

骨粗鬆症と転倒の予防教室への参加年数が 骨密度と体力に及ぼす影響

藤縄 理¹⁾ 山口 明夫²⁾

要 旨：【目的】住民が主体的に運営する骨粗鬆症と転倒の予防教室(以下予防教室)への参加年数の違う群間で骨密度と体力を比較検討した。

【方法】対象は予防教室の参加年数により、1群29名、2群43名、3群53名、測定のみに参加した4群101名とした。骨密度は超音波法により踵骨で測定し、体力は文部科学省の新体力テストにより測定した。

【結果】身体特性(年齢、身長、体重)は群間で有意差はなかった。骨密度は%YAMが82～86%、%同年齢が99～104%で群間に有意差はなかった。上体起こし、6分間歩行、10m障害物歩行は参加年数が長いほど優れており(各 $p<0.001$)、開眼片足立ちは4群が2群より短かった($p<0.05$)。握力、長座位体前屈では有意差はなかった。

【結論】骨密度は参加年数に関わらず年齢の平均値を示していた。体力では上体起こし、10m障害物歩行、6分間歩行は参加年数が長い群が有意に高かった。

【Key words】 骨密度、超音波法、音響的評価値(OSI)、体力テスト、予防教室

緒 言

我々は2003年に埼玉県内A市とB町の保健センターとの共催事業として6ヶ月間骨粗鬆症と転倒の予防教室(以下予防教室)を実施し、その前後に骨密度と体力を測定した。その結果、女性53人(年齢 60.2 ± 5.5 歳)の骨密度は有意に低下したが、体力は有意に向上した。2007年に2003年の予防教室参加者に対して、再度骨密度・体力(握力、上体起こし、長座位体前屈、開眼片足立ち、10m障害物歩行、6分間歩行)を測定した結果、参加した39人の骨密度は低下していたが、体力のうち長座位体前屈は有意に向上し、他の体力は維持していた。そこで2008年からは、2007年の測定参加者がリーダーとなって高齢住民が主体的に運営する予防教室の設立と運営を支援してきた。A市は広域合併で2005年にC市A区となり、2008年以降は市との共催事業として支援はできなくなったが、2009年には住民だけで2つの町内会で予防教室が設立され、合計3つが運営されるようになった。

一方、B町はD市と合併後、D市との共催事業としてB地区保健センターで支援を行い、2017年までに3つの教室が住民主体で運営されるようになった。その間、住民の骨密度と体力を定期的に測定し、その結果にコメントを加えて返却して支援の一環としてきた。本研究の目的は、予防教室への参加の有無と年数が骨密度と体力に及ぼす影響を検討することである。

研究対象と方法

対象は地域在住の女性高齢者で、参加した予防教室の開始時期により1から3群に分け、測定のみに参加した群を4群とした。1群は2003年からの12名と2008年から参加した17名の計29名(平均年齢±標準偏差：69.2±4.7歳)、2群は2009年からD市B保健センターで新たに始まった予防教室に2013年までの間に参加し始めた43名(69.8±5.5歳)、3群は2014年から開催されてきたD

1) 福井医療大学 保健医療学部 リハビリテーション学科 理学療法教員室

2) 福井医療大学 学長
(採択日 2020年11月)

市内での予防教室に参加した53名(3群; 71.2±4.5歳), 4群は2015年から2017年に測定のみ参加した住民101名(70.2±5.0歳)とした。なお, 対象者の平均年齢は1から3群は2017年の, 4群は測定参加時である。

地域住民主体の予防教室は地域在住の高齢者が会を作って運営し, 2017年には埼玉県内のC市とD市で各3つの予防教室が開催されていた。新たな予防教室を設立するときには1年目に医師, 看護師, 管理栄養士, 理学療法士, 作業療法士などの専門職が医学的情報や運動プログラム, 栄養と食事, リクリエーション, 運営方法などを指導した。2年目以降は住民が会を作って予防教室を運営し, 会員の中のリーダーが中心となって, 運動プログラムを月1〜2回の頻度で実施していた。予防教室によってはお花見を兼ねたウォーキング, 食事会, 日帰り旅行なども行っていた。運動プログラムは, 柔軟性を維持・向上させるためのストレッチング, 腹筋や背筋を鍛えるための軽度な体幹運動, 四つ這い位や立位でのバランストレーニングなどからなり, さらに有酸素運動としてウォーキングを推奨した。ウォーキングは背すじを伸ばして, 顎を引き, 歩幅は大きく, 踵からついて, つま先で強くけるように指導した。また, ウォーキングを含めた起床から就寝までの一日の活動量を歩数計で計測し, 8000歩以上になることを推奨し, 歩数と活動内容を記録するようにしてもらった。

