京都大学医学部保健学科紀要
健康科学　第1巻　2004

第17回健康科学公開講座　—4—

高齢者の体力づくり

池　添　冬　芽

1．はじめに

現在我が国では65歳以上の高齢者が人口に占める割合は19％を超え，あと数年で20％を突破し，5人に1人は高齢者という，超高齢社会が到来することになる。また，平均寿命も今後しばらくは着実に伸びてゆくことが予測されている。その一方で，加齢による体力の低下とそれに基づく要介護高齢者の数もまた増加すると考えられる。このような高齢化あるいは長寿化が進む我が国において，高齢期の健康と生活機能（日常生活を自立して送る能力）の維持，そして生活の質（QOL）の向上のためには，単に疾病予防だけでなく，日々の体力づくりが大切である。

2．加齢による体力低下

年を経るに従って体力は低下する。筋力，バランス，敏捷性，柔軟性，全身持久力といった体力因子の中で，特に筋力は加齢による低下が顕著であることが指摘されている。

一般的に筋力は30歳代から徐々に低下し始め，60歳を過ぎるとその低下の割合が高くなっていき，30歳代から80歳までで約30～40％低下することが示されている[1]。高齢女性では特にこの筋力低下が進行する割合が速くなる。また，上肢筋より下肢筋の方が加齢に伴う萎縮・筋力低下の程度が大きく，膝伸展筋群や殿筋群など，重力に抗して姿勢を維持する抗重力筋の低下が著しいとされている[2,3]。膝伸展筋群では，30歳から70歳の間に筋のパワー発揮能力が約50％の低下を示すとされている。

3．高齢者の筋力トレーニング

1）高齢期の健康と自立のための筋力トレーニング

高齢者の自立した健康的な生活を阻害する主要な要因としては，さまざまな疾患，神経機能の低下，筋機能の低下などがあげられる。これらのうち筋機能，特に下肢筋群の筋力低下は立ち上がりや歩行・階段昇降などの日常動作能力の低下をもたらす大きな要因であると考えられている。75歳以上のいわゆる後期高齢者においては，老化に伴う筋力低下が顕在化し，容易に要介護状態あるいは寝たきりを招く。このような筋力低下を防ぐには歩行や水泳のような有酸素運動だけでは不十分であり，筋力トレーニングが必要とされている。筋力トレーニングによって筋力を維持・増進することは，高齢期の自立の維持と向上をもたらす手立て，すなわち「介護予防」として重要である。

2）高齢者でも筋力増強は可能か？

近年，高齢者に対する筋力トレーニングが積極的に試みられるようになり，ここ十数年の間に様々な研究によってその有効性が検証されてきた。中でも，Fiatarone ら[4]の研究は，90歳以上の超高齢者であっても筋力トレーニングにより筋力増強が認められたとしており，8週間のトレーニング後に大腿四頭筋の筋力が約2倍に増加し，筋横断面積も約11％増大することが確認されている。このような研究結果から，超高齢者であっても若年者同様，筋力トレーニングによって加齢による筋力低下を防ぐだけでなく，筋力増加さらには筋を肥大させることも可能であることが実証されている。

3）筋力トレーニングの効用

- 身体の動きがスムーズになり，階段の上り下りや椅子からの立ち上がり，歩行が楽になる
- 心肺機能が強くなり，動作時の疲労感が改善される
- 基礎代謝を高め，肥満や糖尿病などの生活習慣病の発症リスクを下げる効果がある
- 骨を強くし，骨粗鬆症を予防する。転倒・骨折のリスクを減らすことができる
- 関節が安定し，関節障害や痛みの予防・改善に役立つ
- 筋と脂肪のバランスが良くなり，身体が全体的に引き締まる
- 精神的にも自信がつき，積極性が増す

4）筋力トレーニングの実際

我々は虚弱な高齢者にも安全・簡便に利用できる筋力トレーニング法を指導・実践している。転倒と関連が強いとされていて，歩行や立ち座り能力といった起居移動動作能力に重要であり，さらに加齢による筋力低下が著しいとされている下肢筋群（膝関節伸展筋，股関節外転筋，股関節屈曲筋，足関節底屈筋）を中心に筋力トレーニングを実施している（図1）。足首に装着するおもり（重錘バンドなど）によって，個々の状況にあわせて運動負荷の調節を行うことが可能であ

