

8. 高齢者における体脂肪と運動、栄養

- 老人にとって望ましいBMIや体脂肪率は、若年成人に比べて若干高めである。いずれは体脂肪量も減少するが、筋肉量や骨量の減少が相対的に大きくなるためである
- 老人（高齢後期）でも体脂肪が増加することがあり、虚弱化（低栄養）の予防とともに、肥満老人の出現にも注意が必要である
- 内臓脂肪・皮下脂肪ともに、高齢期でも運動や食事の改善により減少する。内臓脂肪の減少割合は、運動開始前の内臓脂肪量に影響されるため、内臓脂肪型肥満には特に運動がすすめられる
- 高齢者の体脂肪は、運動により減少するが、減少量を大きくするには、運動と同時に食事制限を取り入れることが有効である。一方、食事制限にともなうビタミン・ミネラル・食物繊維・タンパク質・水分などの摂取不足には十分注意が必要である

はじめに

長寿化が進む現代では、高齢（老人）であっても、たとえば75歳（男性）や80歳（女性）を超えて体重がピークに達する例もあります。筋肉量や骨量が増えることによる体重増加なら理想的ですが、ほとんどすべての例は体脂肪の過剰蓄積によるものです。高齢期では摂取エネルギー量が減少する人（低栄養化：摂取量<消費量）と、食欲が旺盛でエネルギー出納バランスがプラス（摂取量>消費量）状態となり体重の増え続ける人がいます。前者のタイプでは低体力化・虚弱化が進行し、要介護化・認知低下・寝たきりに繋がりがやすいといえます。後者では、中年から頻発する生活習慣病の峠を過ぎたようにみえても、実はそれが進行中である例も少なくありません。このように、高齢期においても体重や体脂肪の変化は一律でなく、その解釈にも慎重さが求められるでしょう。本項では、疫学的調査研究からみた高齢者の理想的な体型、高齢者の健康長寿に繋がる運動処方の方の基本的考え方、体脂肪を増やさない食事や低栄養予防の重要性などについて考察します。

肥瘦の判定

体脂肪の過剰蓄積による肥満や過体重は、さまざまな健康障害を引き起こす危険因子であり、欧米の先進諸国のみならず日本などアジア諸国においても、大きな社会問題となっています（Jainら、2005；Jeeら、2005；Cuiら、2005；Yehら、2005）。痩せの問題についても昔から指摘されており、健康長寿のためには適度な体型範囲があると考えられています。しかしながら、肥満の定義は実にあいまいです。WHOやアメリカではBMI（body mass index） ≥ 30 が基準とされており、日本では体脂肪率 $\geq 30\%$ やBMI ≥ 25 が一般に使われています。筆者らは肥満の判定として体脂肪率を25%や30%に設定することと、35%や40%にすることでは大差が生じることから、性・年齢・身長・体質などを考慮して判定することが望ましいと考えています。

平成15年国民健康・栄養調査（厚生労働省）によると、60～69歳の男女では、約3割の者が肥満（BMI ≥ 25 ）と判定されています。一方、70歳以上では男性の痩せ11.2%、肥満20.9%、女性の痩せ8.9%、肥満28.3%となります。ちなみに、60歳以上の者におけるBMIの平均値は22～24です。

高齢者の理想的な体型、体重

体重が80kgの場合、肥満の下限値を体脂肪率で30%におけば体脂肪量は24kgですが、35%に設定すれば28kg、40%なら32kgにもなります。同様にBMI \geq 25を肥満とみなせば、体重が80kgの場合、身長は178.9cm未満、BMI \geq 30を採用すれば身長は163.3cm以下が該当します。身長が150cmの子どもの場合、BMI \geq 25を肥満とみなすなら体重は56.25kg以上、BMI \geq 30を肥満とするなら体重は67.5kg以上となり、同じ身長でも体重差はなんと11.25kgにもなるのです。身長が180cmの比較的身長であれば、体重差は16.2 (=97.2 \sim 81.0) kgにも拡大します。20歳代に比べると、高齢期の体重は15kg増え、身長は5cm低くなったという例も耳にすることがありますが、この場合のBMIは、20歳時の体重を60kg、身長を165cmとすると、理想の22.0から29.3 (体重75kg、身長160cm) にまで増大してしまいます。体重の増加が僅か5kg (65kg) に留まったとしても、身長が160cmならBMIは25.4にまで増大してしまうのです。

このように、子どもにおいても成人においても肥満の判定には誤差のようなものが常に介在していることを、そして高齢者となれば評価はもちろん測定自体が容易でないことを念頭におかなければなりません。

日本における理想体重の目安として、従来よりBMI=22が指標として用いられており、疾病に罹患しにくい (つまり、長寿につながりやすい) 成人のBMIは21 \sim 23あたりといわれてきました。これは肺疾患や心疾患などの10項目のうち、異常のみられた項目を1点として換算した疾患合併点数の最も少なかったBMIが22であったことに由来しています (Tokunagaら、1991)。最近における日本での大規模調査として、40 \sim 59歳の男女約4万人を対象に、10年にわたりBMIと死亡率の関係について追跡したTsuganeら (2002) の報告があります。これによると、死亡率の最も低いBMI (23.0 \sim 24.9) の群に比べて、低BMI (14.9 \sim 18.9) や高BMI (30.0 \sim 39.9) の群において死亡率が高くなっています。このように、高BMIのみならず、過度の低BMIでも死亡率は高いといえます。

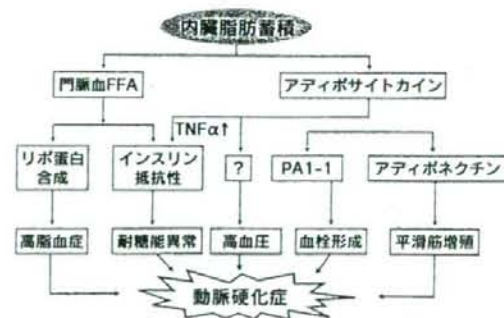
韓国で行われた大規模調査結果 (Jeeら、2005)

によると、BMIが24 \sim 25の者に比べて18 \sim 19の者では虚血性心疾患の発症率が2倍でした。下方ら (2001) は、(1) 糖尿病や高血圧、高脂血症などがない限り肥満を治療しようとせず、自分の自然な体型として受け入れること、(2) 健康で長生きするには体重を維持することが良い場合が多い、などを議論しています。また、BMIと体脂肪率の関係は、アジア人 (韓国人) とアメリカ白人で有意に異なることにも注意が必要です (Chungら、2005)。

肥満改善の必要性

脂肪の過剰蓄積は、代謝異常、動脈硬化など疾病の前兆と強い結びつきがあります (肥満症) (図1)。特に腸間膜脂肪や大網脂肪など門脈系に存在する腹腔内脂肪 (以下、内臓脂肪) の過剰蓄積は、加齢や運動不足にともなう基礎代謝水準の低下、食事の過剰摂取、ホルモン (エストロゲンなど) の分泌変化といった原因で起こります (Kotaniら、1994)。長寿化の進む高齢者層においても、生活習慣病 (慢性疾患) 発症の予防手段の一つとして、内臓脂肪を増やさないことが重要となります。

図1 内臓脂肪蓄積が動脈硬化をまねく過程 (Matsuzawa、1997)

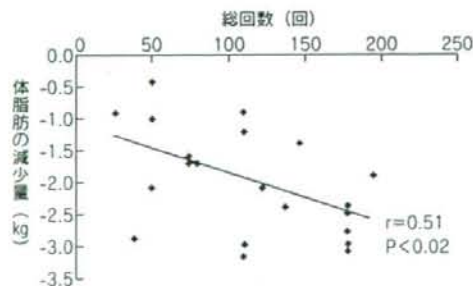


体脂肪 (内臓脂肪を含む) の減少には、基本的に日常のエネルギー出納バランスを負 (消費 $>$ 摂取) に傾けなければなりません。そのための一般的な方法として、食事制限や運動の習慣化があげられます。食事改善のみによる減量でも、体脂肪、腹部皮下脂肪の減少率に比べ、内臓脂肪の減少率が高いと報告されています (小熊ら、2004; 田中ら、1999)。一方、腹部脂肪 (内臓脂肪、腹部皮下脂肪) の減少

に対する運動そのものの効果を検討した報告は少なく、食事制限を上回る効果が得られるのかは不確かです(田中ら、1999、2002)。

高齢者の体脂肪に及ぼす運動の影響について、Tothら(1999)が包括的な文献レビューをおこなっています。論文の選定は、1) 対象者が55歳以上、2) 2カ月以上の運動介入、3) 水中体重秤量法、二重X線エネルギー吸収法、皮下脂肪厚法、体水分法、中性子放射法のいずれかで体組成を測定、4) 食事や薬剤など運動以外の介入なし、の4条件をすべて満たすこととしています。そして、有酸素性運動の効果を検討した22の論文のうち、20件において体脂肪が減少することを報告しています。図2によると、有酸素性運動介入の総運動回数(1週あたりの運動回数×運動介入週数)は体脂肪の変化量と有意に関連しています($r=0.51$, $p<0.02$)。レジスタンス運動が体脂肪に及ぼす影響については、28の論文のうち15件において体脂肪の有意な減少が報告されています。レジスタンス運動では有酸素性運動に比べ、一般に総エネルギー消費量は少ない(1/2~2/3程度)ですが、体脂肪量減少量の平均値には有酸素性運動と大差のないことが示唆されています。レジスタンス運動をしっかりと継続していくと、運動中のエネルギー消費以外の要因(基礎代謝など)が体脂肪の燃焼に特異的に関与する可能性が考えられています。

