 (0.19 ~ 0.61)
Harada	老人ホーム	車いす以上のADLの女性 老人ホーム入居者	Cluster	164	0.11 (0.01 ~ 0.84)
Meyer	老人ホーム	70歳以上で寝たきりでなく、3カ月以上の老人ホーム入居者	Cluster	942	0.53 (0.32 ~ 0.87)
Hekimrheimo	老人ホーム	歩行が可能な転倒歴のある老人ホーム入居者	Individual	72	0.2 (0.02 ~ 1.63)
Chan	老人ホーム	施設職員が転倒リスクが高いとみなす入居者(特別な診断や転倒リスク評価ではなく、スタッフの勘に基づく)	Individual	71	0.39 (0.11 ~ 1.43)
Cameron	居住型老人施設	75歳以上で過去3カ月に2回以上の転倒か、1回の入院を要した転倒を経験したホステルか老人ホーム入居者	Individual	174	1.17 (0.44 ~ 3.08)
Hubacher	老人ホーム	転倒骨折歴、過去2年に1回以上転倒、不安定歩行、イスから転落の危険大、転倒防止のための抑制、視覚低下、痴呆による視覚失認のある者で、週に3日以上ベッド上、転子部の褥創や皮膚疾患を有する者は除外	Individual	548	1.49 (0.31 ~ 7.12)
Cameron	在宅地域 (Aged care health services)	高齢者介護医療サービスにコンタクトしている在宅女性で、74歳以上、前年に2回以上の転倒か、1回の要医療転倒、1側股関節は未手術、英語ができ、参加者を求める看護師の意見に合い、インフォームドコンセントに十分な認知機能、3カ月は在宅で、1年以上生存する可能性が高い者	Individual	600	0.94 (0.53 ~ 1.68)
van Schoor	老人ホーム、居住型老人施設	老人ホーム、老人アパート入居者で70歳以上、かつ① BUA < 40、あるいは② 40 < BUA < 60かつ転倒リスクファクター2つ、あるいは③ 60 < BUA < 70かつ転倒リスクファクター3つ	Individual	561	0.93 (0.50 ~ 1.72)
Birks YF	在宅地域	70歳以上の参加同意のある大腿骨頸部骨折既往者で、寝たきり、両側股関節置換、衣服サイズ18以上は除外	Individual	366	3.3 (0.62 ~ 14.8)

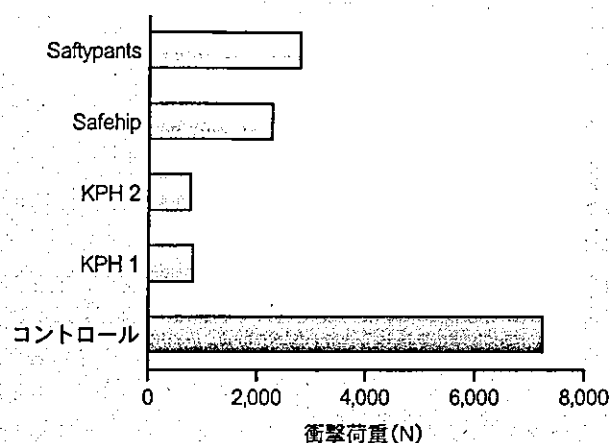


図2 各種ヒッププロテクターの外力減少効果 (文献 17)

コントロールは立位からの転倒外力に相当する大きさである。模擬股関節に装着した各種ヒッププロテクターは製品差はあるが、それぞれ一定の外力減少効果を示した。

では有意な減少はみられなかった(表1)。この結果の差は、ヒッププロテクターを施設や介護者側が組織による介護予防として使用した場合は有効だが、要介護者個人に使用を任せれば効果は低いということを示唆する。

ヒッププロテクターはヘルメットやシートベルトと同じく、必ず一定の外力減衰があるので<sup>17)</sup>(図2)、転倒時に着けていれば大腿骨頸部骨折防止効果が見込めるが、着けていなければまったく無効である。いつ転倒するかは予測困難であるため常時着用が求められる。あるいは少なくとも転倒リスクが高まる深夜から朝方に着ける必要がある。しかし、さらに転倒時着用していても大腿骨頸部骨折発生がゼロになる訳ではない。着用時の大腿骨頸部骨折は5試験で報告されている。

このように絶対効果や使用継続に限界を有するヒッププロテクターであるが、RCTで大腿骨頸部骨折予防のエビデンスがあるだけでなく、薬や運動療法と比べて即効性があり、有害事象が少ない点から目の前の高リスク虚弱高齢者の大腿骨頸部骨折予防に大変有用であると考えられる。

## 文 献

- 1) Kanis JA: Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. *Lancet* 359: 1929-1936, 2002
- 2) Cummings SR, Melton LJ 3<sup>rd</sup>: Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet* 359: 1761-1767, 2002
- 3) Cummings SR, Bates D, Black DM: Clinical use of bone densitometry: scientific review. *JAMA* 288: 1889-1897, 2002
- 4) Lauritzen JB, Petersen MM, Lund B: Effect of external hip protectors on hip fractures. *Lancet* 341: 11-13, 1993
- 5) Heikinheimo RJ, Jantti PO, Aho HJ et al: To fall but not to break- safety pants. 3<sup>rd</sup> International Conference on Injury Prevention and Control; 576-578, 1996
- 6) Ekman A, Mallmin H, Michaelsson K et al: External hip protectors to prevent osteoporotic hip fractures. *Lancet* 350: 563-564, 1997
- 7) Kannus P, Parkkari J, Niemi S et al: Prevention of hip fracture in elderly people with use of a hip protector. *N Eng J Med* 343: 1506-1513, 2000