京都大学医学部保健学科理学療法学専攻
〒606-8507 京都市左京区聖護院川原町53
受稿日　2004年9月17日

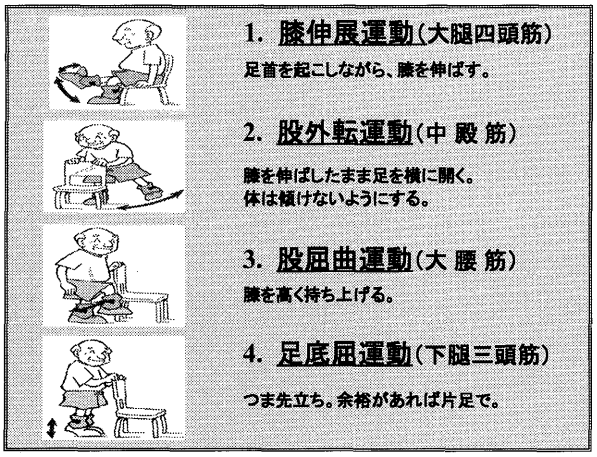

図1　下肢筋力トレーニングプログラムの例

り，特別な機器や場所を必要とせず，どこででも手軽に実施できるトレーニングとして推奨している。運動負荷強度としては，Borg の主観的運動強度スケールで15～17（きつい～とてもきつい）程度のおもりを使用することが理想の強度とされている。運動頻度としては，高齢者では毎日トレーニングするよりも，逆にトレーニングの休息日を入れる方がトレーニング効果は高いとされており，週3回程度の頻度が効果的とされている。

5）施設入所高齢者および在宅高齢者に対する筋力トレーニング効果

前述のように，筋力増強のためには「きつい」～「とてもきつい」程度の運動強度が理想とされているが，Borg の運動強度スケール 11～13（楽である～ややきつい）程度の比較的低い運動強度でも十分筋力増強・維持効果が認められている[5]。養護老人ホームに入所している高齢者（平均年齢82.0歳）を対象に，1年間の低負荷筋力トレーニングの効果を調べた結果，トレーニング群では1年後に膝伸展筋力が増加したのに対して，トレーニングを行わなかった群（非トレーニング群）においては変化はみられなかった（図2）。また，バランス能力（Functional reach）の変化をみると，トレーニング群においてはバランス能力が維持できていたのに対して，非トレーニング群においては1年後に有意な減少が認められた（図2）。さらにトレーニング群においては全員，歩行移動範囲を維持していたのに対して，非トレーニング群においては歩行移動範囲が減少していた者が18.2%みられた。これらの結果から，低負荷で簡単な筋力トレーニングを実施することによって，施設に入所している虚弱高齢者においても筋力をアップできること，またバランス機能や歩行移動範囲の減少を予防できることが確認された。

また，在宅高齢者を対象とした保健センターでの健康教室においても，積極的に筋力トレーニングを取り入れている（図3）。2ヶ月間，週1回の筋力トレーニングの効果をみると，脚力，バランス能力（片脚立位保持時間），歩行速度で改善が認められた（図4）。以上のような結果から，在宅高齢者でも施設入所高齢者でも，年齢や体力レベルに関係なく，低負荷で簡単な筋力トレーニングを実施することによって，体力を改善し，生活機能の維持・向上をはかることが可能であると考えられた。

4．転倒予防のための体力づくり

1）高齢期の転倒の現状

転倒の年間発生率は，地域在住高齢者では約10～20%と報告されており，施設に入所している高齢者ではさらに発生率が高い傾向にある[6]。転倒することで，身体的には外傷・骨折などを引き起こす。特に，転倒による高齢者の大腿骨頸部骨折は年間約10万件にものぼり，10年前に比べ約70%も増加している。この大腿骨頸部骨折によって「寝たきり」を引き起こすことが大きな社会問題となっている。