図2 有酸素性運動の総回数と体脂肪の減少量との関係(Tothら、1999)

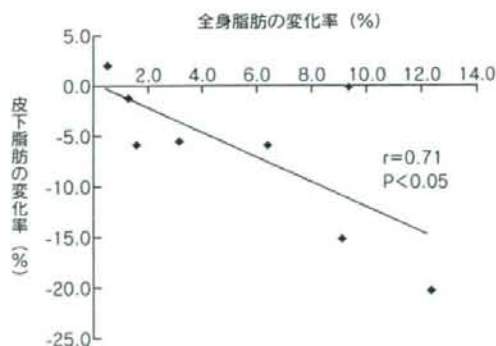


腹部皮下脂肪に対する運動の効果

現在、腹部脂肪を正確に評価する方法として、computed tomography (CT) とmagnetic resonance imaging (MRI) が用いられています。筆者

らを知る限り、これらの方法を用いて腹部脂肪(内臓脂肪、腹部皮下脂肪)と運動との関係を検討した研究は少なく、対象者の年齢が55歳以上の報告、女性では閉経者を含めた報告は6件にとどまっています(表1)。それらのうち、5件において腹部皮下脂肪(abdominal subcutaneous fat: ASF)の減少を認めています。図3は、高齢者における全身体脂肪の変化率とASFの変化率との関係を示したもので、両者の間には中程度の相関がみられます。大蔵(2004)は、閉経前後の中年肥満女性において全身体脂肪の変化量とASFの変化量との関連を分析し、ASFの減少と運動によるエネルギー消費量との間にはdose-response(量反応)の関係がみられるであろうと推察しています。高齢者においても、運動のエネルギー消費量とASFの減少との間にdose-responseの関係が仮定でき、運動量に応じてASFが減少する可能性が考えられます。しかしながら、高齢者における検討数は少なく、さらなる研究が必要とされます。

図3 全身脂肪の変化率と腹部皮下脂肪の変化率との関係



内臓脂肪に対する運動の効果

運動が高齢者の内臓脂肪を優先的に(特異的に)減少させるという仮説を採択できるデータは報告されていませんが、内臓脂肪の合成能と分解能はともに皮下脂肪に比べて高いといえます。筆者らの調査では、運動が内臓脂肪の減少に効果をもたらすとした研究報告は4件、効果をもたらさないとしたものは2件ありました。Schwartzら(1991)は高齢男性を対象に27週間にわたって運動を介入した結果、

表1 高齢者における運動介入と内臓脂肪の減少 (先行研究のまとめ)

文献	対象者		介入方法	介入期間 (週)	内臓脂肪初期値 (cm ²)	内臓脂肪減少率 (cm ² /週)	内臓脂肪減少率 (%/週)	
	性別	BMI						%fat
Randomized, Controlled Trials								
Irwin et al., 2003	閉経女性87名	30.5	47.6	A+R	36	147.6	-0.2**	-0.2%*
	閉経女性86名	30.6	47.4	control	36	147.6	0.0	0.0%
Nonrandomized Trials								
Schwartz et al., 1991	高齢男性15名	26.2	24.7	A	27	144.5	-1.3**	-0.9%**
Green et al., 1992	閉経女性30名	29.3	41.0	A	20	121.6	-0.2	-0.2%
	ホルモン補充閉経女性18名	26.6	37.0	A	20	90.0	-0.3	-0.3%
Treuth et al., 1996	閉経女性14名	25.1	38.7	R	16	143.9	-0.9**	-0.6%**
Hunter et al., 2002	高齢男性14名	25.1	24.0	R	25	143.4	-0.4	0.2%
	高齢女性12名	24.4	40.0	R	25	131.2	0.6**	-0.5%**
Hayase et al., 2002	閉経前女性9名	25.5	36.0	A+R	10	8.5(kg)	-0.05(kg/週)	-0.6%
	閉経女性9名	22.8	35.0	A+R	10	8.9(kg)	-0.01(kg/週)	-0.1%

A: Aerobic exercise, R: Resistance exercise

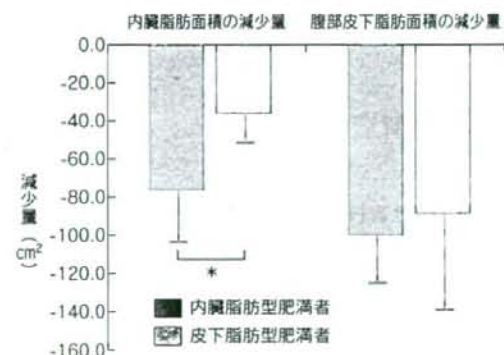
*コントロール群と比べて有意な減少

**介入前と比べて有意な減少

平均で体重が2.5kg、内臓脂肪 (visceral fat: VF) 面積は34.9cm² (24.6%) 減少したと報告しています。また、Hunterら (2002) は、運動介入前後で高齢女性の体重が変化しなかったにもかかわらず、VFが15.4cm² (11.7%) 減少したことを発表しています。一方、Hayaseら (2002) の研究では、閉経女性に対して運動を介入した結果、体重が有意に減少したにもかかわらず、VFは減少しませんでした。これらのことは、運動によるVFの減少が、単に体重の減少と必ずしも同時期ではないことを示唆しています。この点に関して、大蔵と田中 (2000) は、運動介入によるVF減少量の大きさは初期値の影響を受けると考察しています。その理由の一つとして、中年肥満女性をVF面積100cm²未満の群 (皮下脂肪型肥満者) と100cm²以上の群 (内臓脂肪型肥満者) に分け、同一の減量介入をおこなったところ、皮下脂肪面積の減少量は両群で変わらなかったが、VF面積の減少量は内臓脂肪型肥満群で有意に大きかったことをあげています (図4)。このように、VFの多い肥満者ほどVFに及ぼす運動の効果が出現しやすいことがうかがえます。表1に示したデータを見ると、VFが有意に減少している報告では介入前のVFが多いことがわかります。高齢者においても、運動の効果は内臓脂肪型肥満で大きくなるのかもしれませんが、今後は、この点も含め、

運動の強度、期間 (量) などに着目し、VFに及ぼす運動の効果を詳細に検討していくことが期待されます。

図4 介入にともなう内臓脂肪面積と皮下脂肪面積の減少量 (大蔵と田中, 2000)



体脂肪を増やさない運動

若者にとっては、マラソンやサッカー、バスケットボール、ハンドボールのように高強度×長時間の運動 (トレーニング) が体脂肪を大量に燃焼させ、心肺機能 (全身持久性体力) もトップクラスにまで増高します。高齢者にとっても体脂肪を増やさない

方法は、むしろ低強度ではなく、高強度で1回あたりの時間を長くかけ、それを習慣化（日常化）することです。しかし、強度が低くても地道に継続していけば、期待する効果は徐々に現れます。高齢者のためには、脂肪燃焼や体力増強の面で効率の良い方法を模索するよりも、ケガをせずに生涯にわたって楽しめる運動をみつけるよう指導の立場の者が導いていくことが肝要でしょう。体調の変化、季節（寒暖）の違い、仲間や器具の必要性、満足度（達成感）などとの兼ね合いで複数の種目に取り組み、その時々で自分に合った方法を選択していくことがすすめられます。なお、高齢者では老化による軟骨の退行性変化から関節症が起きやすいので注意が必要です。

運動中の主観的運動強度（疲労度）は11（比較的楽である）～15（きつい）の範囲で、一般に11（比較的楽である）～13（ややきつい）あたりを維持するとよいでしょう。心拍数には個人差が大きく、高血圧の人が降圧剤（交感神経遮断剤）を服用している場合は、150拍の運動でも110拍にまで抑えられることから注意が必要ですが、一般に「220-年齢-安静時心拍数」に0.4～0.8（平均して0.6程度）を乗じ、求めた値に安静時心拍数を加えた値とします。このような強度を選ぶと、一般に疲労しにくく、脂肪の燃焼効率が良好で、かつ持久力の向上も期待できます。

体脂肪を増やさない食事

近年における日本人の食生活は、多くの人で高脂肪摂取・一部の人で高炭水化物摂取の傾向にあり、ビタミン・ミネラルが不足しています。同時に、畑畑での連作や利用する化学肥料の増加から、作物（特に野菜）そのものに含まれる栄養素が減少しているとも言われています。高脂肪食偏重によるエネルギー摂取過多と食物繊維不足は、若者に限らず、消化能力や咀嚼力が低下する高齢者においても改めなければなりません。しかし、食習慣の形成は幼児期から成人に達するまでの間にほぼ完成され、長期にわたって持続し、しかも徐々に強力になります（林、1999）。このことから、特に高齢者にとっては食習慣を変えることは容易ではありません。

脂質の摂取エネルギー比は年々増加傾向にありま

したが、最近では横ばい（もしくは微減）傾向です。しかし、高水準にあることが高脂血症や、肥満、耐糖能異常をもたらし、動脈硬化の危険性も高めていると言われていています。高齢者では、15～25%以内に留めたいものです。脂質（中性脂肪）は脂肪酸とグリセロールに分解され、運動時はもちろんのこと、安静時や睡眠時でも常に利用されます。運動量が不足しても、それ以上に摂取エネルギー量が少なければ、体脂肪は確実に減少していきます。