- 8) Chan DK, Hiller G, Coore M et al : Effectiveness and acceptability of a newly designed hip protector : a pilot study. Arch Gerontol Geriatr 30 : 25-34, 2000
- 9) Hubacher M, Wettstein A : Acceptance of hip protectors for hip fracture prevention in nursing homes. Osteoporos Int 12 : 794-799, 2001
- 10) 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
- 11) Cameron ID, Venman J, Kurrle SE et al : Hip protectors in aged-care facilities : randomized trial of use by individual higher-risk residents. Age Ageing 30 : 477-481, 2001
- 12) 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
- 13) Cameron ID, Cumming RG, Kurrle SE et al : A randomized trial of hip protector use by frail older women living in their own homes. Injury Prevention 9 : 138-141, 2003
- 14) van Schoor NM, Smit JH, Twisk JWR et al : Prevention of hip fractures by external hip protectors. A randomized controlled trial. JAMA 289 : 1957-1962, 2003
- 15) Birks YF, Hildreth R, Campbell P et al : Randomised controlled trial of hip protectors for the prevention of second hip fractures. Age Ageing 32 : 442-444, 2003
- 16) 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, 2003
- 17) Kannus P, Parkkari J, Poutala J : Comparison of force attenuation properties of four different hip protectors under simulated falling conditions in the elderly : An *in vitro* biomechanical study. Bone 25 : 229-235, 1999



Journal of Joint Surgery

# 関節外科

基礎と臨床

別刷

〒162-8502 東京都新宿区西谷本町2-2-30  
TEL 03-5228-2782 FAX 03-5228-0062 (編集部)  
<http://www.medical-sonic.jp>

 メディカルソニック社

# 大腿骨近位部骨折に対するヒッププロテクターの効用

原田 敦 奥泉宏康

Key words : hip fracture, hip protector, prevention

## はじめに

大腿骨近位部骨折は、後期高齢期、すなわち75歳以降に発生率が急上昇する。Kanisらによる報告によればそれは万国共通の現象のようで、日本では女性が10年間に大腿骨近位部骨折を生じる確率を50歳で0.2%、60歳で0.8%、70歳で3.2%、80歳で9.6%と推計されている<sup>1)</sup>。同様に、折茂らによるわが国の全国調査でも、女性の大腿骨近位部骨折年間発生率は、70歳代で0.4%、80歳代で1.5%、90歳代で2.8%と推計されている<sup>2)</sup>。

この発生率と治療後の予後や費用から、社会全体として大腿骨近位部骨折による負担が推定され、それに対して、大腿骨近位部骨折減少に有効であり、同時に費用もそれに見合うなんらかの予防策があれば、社会に定着する可能性が大きい。その大腿骨近位部骨折の予防策は、年代別発生率をみれば、80歳代以上で有効でなければその意義が小さいといえる。

さらに、大腿骨近位部骨折発生率には年齢だ

けではなく、居住場所による相違も大きい。地域在宅住民ではおよそ年間1%とされる発生率は、介護施設入居者では数%までに跳ね上がる。われわれが特別養護老人ホームで行ったヒッププロテクター試験でのコントロールは、年間9.7%の大腿骨近位部骨折発生率であった<sup>3)</sup>。居住場所はその人の自立度を反映しており、身体的および精神的自立度が低下して、介護施設が必要なほど、日常生活が独立して行えなくなると、多くは転倒リスクの上昇から本骨折の急増につながるものと考えられる。

このようにみても、80歳代の介護施設入居高齢者が大腿骨近位部骨折発生リスクの真に高い集団であり、その人数がこれから増加の一途であることを考慮すれば、予防策はこの人々に有効であることが最も望ましい。この条件を満たす方策は、1つはビタミンD3とカルシウムの併用であり、平均84歳の施設入居虚弱高齢者3,270名において大腿骨近位部骨折発生を3年間で27%減らしている<sup>4)</sup>。

ちなみに、骨強度依存性の骨折に対しては最

も強力な骨折予防エビデンスを有する新世代ビスフォスホネートにはこの集団の大腿骨近位部骨折予防のエビデンスはまだない。その理由はおそらく、この集団では、骨強度依存性骨折リスクと転倒依存性骨折リスクが拮抗、あるいは逆転しているためと思われ、ビタミンD3とカルシウム併用の成功もこの両方のリスクに作用してのものと予想される。

さて、もう1つの方策として、本稿の主題であるヒッププロテクターがある。この方法が登場してもう10年以上となるが、当初の好成績と最近の無効例の報告が相みえ、その評価が一定しない段階であるが、その概要を以下に記述する。

## ヒッププロテクターの原理と構造

大腿骨近位部骨折の発生には骨強度と転倒外力の2つがかかわっており、転倒外力を上回っていた若年成人の骨強度が高齢期には転倒外力の半分ほどまでに低下することが、高齢期の本骨折増加の基盤にある<sup>6)</sup>。この骨強度を越える転倒外力が大転子外側部に加わると、高率に大腿骨近位部骨折が生じることが実験的に確認されており<sup>6)</sup>、そこで大転子部に外力拡散や吸収のための素材をおけば、骨に伝播する外力が大いに低下して、骨折リスクが減少することが示されている(図1)<sup>6)</sup>。若年成人の大腿骨頸部は7200N程度で骨折するのに対して、高齢者の大腿骨頸部の強度は2100~3100N程度で骨折する骨強度まで低下している。立位からの転倒で大転子部に加わる荷重が5600N程度であることを勘案すれば、骨強度が低下した高齢者が大転子部から転倒する場合には、大腿骨近位部骨折は必発ともいえる<sup>6)</sup>。したがって、そのような危険度の高い転倒を起こす確率の高い高齢者には、大転子部にあらかじめ外力減衰装置を付けておくという発想は合理的かつ実用的である。