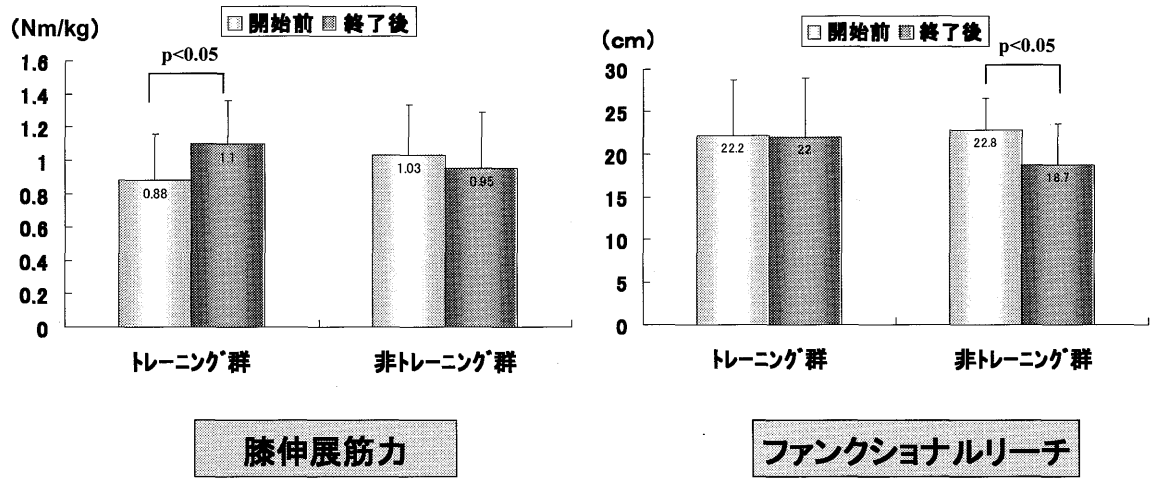

図2　施設入所高齢者に対する1年間の筋力トレーニング効果

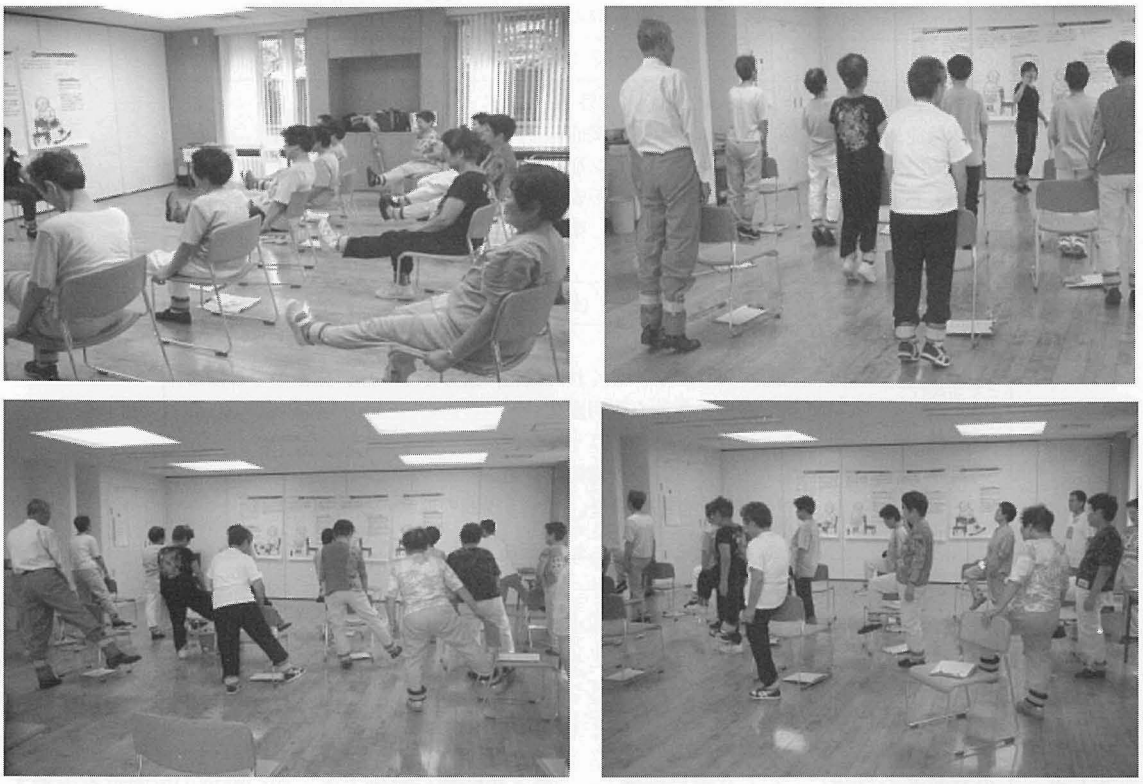

図3　保健センターでの筋力トレーニングの取り組み

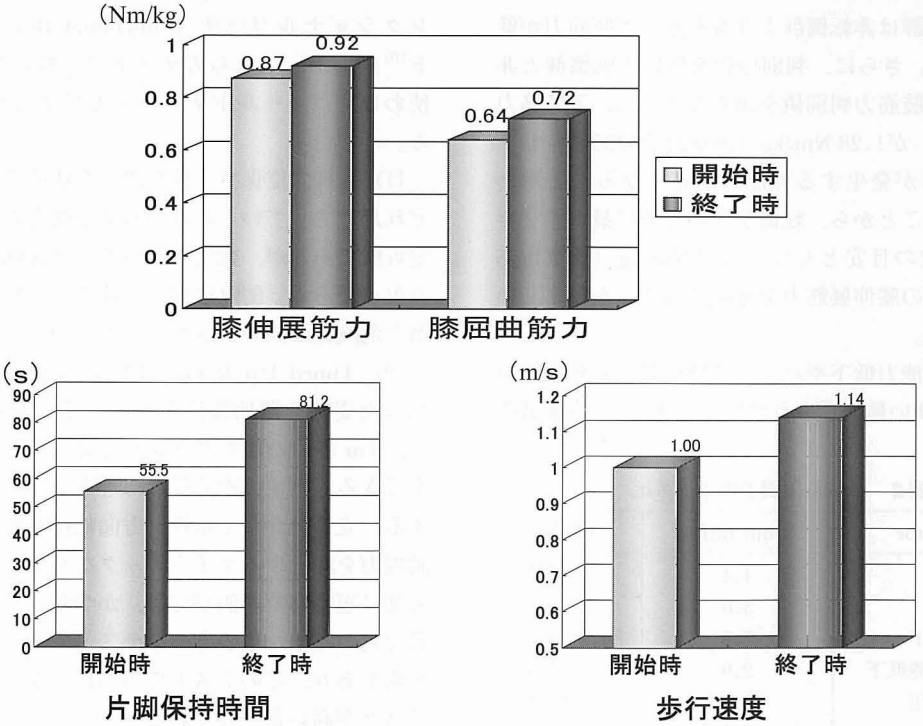

図4　在宅高齢者に対する2ヶ月間の筋力トレーニング効果

2）転倒の危険因子

一般的に転倒の危険因子には，個体の身体機能に伴う内的要因（身体的要因）と周囲の環境に伴う外的要因（環境要因）とに分けられ（表1），多くの場合，これらの要因が複雑に絡み合って転倒が起きる。また，地域在住高齢者ではつまづいた，滑った，段差があった等の外的要因，入院患者や施設入所高齢者では身体のふらつき，めまい等の内的要因の関与が強い傾向がある。

米国老年学会のガイドライン[7]によると，高齢者の

表1　転倒の危険因子

身体的要因（内的因子）	
基本的属性	年齢（80歳以上），女性
身体機能	筋力低下，バランス機能低下，歩行能力低下，視力障害
医学的問題	脳卒中，パーキンソン症候群，関節疾患，起立性低血圧
認知・心理機能	認知障害，抑うつや不安
薬　剤	睡眠薬，精神安定剤，薬剤数