食事由来の脂肪酸には飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸があります。動物性食品に多く含まれる飽和脂肪酸をとりすぎると、動脈硬化の原因の一つとなりますが、魚介類や植物性食品に含まれる不飽和脂肪酸は、動脈硬化を抑制する効果があります。吸収された脂肪酸はカイロミクロン（中性脂肪をたくさん含んだ脂肪滴）に組み込まれ、筋肉ではエネルギーとして利用され、脂肪細胞では中性脂肪として蓄えられ、皮下脂肪組織や内臓脂肪組織となります。日本人の平均的な食事は動物、植物、魚類由来の脂肪の摂取割合のバランスがよいと評価されています。

タンパク質の摂取が不足すると、骨格筋量や内臓量が減り、体組成の構成バランスが変化してきます。推奨量は1日あたり成人で0.93、高齢者で1.03g/kg体重/日とされています（日本人の食事摂取基準、2005）。スポーツをしている人や重労働の人、減量中の人では、1.0～1.2（最大1.5）g/kg/日の摂取がすすめられます。常用食品である卵は必須アミノ酸バランスが完全で、適量を摂取することがすすめられます。肉や魚、大豆製品も良質なタンパク質源です。タンパク質源に含まれる窒素は、腎臓を介して体外へ排泄されますが、高齢者では腎機能が低下するため、タンパク質源の摂取は適量を心がけましょう。

老人における低栄養予防

高齢者は慢性疾患、経済的貧困、社会からの孤立、認知力や生理機能の低下などにより、食生活不良状態になる確率が高いうえ、肥満改善を意識しすぎてエネルギー摂取量を減らすと、タンパク質だけでなくビタミンやミネラルの摂取量までもが不足傾向（低栄養状態）に陥りやすくなります。ビタミンは、

脂溶性ビタミン（A・D・K・E）と水溶性ビタミン（B群やC）に分類され、水溶性は補酵素としての作用を有しており、いろいろな野菜や果物に多く含まれています。脂溶性ビタミンは動物性食材に多く含まれています。つまり、すべての種類のビタミンを豊富に含んでいる食材はないので、多種多様の食品（特に野菜類）を多く摂取することが望まれます。このように、ビタミンは身体構成成分でもなく、またエネルギー源でもありませんが、健康な生活を営むために欠くことのできない酵素作用など、エネルギー代謝、栄養素の体内活用といった身体調節機能という重要な役割をもっています。ビタミンは体内合成されないため、必要量を摂取しなければなりません。

食物繊維も不足しないよう十分な注意が必要です。目安量は1日あたり10g/1000kcal程度とされており、高齢者では50～69歳の男性20g、女性18g、70歳以上の男性17g、女性15gが目標量です。野菜類の摂取が減少すると便秘になりやすくなります。セルロース（玄米や雑穀、野菜）・キトサン（えび、かに）などの不溶性の食物繊維は便を増量し、腸内運動を活性化させることから、便秘・大腸憩室・大腸がんの予防効果が期待できます。ペクチン（熟した果物、野菜）・アルギン酸（こんぶ、わかめ）などの水溶性食物繊維は粘度が高く、消化管通過時間を短縮させるため、血糖上昇の抑制効果、コレステロールや胆汁酸の吸収阻害作用が認められます。また、食塩と結合する性質を有することから、血圧上昇抑制や降圧の効果も期待できます。一方、とりすぎは、ミネラルやビタミンなどの体内吸収を阻害するので注意しましょう。

高齢者における水分摂取の重要性

人体総重量の約60%を占めている水分は、細胞外液、細胞内液、血液、消化液などとして重要な役割を果たしています。水分は、飲料水、食物に含まれる水分、代謝水などから1日約2.5ℓ入ります。一方、失われる量も約2.5ℓで、尿や糞便中から、また汗や呼吸などの不感蒸泄分として排泄されます。スポーツ参加などにより発汗量が多いと、3～4ℓ失うこともあります。高齢者では口渴神経（大脳視床下部）を介した渴中枢機能が鈍くなることや、細胞

萎縮による水の保有量が減少することから、脱水にも注意しなければなりません。脱水に対する注意は、特に炎天下で農作業やスポーツ・レクリエーションを長時間にわたっておこなう場合に不可欠です。一方、心機能や腎機能が低下している可能性の高い高齢高血圧者では、水分の過剰摂取によって体内に水分を貯留しやすく、浮腫への注意も必要です。

（田中 喜代次、沼尾 成晴、藪下 典子）

参考文献

- 1) 田中喜代次：運動処方一個人の生きがい（life benefits）を最大化（maximize）するために。日本健康運動指導士会会報，67：2-6，2002。
- 2) 林静子：高齢者の食事と生活。保健の科学，9：755-760，1999。
- 3) 第一出版編集部：日本人の食事摂取基準 2005年版－厚生労働省策定－，第一出版，2005。

特定高齢者と介護予防

1. 介護予防とは

介護予防は「要介護状態の発生をできる限り防ぎ（遅らせ）、要介護状態にあってもその悪化をできる限り防ぐこと」である。要介護に至る原因は、軽度の要介護者では、脳血管疾患や認知症など疾病を機にする割合は少なく、高齢による衰弱や関節疾患による場合が多い。加齢とともに心身の機能は低下するが、それは老化と廃用の両方からきている。老化に伴って運動機能が低下すると、自信や意欲まで低下し、運動量も減少しがちである。その結果、廃用の影響が現れて、運動機能はさらに低下する。介護予防は、老化と廃用の悪循環を絶ち切ることを目指すものである。

2. 介護保険制度

介護保険制度は、平成12年4月より開始したが、平成18年4月からは、①有効性に関するエビデンスに基づいたサービスの提供、②適切な対象者へのサービスの提供、③個別の対応の強化、④個人々のニーズや目標に対応したサービスの提供に重点をおいて改定した新しい制度が施行されている。

この介護保険制度における介護予防は、一、二、三次予防に分けられている。一次予防は、活動的な状態にある高齢者を対象に、生活機能の維持・向上に向けて取り組むもので、「地域支援事業」の「介護予防一般高齢者施策」である。二次予防は、虚弱な状態にある（要支援・要介護に陥るリスクの高いと思われる）高齢者を対象に、生活機能低下の早期発見・早期対応を行うもので、「地域支援事業」の「介護予防特定高齢者施策」である。三次予防は、要支援・要介護状態にある高齢者を対象に、要介護状態の改善や重度化予防を行うもので、「予防給付」である。

3. 特定高齢者

「介護予防特定高齢者施策」における要支援・要介護に陥るリスクの高い高齢者（「特定高齢者」）の抽出は、「生活機能評価」、関係機関からの連絡、要介護認定非該当者、訪問活動などによる実態把

表1 プログラムを提供する際に考慮すべき点

体力の諸要素（筋力、バランス能力、柔軟性）を包括的に向上
—筋力のみ注目することなく、体力の諸要素を包括的に向上させる
個別のプログラムを提供
—効果を高めるだけでなく、安全性・自信を高めるためにも重要
専門技術を有する従事者が指導
—運動器の機能向上に精通し、運動内容や方法を適宜変更できる
足指・爪のケアに配慮
—足部の観察を行い、必要に応じてケアを施す
運動の対象とする筋群
—抗重力筋：下腿三頭筋、大腿四頭筋、大殿筋など
—生活機能の向上を図る（立つ、座る、歩く、階段を昇降するなど）
腹圧性尿失禁に対しては骨盤底筋群を強化する
運動の進め方
—1ヵ月間のコンディショニング期間、筋力向上期間、機能的運動期間の合計3ヵ月間を1周期とした進め方

（運動器の機能向上マニュアル（運動器の機能向上研究班、主任研究者大洞修一）2005より引用）

握など、地域におけるさまざまなルートにより行われる。「生活機能評価」は、市町村が基本健康診査と併せて実施するもので、手段の日常生活活動、運動器の機能、栄養改善、口腔機能、閉じこもり予防、認知症予防、うつ予防に関する25問で評価される。

提供される介護予防サービスには、「地域支援事業」では、特定高齢者を対象に、介護予防事業（運動器の機能向上、栄養改善、口腔機能の向上、閉じこもり予防・支援、認知症予防・支援、うつ予防・支援）がある。「予防給付」では、「介護予防通所介護」、「介護予防通所リハビリテーション」、「介護予防訪問介護」、「介護予防福祉用具貸与」など15種類のサービスがある。

4. 運動器の機能向上

「運動器の機能向上プログラム」は、「地域支援

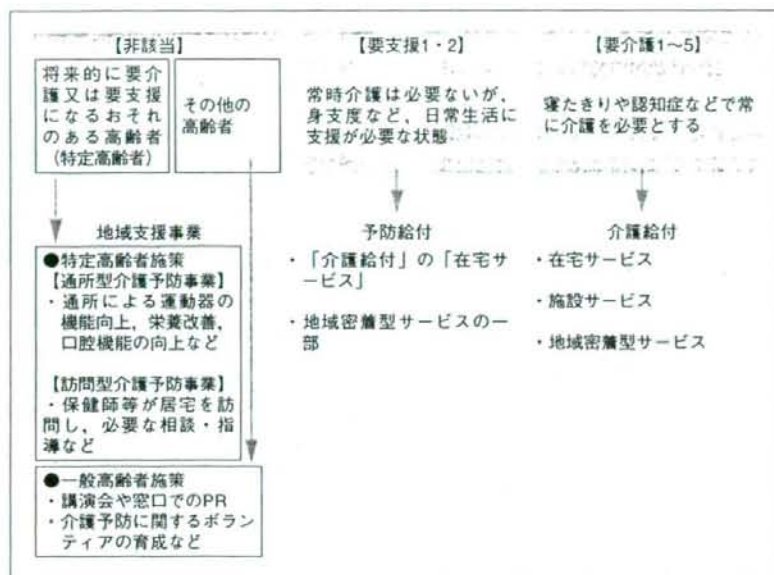


図1 新しい介護保険制度における介護予防

事業」、「予防給付」の両方で提供される。「地域支援事業」の「介護予防特定高齢者施策」では、集団的な運動や生活改善などを通じて運動器の機能向上が行われ、「介護予防一般高齢者施策」では、運動器の機能向上の重要性を理解してもらうことを目標として、さまざまな運動器の機能向上にかかわる地域活動の支援が行われる。「予防給付」では主に介護予防通所介護や介護予防通所リハビリテーションで実施される。