骨密度と体力測定の実施時期と回数は, 2003年度は教室の前後と終了6か月後の3回, 2004年度と2007年度は経過観察のため1回, 2008年度は2期にわたって新しい予防教室を開催したので, 各前後の4回, 2010, 2011, 2012, 2014年度は各2回, 2013, 2015, 2016, 2017年度は各1回行った。骨密度測定は, 超音波法で踵骨の音響的評価値(OSI)を測定し, 若年成人平均値(%YAM)および同年齢平均値(%同年齢)を求めた。体力測定は文部科学省の新体力テスト(65歳〜79歳対象;

以下体力テスト)¹⁾により, 握力, 上体起こし回数, 長座体前屈距離(cm), 開眼片足立ち時間(秒;最大120秒), 10m障害物歩行時間(秒), 6分間歩行距離(m)を測定した。測定後は結果を記録した集計用紙に理学療法士が体力テストの項目別得点表¹⁾(順序尺度)により点数化し, 骨密度と体力の結果にコメントしたコピーを参加者に1から2か月後に返却した。予防教室参加者には教室開催時に返却し, 理学療法士が総評と参加者全体への指導および個別指導を行った。その時予防教室に欠席した対象者や測定にのみ参加した者には郵送で返却した。

統計解析では体力を点数化した値は順序尺度のため, 比例尺度である実測値を用いた。4群間の比較では, 1〜3群は2017年の測定値を, 4群は測定参加時の値を用いて一元配置分散分析と多重比較(Tamhane)を実施し, 有意水準5%とした。

本研究は埼玉県立大学倫理委員会の承認を得て(承認番号27037), 対象者には口頭と文書で説明し同意を得て実施した。

結 果

各群の身体特性(年齢, 身長, 体重)と骨密度を表1に, 体力の実測値を表2に, 文部科学省の「体力テストの得点表および総合評価」¹⁾により求めた得点を表3に示す。身体特性では, 年齢は69〜71歳, 身長は150〜153cm, 体重は49〜51kgといずれも群間で有意差は無かった。骨密度の%YAM(平均±標準偏差(SD))は1群81.9±6.4%, 2群84.1±9.2%, 3群85.8±8.2%, 4群82.8±6.7%(p=0.076)(表1), %同年齢は1群101.5±8.3%, 2群99.1±9.6%, 3群103.6±9.5%, 4群99.8±8.8%(p=0.051)(表1)となり, いずれも有意差は無かった。

表1. 各群の身体特性と骨密度の比較

	1群(N=29)		2群(N=43)		3群(N=53)		4群(N=101)		有意確率
	平均	S D	平均	S D	平均	S D	平均	S D	
年齢(歳)	69.2	4.7	69.8	5.5	71.2	4.5	70.2	5.0	0.278
身長(cm)	150.4	4.9	153.1	5.2	150.3	5.4	150.5	14.5	0.519
体重(kg)	49.2	4.0	51.2	5.9	50.8	5.6	51.3	6.9	0.426
骨密度 %YAM	81.9	6.4	84.1	9.2	85.8	8.2	82.8	6.7	0.076
%同年齢	101.5	8.3	99.1	9.6	103.6	9.5	99.8	8.8	0.051

N: 被検者数, SD: 標準偏差

体力では、上体起こし回数は1群13.1±5.8回，2群11.7±6.0回，3群9.7±5.4回，4群6.5±5.8回と参加年数が長いほど有意に多くの回数が可能であった(p<0.001)(表2，図1)．得点では，10点満点で1群8点，2群7点，3群6点，4群4点であった(表3)．

6分間歩行距離は1群584.3±84.6m，2群589.4±59.5m，3群569.1±57.3m，4群533.4±79.5mとなり2群，1群，3群，4群の順で歩行距離が長かった(p<0.001)(表2，図2)．得点では，1，2群が7点，3，4群が6点であった(表3)．

表2．各群の体力の比較

	1群(N=29)		2群(N=43)		3群(N=53)		4群(N=101)		有意確率
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	
上体起こし(回)	13.1	5.8	11.7	6.0	9.7	5.4	6.5	5.8	<0.001
10m障害物歩行(秒)	6.9	0.7	6.8	0.9	7.2	1.3	7.8	1.5	<0.001
6分間歩行(m)	584.3	84.6	589.4	59.5	569.1	57.3	533.4	79.5	<0.001
開眼片足立ち(秒)	99.5	34.0	98.0	35.2	83.1	42.7	78.6	44.8	0.022
握力(kgw)	23.6	3.4	24.5	4.1	24.0	3.8	24.0	10.0	0.965
長座体前屈(cm)	41.5	9.7	42.6	8.6	41.0	9.7	44.4	4.6	0.894