転倒の既往	
環境要因（外的因子）	
段　差	敷居，戸口の踏み段
床の状況	絨毯のほころび，まくれた絨毯，滑りやすい床，床面のでこぼこ
照　明	暗い照明，急速な照明変化
履き物	不適切な履き物（スリッパなど）
障害物	電気のコード，通り道の障害物
ベッドルーム	ベッドの不適切な高さ，ベッド周囲の家具の不適切な配置
手すりの不備	

転倒危険因子として，筋力低下は危険度（オッズ比）が4.4倍と，すべての要因のなかで最も影響が大きい値を示している（表2）。これは筋力が低下すると4.4倍転倒する確率が高くなることを意味している。我々は養護老人ホームの高齢者を対象に，6ヶ月間に転倒したことのある高齢者（転倒群）と転倒したことのない高齢者（非転倒群）とで下肢筋力値を比較した。その結果，転倒群は非転倒群よりも有意に下肢筋力が低下していた[8]。さらに，判別分析を用いて転倒群と非転倒群との下肢筋力判別値を求めたところ，下肢筋力（膝伸展筋力）が1.28 Nm/kg（体重比筋力35％）を下回ると，転倒が発生する可能性が高くなることがわかった。このことから，転倒予防のために最低限必要な下肢筋力値の目安として，1.28 Nm/kg（体重比筋力35％）程度の膝伸展筋力を維持することが望ましいと考えられた。