実際のヒッププロテクターの種類は、大きく外力の拡散型と吸収型に分けられる。外力拡散

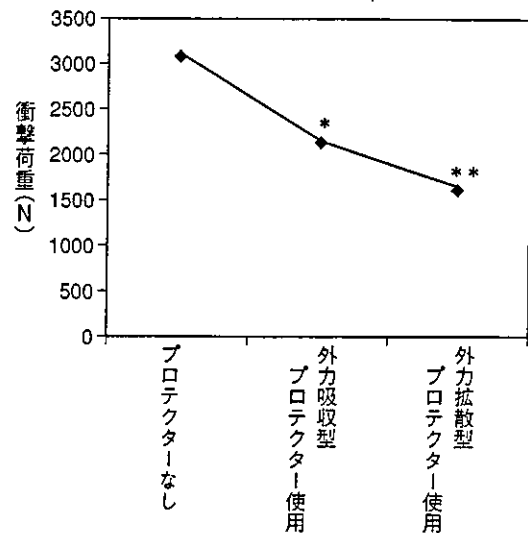
型プロテクターでは、外力の加わる面積を増やすと同時に素材のもつ弾性による外力減衰を得るもので、ヘルメットと類似する。このタイプは、硬い材料でドーム式に作製されることが多く、硬性ヒッププロテクターとよばれる。軽いが硬いため使用感不良が生じやすく、辺縁にスポンジなどで皮膚の感触を改善する工夫がなされている。外力吸収型では、外力は素材の変形により熱変換されて外力減衰が得られ、クッションと類似する。柔らかい素材でつくられるので、軟性ヒッププロテクターとよばれ、柔らかいが重くなりがちである。両タイプとも、底付けした時点でその力学的効果は失われる。

実際の製品では、ほとんどでプロテクターが下着に組み入れられて大転子部を保護するようにつくられており、日常の下着として使用する(図2)。現在、このような製品は私的製作も入れると多種類つくられており、その正確な把握は困難であるが、ホームページで簡単に調べられる国内販売中の製品は、5種類は

図1 ヒッププロテクターの効果の実験的検証

\* : プロテクターなしと比較して $p < 0.01$

\*\* : 外力吸収型プロテクターと比較して $p < 0.01$



(文献<sup>6)</sup>より)

どである(表1)。その一部の力学性能を転倒シミュレーション試験にて調べると、すべての製品でヒッププロテクターなしと比べて外力は低減し、かつ製品間でその性能に差がみられた(図3)。

### ヒッププロテクターの臨床試験

大腿骨近位部骨折を主要アウトカムとしたヒッププロテクターの無作為対照比較試験(RCT)は、現在までに14試験<sup>3), 7)~19)</sup>が発表されており、試験参加者総数は11,819名に到達している(表2)。その多くは、介護施設入居を要する自立レベルの80歳代高齢者である。彼らは、身体的自立が低下して移動、移乗、排泄コントロール、セルフケアなどが困難な状況にあり、かつ精神的自立が低下して理解、問題解決、記憶などが障害されている状況にあると考えられる。そのような対象者をヒップ

図3 ヒッププロテクター製品の力学的比較  
落錘式衝撃試験機にて測定した。コントロールおよび各製品の間には検定で有意差(p<0.001)がみられた。

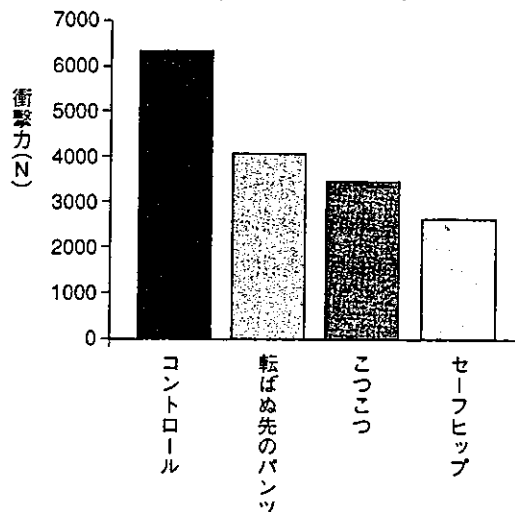


図2 実際のヒッププロテクター  
ヒッププロテクターには大きく分けて外力拡散型、すなわちヘルメット式(㉓)と、外力吸収型、すなわち、クッション式(㉔)がある。下着の大転子部にプロテクターが組み込まれている。

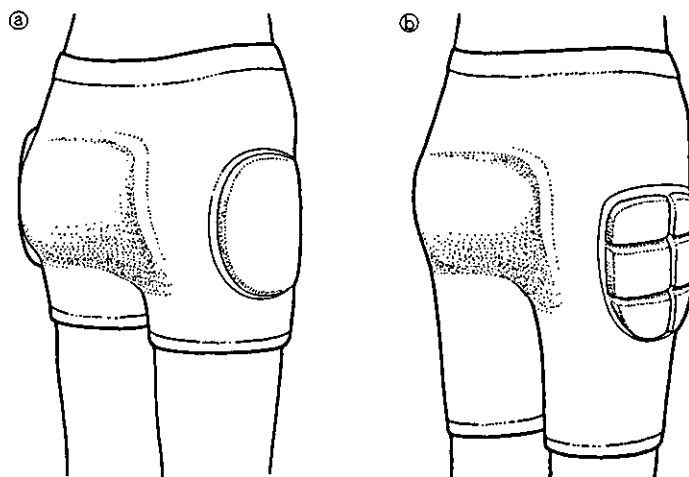


表1 国内で販売中のヒッププロテクター製品

販売会社	製品名	タイプ	価格
TEIJIN	セーフヒップ	外力減衰型	9,500円
MEDICAL PROJECT	ヒップスター	外力吸収型	9,030円
GUNZE	こつこつ	外力吸収型	9,800円-7,900円
Dermeister	転ばぬ先のパンツ	外力吸収型	8,295円
東京ANGEL	クッションパンツ	外力吸収型	4,500円-5,600円