運動器の機能向上は、機能的な変化のみを目標とするのではなく、QOLを向上させることを狙っている。「予防給付」で機器を用いた運動の場合にはおおむね3ヵ月、機器を用いない場合は6ヵ月程度を1単位として、事前・事後評価を行いながら実施する。「地域支援事業」では、おおむね3

ヵ月を1単位として実施する。表1には「運動機能向上プログラム」を提供する際に考慮すべき点を示した。

介護予防における機能向上では、日常のQOLの向上と日常の身体活動量の増加、疾病や障害発生の予防を意図したプログラムが望まれる。日常のQOL向上のためには、関節の痛みの軽減のためのストレッチや筋力向上が考えられる。日常の身体活動量の増加のためには歩行能力を高くするための筋力や持久力の向上がある。また疾病や障害発生の予防においては特に転倒予防を意図した筋力やバランスの向上、歩行指導が考えられるであろう。

高田和子

(国立健康・栄養研究所健康増進プログラム)

The Association between Vitamin D levels and Functional Capacity of Daily Living among Japanese Frail Elderly

J. Okuno¹, S. Tomura¹, H. Yanagi¹, N. Yabushita¹, T. Okura¹, K. Tanaka¹. ¹Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba, Tsukuba, Japan.

The aim of this study was to evaluate the association between serum vitamin D levels and functional capacity of activity of daily living (ADL) among Japanese frail elderly. The study was a cross-sectional survey conducted in a town near Tsukuba city (latitude 36°north) in June 2005.

Participants were community-dwelling elderly aged 65 years and over who required support or nursing care to maintain ADL. The Ethics Committee of University of Tsukuba approved the study. A face-to-face interview was conducted based on a questionnaire including score of functional capacity of ADL (Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology: TMIG score), experiences of fall, stumbling and body sway during the past one year, walking ability, and the frequency of going outside of the home. The serum level of 25-hydroxy vitamin D₃ (25OHD), intact parathyroid hormone (iPTH) and calcium were measured in order to evaluate vitamin D status. The following tests were measured: Timed Up & Go (TUG) and a 5-meter walk for walking ability, functional reach and ankle strategy for balance, trunk flexion for flexibility, and grip strength for muscle strength. The age of 46 participants was 76.5±5.9 years (mean±SD, range: 65-90). Among the participants, 26.1% of the elderly required minimum support in ADL, and 73.9% had difficulties in standing up or walking and required moderate nursing care for ADL's, e.g., bathing. Of this population, 26.0% had joint disorders, 54.3% experienced falls, 80.4% experienced stumbling and body sway more than once during the past one year, and 47.8% were homebound. The average level of 25OHD was 63.0±14.1 nmol/L (mean±SD, range: 27.5-87.5) in this population. The 25 percentile of the concentration of 25OHD was 55.6 nmol/L, and 84.1% of the elderly had a level of 25OHD of less than 80 nmol/L. Significant negative correlations were found between 25OHD and iPTH ($r = -0.37$, $P = 0.032$) or TUG ($r = -0.35$, $P = 0.044$) adjusted by age and gender. Significant positive correlations were observed between 25OHD and calcium levels ($r = 0.36$, $P = 0.038$) or trunk flexion ($r = 0.41$, $P = 0.017$) adjusted by age and gender. The level of 25OHD was significantly lower in the elderly with difficulties in walking independently, those with functional reach < 23 cm, and those with TMIG score ≤ 10. The ratio of 25OHD level below 55.6 nmol/L was significantly higher in the group with lower walking ability, body imbalance or being homebound. It is suggested that in the Japanese frail elderly, vitamin D deficiency is associated with inferior walking ability or body balance, and that higher vitamin D levels may be needed to prevent fall and to maintain functional capacity of ADL.

〈原著〉

2年間の運動プログラムへの参加が虚血性心疾患患者および 高血圧患者の活力年齢に及ぼす効果

中垣内真樹¹ 田中喜代次² 佐々木智徳³
坂井 智明² 中村 容一² 藪下 典子²

要旨 虚血性心疾患患者と高血圧患者の運動実践に伴う活力年齢の変化を2年間にわたって観察し、長期的な運動の実践が活力年齢やその構成要素に及ぼす効果を検討することとした。活力年齢は、収縮期血圧、トリグリセライド (TG)、総コレステロール (TC)、低比重リポ蛋白コレステロール (LDLC)、ヘマトクリット (Hct)、1秒量 (肺機能)、腹囲、乳酸性閾値に相当する酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2LT}$) と心拍数 (HR_{1T})、反復横跳び、閉眼片足立ちの11項目から算出される体力項目を含む総合的な健康度の指標で、一般健常者の場合、平均して暦年齢と同じになる。対象者は虚血性心疾患患者7名 (53.6±6.6歳)、高血圧患者8名 (54.4±6.7歳) であった。対象者は、週に2回、90分の運動プログラム (有酸素性運動、筋力運動、レクリエーション運動、ストレッチ運動の複合型) に2年間継続して参加した。その結果、運動開始時の活力年齢 (虚血性心疾患患者: 62.1±6.8歳、高血圧患者: 64.0±8.1歳) は暦年齢 (虚血性心疾患患者: 53.6±6.6歳、高血圧患者: 54.4±6.7歳) に比べ有意に高かったが、運動開始3カ月後で活力年齢は有意に若返り (虚血性心疾患患者: 57.2±6.8歳、高血圧患者: 57.6±8.6歳)、2年後 (虚血性心疾患患者: 56.1±4.7歳、高血圧患者: 55.0±7.8歳) まで良好な状態を維持した。活力年齢の若返りは、 $\dot{V}O_{2LT}$ と反復横跳び、収縮期血圧、TGの改善によるものであった。本研究で実践した運動プログラムによって、虚血性心疾患患者と高血圧患者の活力年齢が3~6カ月で有意に改善し、さらに2年間にわたってその状態を維持できることが明らかになった。

緒 言

これまでの疫学的調査研究から身体活動の著しい不足は、動脈硬化性疾患への罹患を誘発し

やすいことが明らかである¹⁾。また、動脈硬化性疾患を有する者であっても運動を実践し、身体活動を増やすことで、危険因子である血圧や高脂血の改善²⁾、有酸素性運動能力の指標である最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) や乳酸性閾値 (lactate threshold: LT) 水準に相当する酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2LT}$) の増加³⁾ が期待できる。Ohnishiら⁴⁾ は、冠動脈造影検査で動脈硬化所見を示した者が1年間継続的に運動を実践することで抗高脂血症剤の投与なしに狭窄が退行することを認めている。このように動脈硬化性疾患患者にとって危険因子の改善や運動の習慣化が健康の回復・維持に重要であると指摘されてきた。しかし、本邦では、動脈硬化性疾患患者の健康関連

Effects of exercise conditioning on vital age of patients with ischemic heart disease and hypertension

-A 2-year follow-up study-

Masaki Nakaguchi¹, Kiyuji Tanaka², Tomonori Sasaki¹, Tomoaki Sakai¹, Yoichi Nakamura² and Noriko Yabushita²

¹長崎大学大学教育機能開発センター

²筑波大学人間総合科学研究科

³佐々木接骨院

[受付日: 2004年6月7日/採用日: 2005年8月30日]

指標に対する運動療法の効果について、数カ月間の効果を検討した報告は多いが、長期間での報告は限られている。

田中ら¹⁴⁾は、ヒトの健康度を評価する際に、血液検査項目や血圧などの健康関連指標のみならず体力情報や生理的諸機能の情報を含めた総合的評価が重要であることを主張し、有酸素性運動能力を表す $\dot{V}O_{2LT}$ や HR_{LT} をはじめ、肺機能(1秒量)、敏捷性体力(反復横跳び)、平衡性体力(閉眼片足立ち)を収縮期血圧、総コレステロール(TC)、低比重リポ蛋白コレステロール(LDLC)、トリグリセリド(TG)、ヘマトクリット(Hct)、肥瘦度(腹囲)などに含めて、健康・体力にかかわる多項目から算出される活力年齢(Vital age)という概念を発表した。活力年齢について、本邦成人女性136名のデータから運動の習慣化の意義を横断的に検討した結果、活力年齢は、①運動群、②一般群、③肥満の運動群、④高血圧の運動群、⑤肥満群、⑥高血圧群、⑦肥満かつ高血圧群、⑧虚血性心疾患群の順で低かった。高血圧群、肥満かつ高血圧群、虚血性心疾患群については、活力年齢が暦年齢を7~9歳上回ったことを報告している。その後の縦断的研究で、有酸素性運動を中心とした運動療法を実践すると6カ月間で虚血性心疾患患者の活力年齢は有意に低下し、暦年齢と有意な差が認められなくなったことを報告している。このように動脈硬化性疾患と関連する虚血性心疾患患者や高血圧患者などの運動療法の効果を検討するのに活力年齢が有用な指標となり得ることを示唆している。しかし、活力年齢やその構成要素に及ぼす運動療法の効果がさらに長期にわたって認められるのかどうかについては明らかでない。また、活力年齢の変化に対して、各構成要素がどのように寄与しているのかを十分に検討する必要がある。