また，歩行能力低下やバランス機能低下も転倒の危険度2.9倍と高い値が示されている（表2）。高齢者の歩行能力と転倒との関連でいうと，最大歩行速度が転倒ハイリスク者を発見するよい指標とされており，具体的には歩行速度が毎秒1 m以下になると転倒が増えていくことが実証されている。バランス機能を簡単・短時間に評価でき，かつ転倒の危険性を予測するのに妥当性が高いとされているテストとしては，片脚立位保持，Timed Up & Go（TUG）テスト[9]やファンクショナルリーチ（Functional Reach：FR）テスト[10]がある。これらのテストは，特に特殊な機器を使わないフィールドテストとしてよく用いられている。

表2　転倒危険因子のオッズ比

Risk Factor	Odds ratios	Range
筋力低下	4.4	1.5-10.3
転倒歴	3.0	1.7- 7.0
歩行能力低下	2.9	1.3- 5.6
バランス機能低下	2.9	1.6- 5.4
補助具の使用	2.6	1.2- 4.6
視力障害	2.5	1.6- 3.5
関節障害	2.4	1.9- 2.9
起居動作能力低下	2.3	1.5- 3.1
抑　鬱	2.2	1.7- 2.5
認知障害	1.8	1.0- 2.3
年齢（80歳以上）	1.7	1.1- 2.5

* アメリカ老年学会によって，転倒因子に関する16の先行研究の結果から各因子の転倒に対するオッズ比をまとめたもの（文献7より引用）

(1) 片脚立位保持：目を開けた状態で，片足だけでどれだけ立っていられるか時間を測定する。簡便に測定可能であるが，機能の低い者では成就率が低いという欠点がある。開眼片脚立位保持が5秒以内の者は転倒の危険性が高いとされている。

(2) Timed Up & Go（TUG）テスト：椅子にすわった姿勢を開始肢位として，そこから立ち上がって，3 m歩いた後でターンして戻ってくる一連の動作をできるだけすばやく行ってもらい，その時間を測定する。立ち上がりや歩行，方向転換を含めた一連の移動能力を評価するダイナミックなバランステストで，非常に短時間で評価ができ，かつ転倒リスクの高い患者を見いだすための有用なテストである。10秒以内が正常であり，このテストで14秒以上かかる者は転倒のリスクが高いとされている。

(3) ファンクショナルリーチ（Functional Reach：FR）テスト：開脚立位で利き手側の上肢を肩90度屈曲し，そこから上肢をそのまま水平に最大限前方に伸ばすことのできる距離を測る測定法である。FRが大きいということは，重心の移動範囲が大きいということで，FRと転倒回数との間には有意な相関がみられると報告されている。このテストで15 cm以下の者

は転倒ハイリスクとされる。

3）転倒ハイリスク者の予測および転倒予防対策

転倒の危険性の高い者を予測するためには，まず最初に転倒危険因子の中でも危険度の高いとされている転倒歴や筋力低下，バランス機能低下，歩行障害について調べるとよい。これらの危険因子について簡単に評価でき，かつ転倒の危険性を予測するのに妥当性の高いとされているスクリーニング方法を図5に示す。このようなチェックに該当する高齢者は転倒ハイリスク者であり，転倒危険因子についてさらに詳細なアセスメントが必要となる。

運動機能に関連した転倒予防対策としては，転倒危険因子の中でも特に重要である，筋力やバランス，歩行機能を向上させることが大切である。ただし，筋力トレーニングや歩行練習などをおのおの単発的に実施するよりも，筋力，バランス，歩行等の運動を組み合わせることで，より多くの効果が得られると報告されている。

4）転倒予防介入効果に対するエビデンス

近年，転倒予防の介入効果に関して，ランダム化比較試験が多く試みられている。地域在住高齢者を対象にした研究では，筋力トレーニングやバランストレーニングなどの運動介入によって，転倒の危険性が減少したとする報告は多い[11~13]。ただし，一般の健常高齢者に対しては，運動トレーニングのみで転倒が減少するというエビデンスは不十分であり，80歳以上の女性やバランス・筋力低下のある者など，転倒ハイリスク者に限定した研究では，運動トレーニング単独であっても転倒防止に有効とされている。最も効果があるとされているのは，そのような転倒ハイリスク者に対して，専門家が個人の身体特性や生活環境に応じた個別の運動プログラムを処方・指導した場合である[14]。