表2 ヒッププロテクターのRCT

(文献<sup>3), 7)~19)より)</sup>

発表者	発表年	国	居住状況	参加者数	平均年齢	試験月数	参加基準
Lauritzen	1993	デンマーク	施設入居	665	?	11	老人ホーム入所者
Jantti	1996	フィンランド	施設入居	72	84	12	歩行が可能な転倒歴のある老人ホーム入所者
Ekman	1997	スウェーデン	施設入居	744	84	11	老人ホーム入所者
Chan	2000	オーストラリア	施設入居	71	?	9	老人ホーム入所者
Kannus	2000	フィンランド	施設入居+在宅	1,801	81	18	70歳以上・1つ以上の大腿骨頸部骨折リスク・歩行可能
Harada	2001	日本	施設入居	164	83	13	車椅子以上のADLの老人ホーム入所女性
Hubacher	2001	スイス	施設入居	548	85	10	転倒骨折歴、過去2年に1回以上転倒、不安定歩行、椅子から転落の危険大、転倒防止抑制、視覚低下、痴呆による視覚失認
Cameron	2001	オーストラリア	施設入居	174	85	18	75歳以上、過去3カ月に2回以上転倒か、要入院転倒を1回経験した老人施設居住者
Meyer	2003	ドイツ	施設入居	942	87*	18	70歳以上、寝たきりでない、3カ月以上老人ホームに住む
Cameron	2003	オーストラリア	在宅	600	83	24	女性、自宅在住、高齢者介護医療サービス受けている、74歳以上、前年に2回以上転倒か、要医療転倒1回、1股関節は未手術、同意得るのに十分な認知機能、3カ月は自宅で生活し、1年以上生存する可能性が高い
van Schoor	2003	オランダ	施設入居	561	85	23	老人ホーム、居住型老人施設入所者で、70歳以上、かつ(1)BUA<40、あるいは(2)40<BUA<60かつ転倒リスクファクター2つ、あるいは(3)60<BUA<70 かつ転倒リスクファクター3つ
Birks	2003	イギリス	在宅	366	81	14	70歳以上の参加同意のある大腿骨頸部骨折既往者
Warnke A	2004	ドイツ	施設入居	942	87**	15	70歳以上、寝たきりでない、3カ月以上老人ホームに住む
Birks	2004	イギリス	在宅	4,169	78	28	12カ月以内に転倒し、1つ以上の大腿骨頸部骨折リスクを有する70歳以上の女性

\*：着用者の年齢。非着用者は86歳。

11,819

\*\*：着用者の年齢。非着用者不明。

表3 ヒッププロテクターによる大腿骨頸部骨折予防効果

(文献<sup>3),7</sup>~20)より)

発表者	無作為化	ヒッププロテクター群				コントロール群				
		大腿骨頸部骨折者数	参加者	大腿骨頸部骨折者数	参加者	相対危険度	95%CI	使用ヒッププロテクター	コンプライアンス <sup>a</sup>	Protected fall <sup>b</sup>
Lauritzen	cluster	8	247	31	418	0.44	0.20-0.93	Safehip	24%***	24%
Ekman	cluster	4	302	17	442	0.34	0.12-1.01	JOFA AB	44%	27%
Kannus	cluster	13	653	67	1148	0.34	0.19-0.61	KPH	48%	74%
Harada	cluster	1	88	8	76	0.11	0.01-0.84	Safehip	87%	—
Meyer	cluster	21	459	42	483	0.53	0.32-0.87	Safehip	34%	58%
上記5試験のメタアナリシス*		47	1749	165	2567	0.40	0.29-0.55			
Jantti	individual	1	36	5	36	0.20	0.02-1.63	Safety Pants	68%	77%
Chan	individual	3	40	6	31	0.39	0.11-1.43	新たに製作した	—	—
Cameron 2001	individual	8	86	7	88	1.17	0.44-3.08	Safehip	57%	54%
Hubacher	individual	7	384	2	164	1.49	0.31-7.12	HIPS	36%	—
Cameron 2003	individual	21	302	22	298	0.94	0.53-1.68	Safehip	57%****	—
van Schoor	individual	18	276	20	285	0.93	0.50-1.72	Safehip	37%****	—
Birks 2003	individual	6	182	2	184	3.3	0.62-14.8	Safehip	34%	—
上記7試験のメタアナリシス*		64	1306	64	1086	0.94	0.67-1.31			
Warnke A	cluster	21	237	42	274	0.58	0.34-0.95**	Safehip	34%	58%
Birks 2004	individual	39	1388	66	2781	1.19	0.8-1.78	Safehip	31%****	—

a: コンプライアンスの定義は試験間で一定していない。

b: 大転子から転倒したときにヒッププロテクターが使われていて大転子部を保護した割合。

\*: Cochrane Library, 2003による。

\*\* : 著者の手計算による。

\*\*\* : 45名のサブグループでのデータ。

\*\*\*\* : 試験開始後12カ月の時点でのコンプライアンス。

プロテクター着用者と非着用者に無作為に分けて、その後の大腿骨近位部骨折発生率を両群で比較している。

それらを見ると(表3)、無作為化が個人ごと(individual randomization)か、施設、病棟、部屋などの集団ごと(cluster randomization)かで、その結果が大きく分かれることになった。2003年までのデータを解析したCochrane Libraryのメタアナリシス<sup>20)</sup>によれば、cluster randomizationによる試験全体では、ヒッププロテクターによって大腿骨近位部骨折を有意に60%減少させる結果となったが、individual randomizationの試験では有意差は得られなかった。2004年にも、両無作為法の試験が1つず