本研究では、われわれが運動指導してきた虚血性心疾患患者と高血圧患者の運動の実践に伴う活力年齢の変化を2年間にわたって追跡した結果から、長期的な運動の実践が活力年齢やその構成要素に及ぼす効果を検討することとし

た。虚血性心疾患患者と高血圧患者を対象とした理由は、活力年齢がこれらの疾病の運動療法の効果を評価するのに有用な指標であること(適用範囲が及ぶこと)、動脈硬化性疾患と関連が強いからである。

I. 方 法

1. 対象者

対象者は虚血性心疾患患者7名(53.6±6.6歳)と高血圧患者8名(54.4±6.7歳)であった。本研究でいう虚血性心疾患患者とは、世界保健機構(WHO)の基準に従い「冠循環異常に基づく冠状動脈血流量と心筋酸素需要の不均衡により生じる心筋障害をともなう疾患群」と定義し、循環器専門医によって診断が確定した者であった。具体的には、病歴および心電図で冠縮性狭心症のある者、運動負荷テストの心電図で有意な虚血性のST-T変化を示す者であった。すべての対象者はNYHA(New York Heart Association)およびCCS(Canadian Cardiovascular Society)の分類によるとI~II度に該当した。高血圧患者とは、二次性高血圧が否定されたWHO分類I~II期の患者である。虚血性心疾患患者および高血圧患者は、問診およびアンケート調査から運動習慣のない者であった。具体的にはTranstheoretical model¹⁵⁾の基準による無関心期または関心期、準備期に該当する者であった。対象者全員が、循環器専門医によるメディカルチェックを受け、運動負荷テストの実施が可能と判定された者であった。また、個別に本研究の目的および検査内容を説明し、研究参加への承諾書(同意書)を得た。対象者は主治医の診察のもとカルシウム拮抗剤やベータ遮断剤など数種の薬物を服用(薬物療法を併用)していたが、本研究での追跡中には大きな変更はなかった。

2. 運動プログラム

運動プログラムは、平成10~12年に茨城県取手市にある東取手病院(循環器系専門病院)内

表1 運動プログラムの概要

運動プログラムの内容	
1) ウォーミングアップとしての徒手体操	10~15分
2) 有酸素性運動 (自転車運動、ウォーキング、エアロビックダンスなど)	15~25分
3) レクリエーション (卓球、ソフトバレーボール、バドミントンなど)	15~25分
4) 筋力強化運動 (自重によるレジスタンス運動、ダンベル運動など)	15~25分
5) クーリングダウンとしてのストレッチングおよびマッサージ	10~15分
6) 食事・生活指導	10~15分
運動プログラムの流れ	
1) ステージ1	数週間~数カ月
↓ 運動に対する意識の改善を促す (運動の楽しさ、おこない易さ、運動の爽快さを体感させる)	
↓ 有酸素性運動の強度はLTもしくはLTよりも15~30watts低い水準に設定	
2) ステージ2	数カ月
↓ 運動の効果が得られるように徐々に強度や種目の選択幅を増やす	
↓ 体調に応じて有酸素性運動の強度はLTもしくはLTよりも15~30watts高い水準に設定	
↓ ボール運動などレクリエーションや筋力強化運動も積極的に取り入れる	
3) ステージ3	数カ月
↓ 個々のライフスタイルや体調に合わせて運動を実践できる能力を養う	
↓ 運動の強度、種目を自己選択させる	
↓ いろいろな種類の運動を積極的に取り入れる	
その他	
1) 運動種目、運動強度、運動回数、運動時間などは、参加者の好み、その日の指導者の特性、季節などによって柔軟に対応 (工夫) しながら実施した	
2) 患者の体調がよい時は運動強度を制限しない時間帯 (1~10分) を設けた	
3) 個別に運動日誌を記入させることによって自宅での自主運動を促すとともに、自主運動での悩みに対応 (運動日誌にコメント) することで、個々のライフスタイルや体調に合わせて運動を実践できるよう指導した	

のフィットネス施設で実施した。運動プログラムの内容は、①徒手体操・ストレッチからなるwarming up (10~20分)、②LT水準あたりの自覚的運動強度あるいは仕事率での連続的な自転車運動と歩行またはジョギング (20~30分)、③筋力強化運動またはレクリエーション的なボールゲームなど (20~30分)、④徒手体操、ストレッチング、マッサージによるcooling down (10~20分) であった (表1)。プログラムの時間と頻度は90分/日、2回/週であった。個人ごとの運動強度は有酸素性運動の場合は運動負荷テストの結果から求めたLT水準あたりを平均的な運動強度とした。なお、筋力強化運動やボールゲームなどの運動強度は本人の意思を尊重しながら運動種目に応じて運動指導者が安全な範囲で運動強度を指示した。一般的には、筋力強化運動は10~15回反復できる強度での運動 (自重やダンベルなどを用いた運動)、レクリエーション的な運動 (ボールゲームなど) は自覚的運動強度の13「ややきつい」を基準として指導した。運動中には、無線方式の心電図や心拍

数、自覚的運動強度などのチェックを併用し、安全性の高い個別指導に努めた。また、初期の6カ月間は2週間に1回の頻度で、その後は1カ月に1回程度の頻度で食事・生活指導を行った。「食事や日常生活での注意事項、心臓病や高血圧予防に関する知識の提供」「食事日誌を基にした個別指導」を行った。なお、対象者は本プログラムに2年間で70%以上参加していた。

3. 活力年齢の算出および各項目の測定方法

活力年齢は、安静時の生理学的検査所見に運動負荷条件下での生理学的検査値や行動体力の測定値を説明変数群に組み入れて算出される健康評価尺度 (生物学的年齢) である。活力年齢の算出に必要な項目は、先行研究^{14, 16)}に基づいて選定し、同一方法にて測定した。その項目は、腹囲、収縮期血圧、 $\dot{V}O_{2LT}$ 、 HR_{LT} 、TC、LDLC、TG、Hct、反復横跳び、閉眼片足立ち、1秒量の11項目で、測定方法の詳細は本稿では割愛する。各項目の測定は、運動開始時、3カ月経過時、6カ月経過時、12カ月経過時、24カ

月経過時において同一機器で同様の手順にて同一検者が一括して行った。活力年齢は下記の式から算出した。

活力年齢 (VA) 算出式 (女性用)

$$VS = 0.016X_1 + 0.011X_2 - 0.064X_3 - 0.012X_4 + 0.004X_5 + 0.004X_6 + 0.004X_7 + 0.034X_8 - 0.037X_9 - 0.005X_{10} - 0.367X_{11} - 1.035$$

$$VA = 8.90VS + 0.330Age + 32.83$$

VS: 活力スコア (Vital score),

VA: 活力年齢 (Vital age),

Age: 暦年齢 (chronological age),

X_1 : 腹囲 (cm), X_2 : 収縮期血圧 (mmHg),

X_3 : $\dot{V}O_{2LT}$ (ml/kg/min), X_4 : HR_{LT} (beats/min),

X_5 : TC (mg/dl), X_6 : LDLC (mg/dl),

X_7 : TG (mg/dl), X_8 : Hct (%),

X_9 : 反復横跳び (回/20秒),

X_{10} : 閉眼片足立ち (秒), X_{11} : 1秒量 (l)

4. 解析方法

虚血性心疾患患者と高血圧患者との間で暦年齢や活力年齢および各測定項目の平均値を対応のないt検定で比較した。各疾患群での活力年齢と暦年齢の平均値を対応のあるt検定で比較した。各測定項目の運動開始時、3カ月経過時、6カ月経過時、12カ月経過時、24カ月経過時における平均値の差の有意性は一元配置の分散分析 (repeated-measures ANOVA design) により行った。分散分析の結果、有意差の認められた項目については、さらにpost hoc test (Scheffe F-test) を行った。統計的有意水準は5%に設定した。

II. 結 果

虚血性心疾患患者と高血圧患者の運動開始時における活力年齢 (虚血性心疾患患者 62.1 ± 6.8 歳、高血圧患者 64.0 ± 8.1 歳) は暦年齢 (虚血性心疾患患者 53.6 ± 6.6 歳、高血圧患者 54.4 ± 6.7 歳) と比べて有意に高かった (虚血性心疾患患者8.5歳、高血圧患者9.6歳)。運動開始3カ月経過時では活力年齢が虚血性心疾患患者で平均4.9歳、高血圧患者で平均6.4歳若返り、活力年齢と暦年

齢との間に有意な差がなくなった。運動開始時と3カ月経過時の活力年齢構成要素の変化では、活力年齢を低くする一係数で有意な向上を示したものは、高血圧患者の反復横跳び、 $\dot{V}O_{2LT}$ であり、活力年齢を高くする+係数で有意な低下を示したものは高血圧患者の収縮期血圧であった。運動開始6カ月経過時で有意な改善を示した項目は、虚血性心疾患患者の反復横跳び、 $\dot{V}O_{2LT}$ 、虚血性心疾患患者と高血圧患者のTGであった。6カ月以降は活力年齢および活力年齢構成要素に有意な改善はみられなかった。活力年齢と暦年齢の差 (活力年齢-暦年齢) は6カ月経過時で虚血性心疾患患者0.7歳、高血圧患者0.6歳、12カ月経過時で虚血性心疾患患者1歳、高血圧患者-1.7歳、24カ月経過時で虚血性心疾患患者0.5歳、高血圧患者-1.4歳となり、活力年齢は暦年齢と同程度まで低下した (表2)。