一方，入院患者・施設入所高齢者に対する転倒予防介入効果に関しては，これまで研究数が少ないこともあり，エビデンスは不十分とされていた。しかし，最近では Cochrane Systematic Review[15] において，施設入所高齢者に対する学際的・多角的介入による転倒予防効果が確認されている。また Haines ら[16]は626人の入院患者に太極拳やトランスファー訓練等のエクササイズプログラム，転倒予防に関する患者教育プログラム，ヒッププロテクターなどの多角的な転倒予防プログラムを実施した結果，コントロール群と比較して介入群では30％転倒が減少したと報告しており，入院患者に対する介入効果も大規模ランダム化比較試験によって示されている。転倒には多くの場合，複数の要因が関与しており，転倒予防のためにはいかにして転倒の危険要因を減じることができるかが重要となる。近年，転倒ハイリスク患者を予測するアセスメントツールも開発されてきている。そのようなアセスメントツール等を用いて，転倒ハイリスク患者の危険因子を予測し，個々の状況に合わせて，機能状態，環境整備，行動様式まで含めた多角的アプローチを実践することが現在のところ最も有効な転倒予防対策であると考えられている[17]。そのため，医師，看護師，理学療法士，作業療法士，ソーシャルワーカーなど多職種によるチームアプローチが転倒予測や転倒予防介入には重要となる。

転倒を繰り返す者に対してはヒッププロテクターが効果的とする報告もある。ヒッププロテクターとは大腿骨頸部骨折予防装具のことであり，下着の大転子の部分に組み込まれたパッドが転倒時の外力を吸収あるいは拡散し，骨に伝播する外力を2～3割減衰させて，骨折を予防する（図6）。ヒッププロテクターの着用により，施設入所高齢者の大腿骨頸部骨折の発生率が半分以下[18,19]，中には1割以下に減少したという報告[20]もあり，転倒頻回者や自立能力の低下した虚弱高齢者には転倒・骨折予防に対して即効性の効果が得られる。しかし一方で，コンプライアンスや費用の面では問題が残されている。

5）転倒後症候群

転倒を経験した高齢者の1/3は転倒に対する恐怖感，すなわち「転倒恐怖」をもつといわれている。この転倒への恐怖感を抱くことによって，実際には日常生活動作を行う能力があるにもかかわらず，日常生活活動の制限や行動範囲の縮小といった状況を招くことがあり，これを「転倒後症候群」と呼ぶ。転倒後症候群は体力低下などの廃用症候群を引き起こすため，さらに転倒の危険性が高くなるという悪循環を招くことが問題視されている[21,22]。従って，転倒そのものの予防に加えて，転倒に恐怖を抱いている高齢者に対しては，新たな自信を回復できるような運動・生活指導が不可欠となる。