つ発表されているが、やはり同じ結果であった。Parkerらはcluster randomizationから得られたデータの検定に個人ごとに比較する統計学的解析法を用いる場合、95%信頼区間が実際より狭く算定される傾向があるので、その信頼性が低くなると述べている<sup>20)</sup>。

このように大腿骨近位部骨折のリスクが高い高齢者において、ヒッププロテクター使用が必ずしも有意な骨折減少をもたらさなかった理由は、第1にヒッププロテクターの力学的性能が実際の転倒骨折予防に不十分であること、第2に実際の転倒時にヒッププロテクターを着けていなかったこと、のどちらかであろう。第1の力学的性能については、各製品に差

はあるものの、先述したような一定の外力減衰能を有することは間違いなく(図3)、それは大規模試験では骨折率の差に反映するはずである。しかしながら、転倒時に使用していなければ効果はゼロであり、この転倒時の低使用率がおそらく真の原因と思われる。実際の転倒時にヒッププロテクターで大転子を守れた割合を観察できている試験が半数にすぎないことが、そのことを示唆する。さらに、要介護高齢者は、ヒッププロテクターの必要性が理解できない、自分で着脱ができない、排泄時の障害になるなど、ヒッププロテクター使用の自立ができないため、介護者がそこにかかわらざるをえない。そのような状況で要介護者だけを個人別に無作為化すれば、介護者との間が分断され、ヒッププロテクターのコンプライアンス低下につながる可能性があることも、理由の1つであろう。

### おわりに：将来像

大腿骨近位部骨折の予防がますます重要性を帯びてくるこれから、骨強度と転倒の両面から、さまざまな手段でその実現が図られていくことと思われる。その一候補であるヒッププロテクターは、理論的には十分骨折を減少させる能力がありながら、実際の要介護高齢者での骨折予防成績は安定したものにはなっていない。ヒッププロテクターは第二世代へ転換する必要がある、その過程では、医療・介護関係者や行政への啓蒙啓発が進められると同時に、転倒時使用率を上げるための製品開発が最重要課題となると思われる。私見では、力学性能に一定の基準が設けられ、その範囲内で使いやすさが徹底的に追求されることで、コンプライアンスも含めて、本当に有効な新しいヒッププロテクターが生まれてくると考えている。

### ◆文 献◆

- 1) Kanis JA, Johnell O, De Laet C, et al : International variations in hip fracture probabilities : implications for risk assessment. *J Bone Miner Res*, 17 : 1237-1244, 2002.
- 2) Orimo H, Sugioka Y, Fukunaga M, et al : Trends in the incidence of hip fracture in Japan, 1987-1997 : The third nationwide survey. *J Bone Miner Metab*, 18 : 12-13, 2000.
- 3) 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.
- 4) Chapuy MC, Arlot ME, Delmas PD, et al : Effect of calcium and cholecalciferol treatment for three years on hip fractures in elderly women. *BMJ*, 308 : 1081-1082, 1994.
- 5) 原田 敦 : 高齢者の転倒・骨折予防. *日本医師会雑誌*, 122 : 1955-1959, 1999.
- 6) Okuizumi H, Harada A, Iwata H, et al : Effect on the femur of a new hip fracture preventive system using dropped-weight impact testing. *J Bone Miner Res*, 13 : 1940, 1998.
- 7) Lauritzen JB, Petersen MM, Lund B : Effect of external hip protectors on hip fractures. *Lancet*, 341 : 11-13, 1993.
- 8) Heikinheimo RJ, Jantti PO, Aho HJ, et al : To fall but not to break- safety pants. 3rd International Conference on Injury Prevention and Control, 1996, p576-578.
- 9) Ekman A, Mallmin H, Michaelsson K, et al : External hip protectors to prevent osteoporotic hip fractures. *Lancet*, 350 : 563-564, 1997.
- 10) Kannus P, Parkkari J, Niemi S, et al : Prevention of hip fracture in elderly people with use of a hip protector. *N Eng J Med*, 343 : 1506-1513, 2000.
- 11) Chan DK, Hiller G, Coore M, et al : Effectiveness and acceptability of a newly designed hip protector : a pilot study. *Arch Gerontol Geriatr*, 30 : 25-34, 2000.
- 12) Hubacher M, Wettstein A : Acceptance of hip protectors for hip fracture prevention in nursing homes. *Osteoporos Int*, 12 : 794-799, 2001.
- 13) Cameron ID, Venman J, Kurrle SE, et al : Hip protectors in aged-care facilities : randomized trial of use by individual higher-risk residents. *Age Ageing*, 30 : 477-481, 2001.
- 14) Meyer 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.
- 15) Cameron ID, Cumming RG, Kurrle SE, et al : A randomized trial of hip protector use by frail older women living in their own homes. *Injury Prevention*, 9 : 138-141, 2003.
- 16) van Schoor NM, Smit JH, Twisk JWR, et al : Prevention of hip fractures by external hip protectors. A randomized controlled trial. *JAMA*, 289 : 1957-1962, 2003.
- 17) Birks YF, Hildreth R, Campbell P, et al : Randomised controlled trial of hip protectors for the prevention of second hip fractures. *Age Ageing*, 32 : 442-444, 2003.
- 18) Warnke A, Meyer G, Bender R, et al : Predictor of adherence to the use of hip protectors in nursing home residents. *JAGS*, 52 : 340-345, 2004.
- 19) Birks YF, Porthouse J, Addie C, et al : Randomized controlled trial of hip protectors among women living in the community. *Osteoporos Int*, 15 : 701-706, 2004.
- 20) 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, 2003.