III. 考 察

田中ら¹⁴⁾は、Nakamuraら¹⁵⁾の方法に従い、成人女性の活力年齢 (いわゆる生物学的年齢) の推定式を作成した。本研究の対象者は女性のみであるが、これは活力年齢推定式が成人女性のものであるからである。本研究では、虚血性心疾患患者と高血圧患者の活力年齢や活力年齢構成要素の縦断的な変化を考察することとした。対象者は、主治医の診察のもと数種の薬物を服用しており、本研究の追跡中に薬物の服用状況に大きな変更はなかったが、完全に薬物療法の影響を取り除いたとは言えない。薬物療法に運動療法を併用したときの運動の効果として本結果を報告する。

田中ら¹⁴⁾は活力年齢を作成するにあたり、身体の生理学的諸機能や形態的特徴について、老化過程を支配するある一定のパターンあるいは法則性が存在するのかどうかを検討している。その手段として、生理学的・形態学的変数 (指標) と暦年齢の計34変数による相関行列に主成分分析を施した。そして、第1主成分を老化の基本過程を表す第一老化ファクター、第2~10

表2 運動実践に伴う活力年齢と活力年齢構成項目の変化

	虚血性心疾患患者		高血圧患者		虚血性心疾患患者		高血圧患者		虚血性心疾患患者		高血圧患者	
	運動開始 (1)		3カ月経過時 (2)		6カ月経過時 (3)		12カ月経過時 (4)		24カ月経過時 (5)		有意差 ($p < 0.05$)	
暦年齢 (歳)	53.6 ± 6.6	54.4 ± 6.7										
活力年齢 (歳)	62.1 ± 6.8*	64.0 ± 8.1*	57.2 ± 6.8	57.6 ± 8.6	54.3 ± 7.0	55.0 ± 6.3						
腹囲 (cm)	85.5 ± 3.9	89.6 ± 9.3	85.5 ± 4.4	87.8 ± 8.5	85.6 ± 4.4	87.0 ± 8.3						
収縮期血圧 (mmHg)	141.4 ± 15.8	155.9 ± 11.6	136.0 ± 17.3	141.1 ± 18.7	133.7 ± 16.5	137.8 ± 16.9						
TC (mg/dl)	241.6 ± 28.0	218.0 ± 30.3	240.3 ± 21.2	218.9 ± 19.0	239.7 ± 27.4	220.9 ± 42.7						
LDLC (mg/dl)	162.4 ± 29.1	136.6 ± 32.5	164.7 ± 22.6	143.3 ± 32.0	161.7 ± 20.0	142.0 ± 32.1						
TG (mg/dl)	126.6 ± 60.1	142.5 ± 83.5	99.0 ± 58.2	106.8 ± 45.1	74.6 ± 37.8	106.3 ± 48.9						
Hct (%)	40.9 ± 3.8	40.1 ± 4.2	41.2 ± 3.2	39.7 ± 2.3	40.0 ± 2.9	38.3 ± 2.9						
$\dot{V}O_{2L,T}$ (ml/kg/min)	12.0 ± 2.2	12.3 ± 2.3	14.3 ± 2.6	15.8 ± 2.6	15.9 ± 3.3	16.4 ± 3.4						
HR _{L,T} (beat/min)	111.7 ± 12.8	109.0 ± 18.5	114.6 ± 9.8	108.5 ± 16.0	115.7 ± 18.8	119.5 ± 12.9						
反復横跳び (回/20s)	28.6 ± 5.1	25.9 ± 5.0	33.9 ± 2.6	31.0 ± 5.3	35.7 ± 2.3	30.8 ± 6.0						
閉眼片足立ち (s)	16.6 ± 20.7	9.8 ± 7.2	24.4 ± 19.0	14.0 ± 7.4	21.4 ± 13.0	22.3 ± 15.4						
1秒量 (l)	2.16 ± 0.27	2.09 ± 0.25	2.21 ± 0.26	2.14 ± 0.22	2.20 ± 0.26	2.17 ± 0.26						
暦年齢 (歳)	54.6 ± 6.6	55.4 ± 6.7	55.6 ± 6.6	56.4 ± 6.7								
活力年齢 (歳)	55.6 ± 5.9	53.7 ± 6.6	56.1 ± 4.7	55.0 ± 7.8	1 > 2, 3, 4, 5	1 > 2, 3, 4, 5						
腹囲 (cm)	85.4 ± 5.0	85.2 ± 7.5	88.9 ± 5.4	90.2 ± 8.0		4 < 5						
収縮期血圧 (mmHg)	137.1 ± 12.7	138.5 ± 16.7	140.3 ± 15.9	132.5 ± 13.8		1 > 3, 4, 5						
TC (mg/dl)	237.9 ± 15.9	212.3 ± 33.7	213.7 ± 23.5	227.3 ± 26.3								
LDLC (mg/dl)	155.6 ± 16.5	134.6 ± 23.9	133.4 ± 32.2	142.2 ± 22.7								
TG (mg/dl)	97.0 ± 54.2	90.6 ± 53.6	87.3 ± 42.4	108.8 ± 57.0	1 > 3	1 > 3						
Hct (%)	40.3 ± 3.3	37.9 ± 2.5	40.3 ± 3.3	38.9 ± 3.0								
$\dot{V}O_{2L,T}$ (ml/kg/min)	15.0 ± 2.0	16.3 ± 3.4	13.8 ± 2.8	15.9 ± 2.4	1 > 3	1 > 2, 3, 4, 5						
HR _{L,T} (beat/min)	113.3 ± 17.9	120.1 ± 16.6	109.1 ± 17.5	126.0 ± 16.4								
反復横跳び (回/20s)	37.0 ± 3.4	32.5 ± 6.0	37.1 ± 6.1	33.1 ± 6.6	1 < 3	1 > 2, 3, 4, 5						
閉眼片足立ち (s)	23.9 ± 20.1	18.1 ± 17.2	21.4 ± 20.6	24.1 ± 19.0								
1秒量 (l)	2.18 ± 0.30	2.17 ± 0.28	2.14 ± 0.27	2.15 ± 0.26								

* $p < 0.05$ (活力年齢測定時の暦年齢と比較して)

成分を各種の器官・組織の老化を反映する第二老化ファクターと解釈した。活力年齢を構成している説明変数は第1主成分と高い因子負荷量を有し、かつ第2～10成分を代表する変数であることから、活力年齢においてヒトの老化度(健康度)なる属性の評価が可能と考えられる。田中ら¹¹⁾は成人女性136名(30～68歳)の資料に基づいて運動習慣や疾病とのかかわりから活力年齢の妥当性を検討している。これによると運動を実践している者の活力年齢は暦年齢と比べて有意に若く、虚血性心疾患や高血圧を有している者の活力年齢は同性・同年齢の一般健康者に比べて約7～10歳高い(老いている)ことを明らかにした。本研究においては、虚血性心疾患患者と高血圧患者の運動開始時の活力年齢は、暦年齢より平均で8.5歳および9.6歳高く、

先行研究¹¹⁾を支持する結果であった。Framingham Study¹²⁾では、肥瘦度が高いことに加え、血圧とTCの双方または一方が高値になれば、動脈硬化性疾患への罹患率が著しく高くなることを明らかにしている。その他の疫学的調査研究¹³⁾でも、高脂血症、高血圧、肥満が動脈硬化性疾患に直接的あるいは間接的に関与する(動脈硬化の危険因子である)ことが指摘されている。それに加えて運動習慣が動脈硬化危険因子の状態を好転し得ることが最近の報告から明らかになってきている。以上のことから、動脈硬化の危険因子や有酸素性運動能力などの健康・体力指標から算出される活力年齢について、虚血性心疾患患者と高血圧患者で暦年齢より10歳近く高かったことは妥当な結果と考えられよう。

虚血性心疾患患者と高血圧患者の活力年齢とその構成要素を縦断的に観察したところ、運動開始3カ月経過時に活力年齢が有意に低下した。それ以降は活力年齢の変化に有意な低下はみられなかったが、運動開始6カ月経過時から24カ月経過時まで活力年齢は暦年齢と同水準を維持した。高血圧患者に対する運動療法の報告¹³⁾では、運動開始3~6カ月で活力年齢が有意に低下し、活力年齢が暦年齢をわずかに下回るほどの改善を示している。また、田中と檜山¹⁴⁾の1年間の運動療法の成果では、活力年齢および活力年齢構成要素は3~6カ月で有意に改善し、6カ月~1年までは効果が停滞したことを報告している。これらは本研究での1年までの結果と同じであった。本研究では、さらに1年経過時と2年経過時で活力年齢は暦年齢と同水準を保つことがわかった。すなわち、活力年齢推定式を構成するすべての要素が6カ月以降でそれ以上に好転しなかった。筆者が知る限りでは、動脈硬化の危険因子や有酸素性運動能力をはじめとする体力指標に及ぶ運動の効果を数年追跡した報告は散見されるにすぎない。中垣内ら¹⁵⁾は、高齢者の有酸素性運動能力 ($\dot{V}O_{2peak}$ と $\dot{V}O_{2LT}$) について運動開始から5~8年の追跡調査の結果を報告した。有酸素性運動能力については、運動開始から4~6カ月で顕著に増高し、それ以降は加齢とともに約0.1%/年で低下することを明らかにしている。本研究の結果から動脈硬化の危険因子についても有酸素性運動能力と同様に運動開始半年以降は運動の効果が停滞する可能性が示唆された。