①最近の転倒経験
②歩行能力の低下
　歩行速度　毎秒1m以下（横断歩道が渡りきれない）
③バランス機能の低下

片脚起立時間	5秒以下
Up & Go	14秒以上
ファンクショナルリーチ	15 cm 以下

④筋力低下

下肢筋力（膝伸展筋力）	体重比35％以下

図5　転倒ハイリクスク者の予測

5．おわりに

今後の日本では，ますます少子高齢化が進み，後期高齢者を中心として加齢による身体機能低下とそれに基づく生活機能の障害もまた増加すると考えられる。

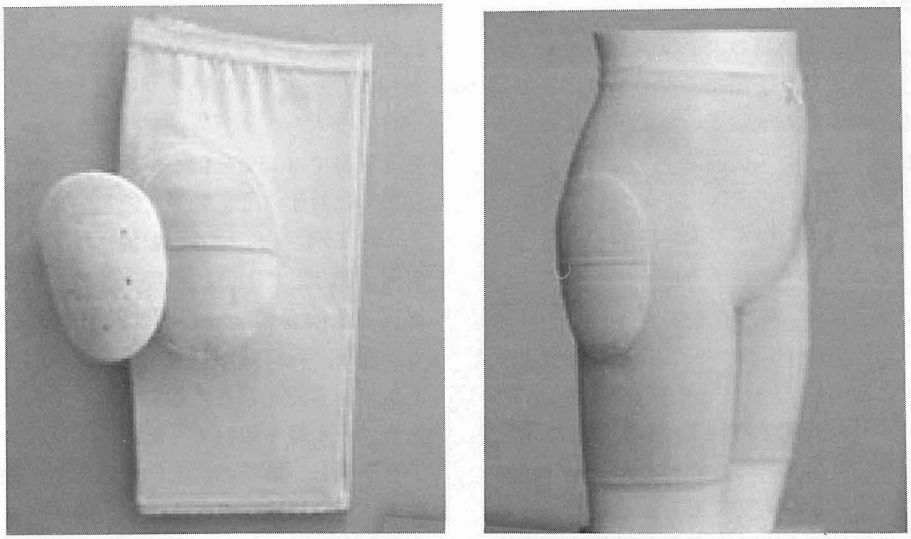

図6　ヒッププロテクター

このような（超）高齢社会を支えるためには，高齢者の健康寿命の延伸と QOL 向上に向け，具体的な方策を立て実践していくことが求められている。高齢者の健康的な自立を阻害し要支援・要介護となる原因は疾病というよりは，むしろ著しく進行する心身の虚弱化が大きな要因であり，高齢者の健康増進・体力づくりの取り組みはますます重要になるものと考える。

文　　献

1) Lexell J, Taylor CC, Sjostrom M: What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. J Neurol Sci, 1988; 84(2-3): 275-294
2) Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ: A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-year-old men and women. J Appl Physiol, 1991; 71: 644-650
3) Lynch NA, Metter EJ, Lindle RS, et al: Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. J Appl Physiol, 1999; 86: 188-194
4) Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, et al: High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. JAMA, 1990; 263(22): 3029-3034
5) 池添冬芽，浅川康吉，島　浩人，他：施設入所高齢者に対する運動プログラムの介入効果．理学療法学，2003；30：788
6) 新野直明：運動障害　1）転倒．Geriatric Medicine, 1998; 36: 849-853
7) American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. Guideline for the prevention of falls in older persons. J Am Geriatr Soc, 2001; 49(5): 664-672
8) Ikezoe T, Asakawa Y, Tsutou A: The Relationship between quadriceps strength and balance to fall of elderly admitted to a nursing home. J Phys Ther Sci, 2003; 15: 75-79
9) Podsiadlo D, Richardson S: The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc, 1991; 39(2): 142-148
10) Duncan PW, Studenski S, Chandler J, et al: Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. J Gerontol, 1992; 47(3): M93-98
11) Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, et al: The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. JAMA, 1995; 273(17): 1341-1347
12) Buchner DM, Cress ME, de Lateur BJ, et al: The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 1997; 52(4): M218-224
13) Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, et al: Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. Age Ageing, 1999; 28(6): 513-518
14) Feder G, Cryer C, Donovan S, et al: Guidelines for the prevention of falls in people over 65. The Guidelines' Development Group. BMJ, 2000; 321(7267): 1007-1011
15) Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, et al: Interventions for preventing falls in elderly people (Cochrane Review). The Cochrane Library, 2, 2004
16) Haines TP, Bennell KL, Osborne RH, et al: Effectiveness of targeted falls prevention programme in subacute hospital setting: randomised controlled trial. BMJ, 2004; 20; 328(7441): 676
17) Chang JT, Morton SC, Rubenstein LZ, et al: Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. BMJ, 2004; 20; 328(7441): 680-686
18) Lauritzen JB, Petersen MM, Lund B: Effect of external hip protectors on hip fractures. Lancet, 1993; 341(8836): 11-13
19) Kannus P, Parkkari J, Niemi S, et al: Prevention of hip fracture in elderly people with use of a hip protector. N

Engl J Med, 2000 ; 343(21) : 1506-1513
20) Harada A, Mizuno M, Takemura M, et al : Hip fracture prevention trial using hip protectors in Japanese nursing homes. Osteoporos Int, 2001 ; 12(3) : 215-21
21) Tinetti ME, Richman D, Powell L : Falls efficacy as a measure of fear of falling. J Gerontol 1990 ; 45 : 239-243
22) Vellas BJ, Wayne SJ, Romero LJ, et al : Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers. Age Ageing, 1997 ; 26(3) : 189-193