## 転倒の予防とヒッププロテクターによる骨折の予防

原田 敦

国立長寿医療センター整形外科/はらだ・あつし

### はじめに ●

高齢者の骨折は、骨強度リスクと転倒リスクの二つが相俟って発生する。その予防には、この二大リスクのどちらか一方だけではなく、両方を同等に評価して対策を決定する診療システムが必要である(図1)。現在は、骨粗鬆症の診療と転倒予防の診療は別々に行われていることが多く、担当医も異なったり、患者も両方にかかることは少ないようである。しかし、有効な骨折予防実現のためには、これからはこれらが融合して二つの異なる骨折リスクを総合的に扱うことが求められる。

以下に骨折予防のための転倒対策について記述する。

### 転倒の予防 ●

転倒骨折の予防において、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>1)</sup>。転倒骨折を実際に診療する立場にある整形外科医にとって、交通事故や労災事故で生じた骨折と同様に、転倒骨折も転倒という事故によるものであって、直接原因の転倒事故を減らすことが最も有効な予防法と考えるのはきわめて自然な発想である。そして、転倒事故を減らすためには、転倒の危険因子を改善する必要がある。

#### 1. 危険因子のチェック

転倒の危険因子には大変多くの項目がある。それらは内的因子(身体因子)と外的因子(環境因子)に分けられ、各因子が転倒に関与する関係が鈴木によって整理されたものを示す(図2)<sup>2)</sup>。内的因子の身体的疾患のうち、不整脈、起立性低血圧、一過性脳虚血発作、てんかん発作などによる一過性の意識消失、あるいは視力障害による障害物認識能低下のほかは、ほとんどがバランス能力、筋力、歩行能力を低下させることで易転倒性を増大させるものばかりである。すなわち、この三つの

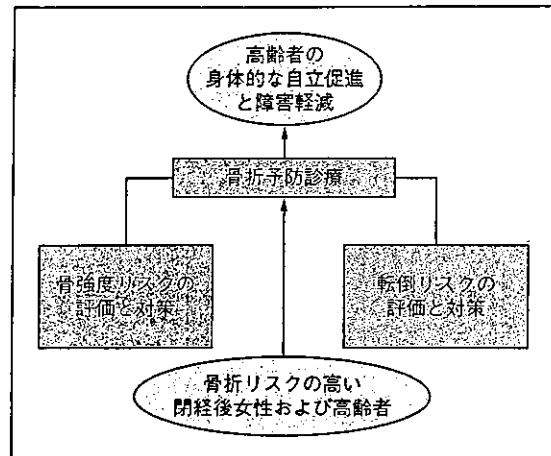


図1 高齢者の転倒による骨折予防のための診療  
骨折リスクの高い閉経後女性および男女を問わず高齢者には、骨強度と転倒の両方のリスクを評価して、介入する診療システムが必要である。

能力は加齢変化による衰えに加えて、これらの疾患がさらなる低下の原因となって、転倒の引き金を引いていると考えられる。ほかの内的因子としては、直接、間接に易転倒性を高める可能性のある薬剤が多数存在する。また、外的因子としては、対象者が生活する範囲の屋内、屋外における段差や履物などの不適切がたまずいたり、滑ったりする原因となって転倒を惹起することは容易に理解される。これらの危険因子と独立して強い影響を有する非常に重要な因子に転倒既往がある。大腿骨頸部骨折のリスクは、骨粗鬆症性骨折の既往があると約2倍に増大するとされているが、同じように、転倒も同一人が繰り返すことが多いことは、いくつかの疫学調査で明らかになっている。転倒経験者は3.8倍転びやすいというデータもあり、転倒既往は聴取も比較的容易な、リスク評価時に欠かせない項目である<sup>3)</sup>。

- 高齢者の骨折予防には骨強度リスクと転倒リスクの両方に対策を講じることが必要である。
- 歩行能力の低下と転倒既往は重要な転倒の危険因子である。
- 薬物や生活環境も転倒の危険因子である。