活力年齢構成要素の変化を比較したところ、運動開始3カ月経過時で有意な改善がみられた項目は、高血圧患者の反復横跳び、 $\dot{V}O_{2LT}$ 、収縮期血圧であった。6カ月経過時には虚血性心疾患患者の反復横跳び、 $\dot{V}O_{2LT}$ 、TG、高血圧患者のTGが有意に改善した。これらすべての項目は活力年齢を低くする方向に変化した。 $\dot{V}O_{2LT}$ の増加は運動による骨格筋内のミトコンドリア量、酸化酵素活性などの増加¹⁶⁾、末梢循環の改善や作業効率の改善によるものと考えられる¹⁷⁾。

血圧に関して、Hagberg¹⁸⁾やTipson¹⁹⁾は運動療法に関する文献研究から、運動によって降圧効果が認められることを報告している。一方、虚血性心疾患患者、高血圧患者の運動による降圧効果について改善がみられなかったとの報告^{4, 20)}もあるため、運動による降圧については一致した結論に至っていない。清水ら²¹⁾は、降圧効果は軽度の高血圧患者において顕著に現れ、中程度・重度の高血圧患者においては降圧効果が小さいことを報告している。このように高血圧の程度によっても降圧効果に差があるものと考えられる。一般的な運動による降圧機序は、安静時のノルアドレナリンの低下による交感神経緊張の低下、末梢血管抵抗の減少、心拍数の低下による心拍出量の減少などによるものであると考えられる²²⁾。本研究では高血圧患者の血圧は緩やかに低下し、3カ月経過時で運動開始時に比べ有意に改善したが、その後の有意な低下はみられなかった。

活力年齢に対する運動の効果は3~6カ月で顕著に表れたが、その後は停滞した。有酸素性運動能力を含めた体力要素、動脈硬化危険因子が6カ月以降も良好な水準に維持されたと解釈すると、これも運動の効果ともいえる。しかし、6カ月以降に $\dot{V}O_{2LT}$ をはじめとする活力年齢構成要素に有意な改善がみられなかったことは、運動の効果がプラトー（頭打ち）になったとも考えられる。したがって運動の効果については運動プログラムの内容とともに今後もっと詳細な検討が望まれる。本研究では運動を継続することで6カ月以降も健康状態や体力水準が良好な状態に維持できることを示唆したが、より一層の改善を求める必要があるのなら、効果がプラトーに達した6カ月以降で運動強度をさらに高めるなどの運動プログラムの工夫が必要になるかもしれない。しかし、より一層の効果を求めるために運動強度を高めれば、運動による障害の危険性を増したり、運動のアドヒアランスにかかわる問題が現れたりすることも考えられることから、慎重な検討が必要であろう。長期的にそして多角的に運動の効果を検討することが

運動処方にかかわる研究の今後の課題である。

IV. 結 語

本研究では、虚血性心疾患患者と高血圧患者の運動の実践に伴う活力年齢の変化を2年間にわたって観察した。その結果、運動に伴う活力年齢および活力年齢構成項目は3~6カ月で有意に改善した。その後も運動を続けることで活力年齢は暦年齢と同水準に維持された。すなわち、運動を実践することで、健康状態および体力水準が3~6カ月で良好な状態に改善され、それ以降、良好な状態が維持できた。長期的な運動の実践が虚血性心疾患患者と高血圧患者の体力項目を含む総合的な健康度に好影響を及ぼすことが示唆された。

文 献

- 1) Kannel W, Belanger A, D'Agostino R, Israel I : Physical activity and physical demand on the job and risk of cardiovascular disease and death: Framingham Study. *Am Heart J* 1986 ; 109 : 671-673.
- 2) Paffenburger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC : Physical activity, all-cause mortality and longevity of college alumni. *N Engl J Med* 1986 ; 314 : 605-613.
- 3) Pakkanen J, Marti B, Nissinen A, Tuomilehto J, Punsar S, Karvonen MJ : Reduction of premature mortality by high physical activity: 20-year follow-up of middle-aged Finnish men. *Lancet* 1987 ; 1 : 1473-1477.
- 4) Johnson WP, Grover JA : Hemodynamic and metabolic effects of physical training in four patients with essential hypertension. *J Can Med Assoc* 1967 ; 96 : 842-864.
- 5) 李美淑, 田中喜代次, 竹田正樹, 海野英哉, 檜山輝男 : 中年男性冠動脈疾患患者の運動習慣に伴う体力年齢と活力年齢の変化. *Geriatr Med* 1994 ; 32 : 715-723.
- 6) Urata H, Tanabe Y, Kiyonaga A, Ikeda M, Tanaka H, Shindo M, Arakawa K : Antihypertensive and volume depleting effects of mild exercise on essential hypertension. *Hypertension* 1987 ; 9 : 245-252.
- 7) Ehsani AA, Martin WH, Heath GW, Coyle EF : Cardiac effects of prolonged and intense exercise training in patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1982 ; 5 : 246-254.
- 8) Ferguson RJ, Petitclerc R, Choquette G, Chaniotis L, Gauthier P, Huot R, Allard C, Jankowski L, Campeau L : Effects of physical training on treadmill exercise capacity, collateral circulation and progression of coronary disease. *Am J Cardiol* 1974 ; 34 : 764-769.
- 9) Froelicher V, Jensen D, Genter F, Sullivan M, Mckirnan MD, Witthum K, Scharf J, Strong ML, Ashburn W : A randomized trial of exercise training in patients with coronary heart disease. *J A M A* 1984 ; 252 : 1291-1297.
- 10) Hagberg JM, Ehsani AA, Holloszy JO : Effects of 12 months of intense exercise training on stroke volume in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1983 ; 67 : 1194-1199.
- 11) Haennel RG, Quinney HA, Kappagoda CT : Effects of hydraulic training following coronary artery bypass surgery. *Med Sci Sports Exerc* 1991 ; 23 : 158-165.
- 12) Ohnishi D, Brown S, Scherwitz LW, Billings JH, Armstrong WT, Ports TA, McLanahan SM, Kirkeeide RL, Brand RJ, Gould KL : Can lifestyle changes reverse coronary heart disease? *Lancet* 1990 ; 336 : 129-133.
- 13) 田中喜代次, 吉村隆喜, 前田如矢, 中塘二三生, 竹島伸生, 浅野勝己, 竹田正樹, 渡邊寛, 檜山輝男 : CHD危険因子に基づく健康評価尺度としての成人女性の活力年齢の妥当性. *動脈硬化* 1991 ; 20 : 303-310.
- 14) Marcus BH, Simkin LR : The transtheoretical model: Applications to exercise behavior. *Med Sci Sports Exerc* 1994 ; 26 : 1400-1404.
- 15) 田中喜代次, 松浦義行, 中塘二三生, 中村栄太郎 : 主成分分析による成人女性の活力年齢の推定. *体育学研究* 1990 ; 35 : 121-131.
- 16) 田中喜代次, 渡邊寛, 檜山輝男, 竹田正樹, 吉村隆喜 : 冠動脈硬化性心疾患患者の活力年齢および院内個別監視型運動療法の効果. *動脈硬化* 1992 ; 20 : 597-603.
- 17) Nakamura E, Moritani T, Knetaka A : Biological age versus physical fitness age in women. *Eur J Appl Physiol* 1990 ; 61 : 202-208.
- 18) 盧昊成, 田中喜代次, 竹田正樹, 海野英哉, 檜

- 山輝男：本態性高血圧女性に対する血圧および活力年齢への効果。体力科学 1996；45：91-100.
- 19) 田中喜代次，檜山輝男：虚血性心疾患患者に対する1年間の院内個別監視型運動療法の有効性—活力年齢について—。教育医学 1994；40：136-144.
- 20) 中垣内真樹，田中喜代次，盧吳成，重松良祐，大蔵倫博，竹田正樹，檜山輝男：高齢者の全身持久性体力を評価することの意義。生理人類学雑誌 2000；5：11-15.
- 21) Gollnick PD, Saltin B：Significance of skeletal muscle oxidative enzyme enhancement with endurance training. Clin aphysiol 1982；2：1-12.
- 22) Jennings GL, Nelson L, Esler MD：Effects of changes in physical activity on blood pressure and sympathetic tone. J Hypertens 1984；2：139-141.
- 23) Hagberg JM：Exercise, fitness, and hypertension, in exercise, fitness and health. Champaign, Human Kinetics Book, 1990：455.
- 24) Tipton CM：Exercise, training and hypertension: an update. Exercise and sport sciences review 1991；19：447-505.
- 25) Fagard R：Habitual physical activity, training, and blood pressure in normo- and hypertension. Int J Sports Med 1985；6：57-67.
- 26) Gilders RM, Voner C, and Dudley GA：Endurance training and blood pressure in normotensive and hypertensive adults. Med Sci Sports Exerc 1989；21：629-639.
- 27) Seals DR, Hagberg JM, Hurley BF, Ehsani AA, Holloszy JO：The effect of exercise training on human hypertension. Med Sci Sports Exerc 1984；16：207-215.
- 28) 清水明，荒川規矩男：高血圧の運動療法。医学のあゆみ 1990；153：911-914.