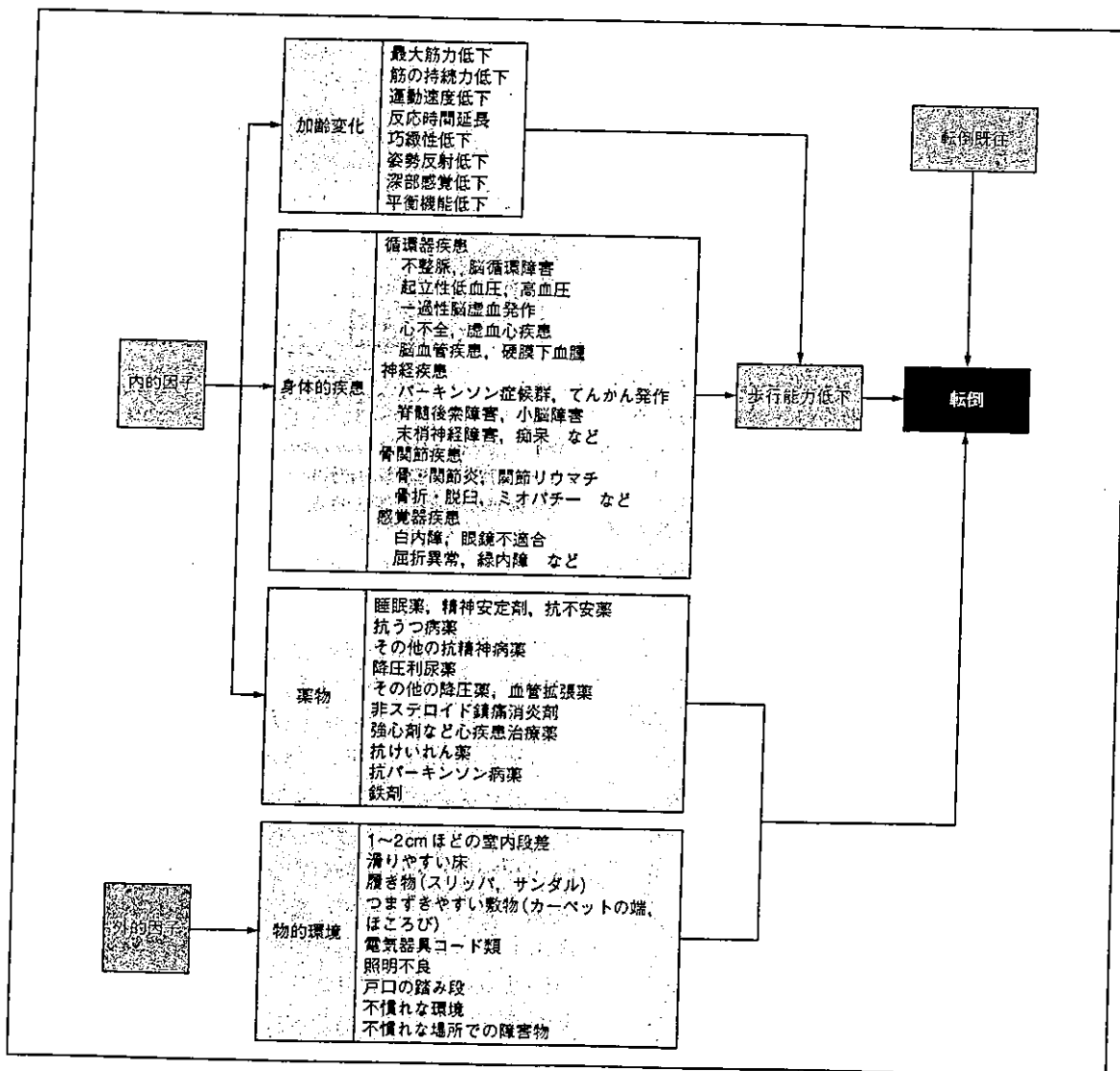


図2 転倒の危険因子

内的因子および外的因子が多数存在するが、それから独立した重要な因子として転倒の既往がある。その評価に当たっては、臓器別専門医、理学療法士、薬剤師、ケアマネージャーなど多くの職種がチームを組んだ体制が必要となる。

(文献2)より改変)

## 2. 危険因子の改善

転倒予防診療を進める際には、転倒歴、骨折歴、一般病歴、服薬歴などを聴取の後、バランス

能力、筋力、歩行能力を評価して、それらの低下を有する対象者には、原因疾患の鑑別を進め、同定された原因疾患の適切な治療を行う。例えば、

- ④ 転倒の原因となる疾患、薬剤、物的環境など改善可能な因子には可及的に介入する。
- ⑤ バランス、筋力、歩行能力に対する運動訓練を簡便なメニューで継続する。
- ⑥ 転倒予防の大切さはよく認識されており、実践を日常診療に定着させることが重要である。

変形性膝関節症、パーキンソン症候群、うつ血性心不全などを正確に診断してできるだけコントロールする。また、一過性の意識消失や視力障害の原因疾患が明らかにある者も同様に治療による改善を進める。例えば、不整脈、起立性低血圧、一過性脳虚血発作、白内障などに対して、その病態を可及的に探り、最適な治療により改善させる。また、前述のように、多くの薬剤が転倒危険因子でありうることを十分認識し、患者にも説明する必要がある。高齢者は複数の疾患に罹患しており、多剤使用していることが多く、必ず服薬調査を行って基礎疾患の状況に合わせた調整を行う。例えば、睡眠障害による睡眠薬常用はよくみられる例であるが、長時間作用型の睡眠剤使用の場合は、慣れた薬であってもよく説明して、短時間型に切り替えるか、短時間型でも危険度は変わらないとする最近の報告も考慮すれば、睡眠薬そのもの中止も視野に入れて指導する。

このように可変性危険因子に介入してそれを可能な限り改善しながら、低下したバランス能力、筋力、歩行能力に対する運動療法的介入を行う。その内容は、最初に下肢各関節のストレッチングを行い、その後、筋力強化訓練、バランス訓練、足指の運動、関節可動域訓練、歩行指導などを行う。筋力強化の対象部位は、主に腹筋・背筋、臀筋、大腿四頭筋で、方法は、専用機器、重錘バンド、自重などで行う抵抗運動である。代表的な自重による下肢筋力強化法には、スクワット、立位姿勢での踵上げとつま先立ちがある。スクワットは、両手を頭の後ろに組み、両足を肩幅より少し広い位置にして両膝を直角に曲げるまでしゃがみ、元に戻す運動である。バランス訓練は専用の高価な機器もあるが、片足立ち、つぎ足歩行(タンデムゲート)などどこでも容易にできる運動だけでも効果が上がる。例えば、片足立ちは、開眼

で、最初はつかまって片脚起立位を保持し、慣れたらつかまらずに10秒、20秒、30秒、60秒と保持時間を延ばしていく。バランス能力がかなり低下している場合は、最後までつかまりで行ってもかまわない。足指の運動は、足指を握る、開く、つまむなどをタオル巻き取りなどで行う。これらの運動から転倒の予防効果を開花させるためには、長期に継続することが最も大切なポイントである。体力、意欲、環境がそれぞれ異なる高齢者が家庭で続けることができる簡便かつ安全な個別メニューを作成することが求められる。