ABSTRACT

Effects of exercise conditioning on vital age of patients with
ischemic heart disease and hypertension
—A 2-year follow-up study—

Masaki Nakagaichi¹, Kiyoji Tanaka², Tomonori Sasaki³,
Tomoaki Sakai⁴, Yoichi Nakamura² and Noriko Yabushita²

¹Research and Development Center for Higher Education, Nagasaki University

²Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

³Sasaki Bonesetter's Office

The purpose of this study was to evaluate the effects of long-term exercise on vital age (VA) in female patients with ischemic heart disease (IHD) and hypertension (HT). VA is a useful index of one's health status or physical vitality and is similar to chronological age for the majority of healthy people. Eleven physiologic and anthropometric factors are included in the VA equation, including systolic blood pressure, triglycerides, total cholesterol, low-density lipoprotein-cholesterol, hematocrit, forced expiratory volume for one second, abdominal girth, oxygen uptake and heart rate corresponding to lactate threshold ($\dot{V}O_{2LT}$ and HR_{LT}), side-to-side stepping, and one-leg balance with eyes closed. Seven IHD patients (53.6 ± 6.6 years) and eight HT patients (54.4 ± 6.7 years) participated in an exercise (a combination of aerobics, resistance, recreation, and stretching) program for 90 min, a minimum of 2 day per week, for 2 yr. Prior to participation in the exercise program, the patients with IHD and HT had significantly higher VA (IHD: 62.1 ± 6.8 years, HT: 64.0 ± 8.1 years) than CA (IHD: 53.6 ± 6.6 years, HT: 54.4 ± 6.7 years). VA decreased significantly at month 3 (IHD: 57.2 ± 6.8 years, HT: 57.6 ± 8.6 years) and remained relatively stable or decreased further thereafter until year 2 (IHD: 56.1 ± 4.7 years, HT: 55.0 ± 7.8 years). The reductions in VA were due primarily to significant increases in $\dot{V}O_{2LT}$ and side-to-side stepping, and significant decreases in systolic blood pressure and triglycerides. These factors improved significantly at months 3 or 6 and were maintained until year 2. These results clearly indicate that the exercise program improves vital age of female patients with IHD and HT.

Key Word : vital age, ischemic heart disease, hypertension, exercise conditioning

在宅脳血管疾患患者における転倒予防の意義と今後の可能性

新村由恵¹⁾, 坂井智明²⁾, 田中喜代次²⁾

Fall Prevention in Stroke Patients

Yukie SHIMURA¹⁾, Tomoaki SAKAI²⁾ and Kiyoji TANAKA²⁾

I. はじめに

「高齢社会」といわれる日本では、現在もなお高齢化が進んでおり、65歳以上の人口が2560万人、高齢化率が20.0%となった¹⁾。それに伴い、要介護の高齢者数も、増加の一途にある²⁾。我が国では、要介護高齢者が不可避免的に増加することへの対策として、平成12年4月から介護保険制度を導入し、介護の充実を図ろうとしている。特に、長生きをするだけでなく、生活の質 (quality of life: QoL) をより良好に維持することが重要視されており、要支援・要介護ではない生活、つまり健康で自立した生活を送ることのできる期間 (健康寿命) を延ばすことをねらいとしたさまざまな試みがなされている^{3) 4) 5) 6)}。

その一つが転倒予防である。転倒は、骨折を引き起こす危険性が高く、それが寝たきりにつながることも少なくない。そのため、転倒予防は寝たきりの1次予防策として位置づけられており、我が国では、保健事業第4次計画による健康教育事業の中で、寝たきり防止

事業として転倒骨折予防教室が展開されている⁷⁾。

我が国における高齢者の転倒率は、年間約10~20%であり、そのうち約10%が骨折に至る⁸⁾。また、転倒により骨折などの外傷を被らなかったとしても、転倒への恐怖心から外出を控え、不活動となり、要介護を招く恐れもある⁹⁾。ことから、転倒は高齢者における要介護要因の第4位にあげられている¹⁰⁾。American Geriatrics Society (2001) のガイドラインによると、欧米における65歳以上の高齢者の転倒率は35~40%と高率であり¹¹⁾、欧米諸国においても転倒は注目されている。国内外を問わず、転倒予防は今後の高齢社会における要介護者減少のための重要な課題といえよう。

II. 脳血管疾患患者における転倒予防の必要性

A. 脳血管疾患患者とは

脳血管疾患の代表的疾患としては、局所性脳機能障害である出血性の脳出血・くも膜下出血・脳動脈奇形に伴う頭蓋内出血と、閉

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科
〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1
筑波大学総合研究棟D棟

2) 筑波大学人間総合科学研究科
〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1
筑波大学総合研究棟D棟

1) Doctoral Program of Comprehensive Human Science,
University of Tsukuba
Laboratory of Advanced Research D, 1-1-1 Tennodai,
Tsukuba City, Ibaraki (305-8574)

2) Graduate School of Comprehensive Human Sciences,
University of Tsukuba
Laboratory of Advanced Research D, 1-1-1 Tennodai,
Tsukuba City, Ibaraki (305-8574)

塞性の脳梗塞の4つがあげられる²²。脳血管疾患発症により伴う後遺症として、運動障害、感覚障害、失語・失行・失認といった高次脳機能障害、視力障害などの脳神経障害、意識障害など、さまざまな症状があげられ、これらの症状により脳血管疾患患者は日常生活に多くの支障をきたす。その中でも運動麻痺は発症頻度が高く、リハビリテーションの対象病態として最重要視されている。

運動麻痺とは、大脳皮質運動野から筋に至る神経路や筋の障害により随意的な筋の収縮力が低下した状態をいい、障害される部位により不随症状に特徴がある。運動麻痺には、単麻痺、片麻痺、対麻痺、四肢麻痺などさまざまな麻痺症状があるが、運動麻痺で最も多くみられる症状が一側上下肢に麻痺が生じる片麻痺である²³。大脳は左脳と右脳に分かれており、片麻痺のうち、左脳に障害が起これば右半身に麻痺が、右脳に障害が起これば左半身に麻痺が生じる。

我が国では医療技術の発展により脳血管疾患患者の救命率の改善とともに、生存率が高まった²⁴ことから、片麻痺等の後遺症を保有した脳血管疾患有病者数は増加している²⁵。厚生労働省(2004)の報告によると、現在、脳血管疾患は要介護の要因第1位にあげられており、彼らの自立度の維持・改善に向けた施策は非常に重要である²⁶。

B. 脳血管疾患患者の転倒率

脳血管疾患罹患の後遺症の一つである片麻痺は、その程度に個人差はあるものの、一般に日常生活動作の障害や身体機能の低下をもたらす。そのため、脳血管疾患患者の転倒率は、一般に転倒率が高いとされる在宅高齢者の35~40%よりもさらに高い^{27,28}。脳血管疾患患者はその回復過程から急性期、回復期、慢性期の3つに大別され²⁹、入院中である急性期(脳血管疾患発症から離床までの期間)および回復期(離床から退院までの期間)と、退院後の慢性期³⁰では転倒発生状況が異なるため、以下に分けて述べることにする(表1)。

B-1. 急性期および回復期脳血管疾患患者の転倒率

急性期および回復期の脳血管疾患患者は、通

常病院に入院しているため病院内での転倒が多く、転倒発生率は急性期で14%³¹、回復期で24~47%^{32,33,34}と報告されている。これらの調査は、脳血管疾患発症後から約2~6週間と短い期間の転倒について調査しているにも拘らず、一般高齢者(65歳以上)における1年間の転倒率35~40%と比べて非常に高い。

脳血管疾患患者の骨折の84%が転倒を原因とする³⁵ことに加え、入院中の脳血管疾患患者に起こる外傷の多くが転倒を原因としている³⁶ことから、脳血管疾患患者のための転倒予防の必要性が指摘されている。また、本来機能回復を目的とするリハビリテーション中に転倒が多く発生することも問題視されている^{37,38}。

B-2. 在宅脳血管疾患患者(慢性期脳血管疾患患者)の転倒率

脳血管疾患患者の中でも在宅脳血管疾患患者が転倒する危険性は特に高いといわれている。脳血管疾患患者の多くは、病院での集中的なリハビリテーションの後、退院して自宅で生活する。自宅は病院内とは異なり、脳血管疾患患者にとって安全管理の行き届かない環境であることから、生活を営む上で多くの困難を伴い、転倒の危険性も高まる。Forster et al. (1995)は、脳血管疾患患者の入院中から退院後にかけての転倒率の変化を検討するために、脳血管疾患患者における脳血管疾患発症前から退院後6ヵ月間の転倒発生について縦断研究をおこなった³⁹。脳血管疾患患者の転倒率は、脳血管疾患発症前には21%であったのが、入院中には46%、退院後6ヵ月間には73%と増加の一途を示した。また、Hyndman et al. (2002)やLamb et al. (2003)は、脳血管疾患発症後、2年経過している脳血管疾患患者の転倒率は1年間で48~50%^{40,41}、Jorgensen et al. (2002)は脳血管疾患発症後10年以上経過している脳血管疾患患者の転倒率はたった4ヵ月間で23%に至ったと報告している⁴²。さらに、Chiu et al. (1992)やKanis et al. (2001)は、発症後長い期間を経ている脳血管疾患患者ほど転倒および骨折を起こしやすいと報告している⁴³。このように退院後の脳血管疾患患者の転倒率は入院中と比べて高率であり、脳血管疾患