同時に、家庭内外の物的生活環境が危険因子になることを患者、家族、介護者に十分説明して、その除去、改良を指導する。ただし、あまりにバリアフリーにすると逆に廃用性萎縮が進行してしまう場合もあることには留意すべきである。

以上のような転倒予防が大変重要であることはよく理解されている一方、前述したように、転倒骨折の予防に転倒予防が最も有用と回答した整形外科医の39%しか、自分の診療でそれを実践していないという現実があり<sup>1)</sup>、これからは転倒予防の実践を日常診療に定着させることが最も重要かつ急がれる課題であろう。最後に、多数のRCTのMeta-analysisによれば、転倒予防が転倒の減少を実現するものの、骨折の予防にはまだ成功していない<sup>2)</sup>ことに留意して、これからのさらなる転倒予防の発展を見守る必要があることをつけ加える。

#### ヒッププロテクター ●

交通事故は起こらないのが最善であるが、起こってしまったら、被害を最小限にすることが次善の策である。そのための工夫が高度な技術を駆使してシートベルトやエアバッグとして開発され、普及して死亡や重度外傷発生を減らすのに成功している。転倒事故に対する同じアイデアがヒップ

- ① 自動車のシートベルトに相当するのが大腿骨頸部骨折予防のためのヒッププロテクターである。
- ② 立ち上がりにつかまりを要するような、すぐにも転びそうな高齢者がヒッププロテクターの適応となる。
- ③ ヒッププロテクターは転倒時に着けていれば必ず一定の骨折予防効果がある。

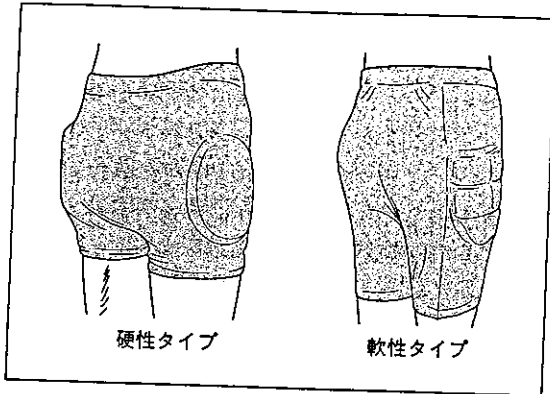


図3 ヒッププロテクター

下着の大転子相当部にプロテクターが入っている。硬性タイプはヘルメット式、軟性タイプはパッド式で、転倒時の衝撃をやわらげる。

プロテクターである(図3)。転倒骨折で最も重篤な大腿骨頸部骨折をターゲットとして、骨折発生の直接原因である大転子部の強打を弱める方法として、1980年代にドイツで始まり、1990年前半からスκανジナビアを中心に徐々に世界に広がった。

### 1. ヒッププロテクターの適応

この方法は、立ち上がりでつかまりを要するような、すぐにも転倒しやすく骨折しそうな高リスクの高齢者が適応となる。ちなみに、立ち上がりにつかまりを要する状況は、介護認定が要支援の84.5%、要介護1の89.8%に認められ、介護認定者には、軽度の段階からヒッププロテクターを使用して意味があると考えられる者が多数存在するが、さらに、その中から転倒既往、骨折既往、両親の大腿骨頸部骨折歴、視力障害、やせ、抗うつ薬や鎮静剤服用中、片麻痺、パーキンソン病、痴呆などの項目を有し、かつ完全寝たきりでない者に絞れば、大腿骨頸部骨折リスクのきわめて高く、ヒッププロテクターの最善適応の集団に

なると思われる。ヒッププロテクターのRCTが行われた要介護高齢者のコントロールにおける大腿骨頸部骨折年間発生率をみると平均7.8%であり、在宅一般高齢者の大腿骨頸部骨折率1%と比べて明らかに高い集団である。逆に、外来へ一人で来られるような日常生活が完全自立している高齢者は骨折率の低さと着用負担を考えれば、使用する必要はない。

### 2. ヒッププロテクターの種類と選択

現在、わが国で購入できる製品は、ホームページ検索でわかる範囲では、6種類あり、いずれも下着の大転子相当部にプロテクターを入れて使用する方式である(表1)。プロテクターには硬いヘルメット式と柔らかいパッド式の2種類ある。これらの製品間の性能の違いは、製品が公的に検定される段階にはまだないが、われわれの試験にても力学的には歴然としている(図3)。一方、最初の受け入れとその後の継続性によるコンプライアンスの違いは明らかにされていない。力学性能をみると、最も劣る製品でも立位からの転倒外力に一致する6312Nを4082Nまでに減らし、転倒外力の35%を減衰できており、これは奥泉らの求めた大腿骨頸部骨折荷重と大腿骨頸部骨密度の直線回帰式 [骨折荷重(N)=501+2908×骨密度値,  $r^2=0.718$ ,  $p<0.001$ ] に当てはめると、実に62%の骨密度増加に相当する<sup>4)</sup>。しかも、これらの効果が使用開始直後から得られるので、今すぐにも転倒して骨折しそうな高齢者を目の前にした場合の有力な予防手段となる。

しかしながら、いくら力学性能がよくても転倒時に着けてくれないければ、まったく無効であることはいうまでもない。一概に力学性能がよい製品ほどコンプライアンスが劣ることが多く、履きやすさと続けやすさと力学的性能のどちらを優先して製品選択をすればよいかには、まだ指標は