N：被検者数，SD：標準偏差

表3．体力テストの得点(10点満点)

体力テスト項目	1群(N=29)			2群(N=43)			3群(N=53)			4群(N=101)		
	平均	-SD	+SD	平均	-SD	+SD	平均	-SD	+SD	平均	-SD	+SD
上体起こし	8	5	10	7	4	10	6	3	9	4	1	7
10m障害物歩行	7	8	6	7	8	6	7	8	5	6	8	4
6分間歩行	7	5	9	7	6	9	6	5	8	6	4	8
開眼片足立ち	9	8	10	9	8	10	9	8	10	9	7	10
握力	6	5	8	6	5	8	6	5	8	6	3	10
長座体前屈	6	4	9	7	4	9	6	4	8	7	6	8

N：被検者数，SD：標準偏差，-SD：平均-1SDの得点，+SD：平均+1SDの得点

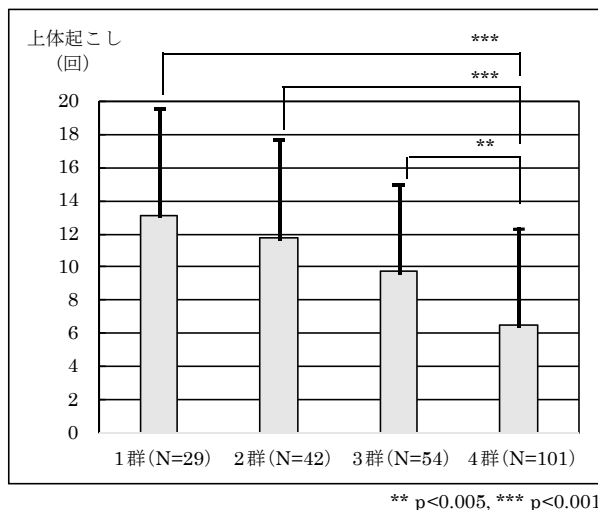


図1．上体起こし回数

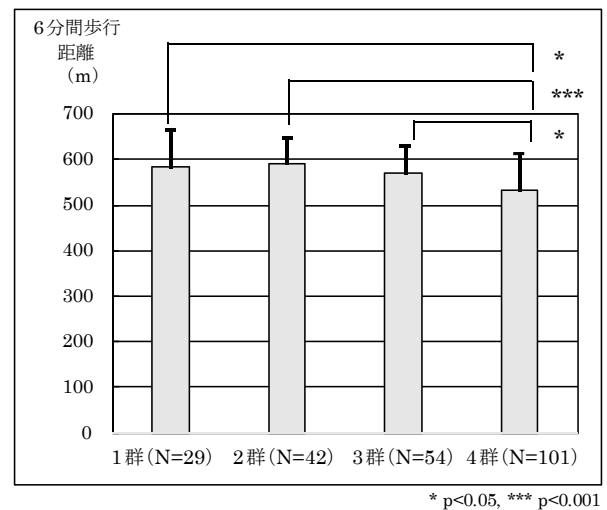


図2．6分間歩行距離

10m障害物歩行は1群6.9±0.7秒，2群6.8±0.9秒，3群7.2±1.3秒，4群7.8±1.5秒となり，4群に比べて1群，2群が有意に速かった(p<0.001)(表2，図3)．得点では，1群5点，2，3群7点，4群6点であった(表3)．

開眼片足立ち時間は1群99.5±34.0秒(得点：平均，

-SD～+SD 9，8～10点)，2群98.0±35.2秒(9，8～10点)，3群83.1±42.7(9，8～10点)，4群78.6±44.8秒(9，7～10点)となり，2群が4群に比して有意に長かった(p=0.022)(表2，図4)．しかし，得点はいずれも9点であった(表3)．

握力は1群 23.6 ± 3.4 kgw, 2群 24.5 ± 4.1 kgw, 3群 24.0 ± 3.8 kgw, 4群 24.0 ± 10.0 kgw ($p=0.965$) (表2)で有意差は無く ($p=0.965$), 得点では1, 2, 3, 4群全て6点であった(表3).

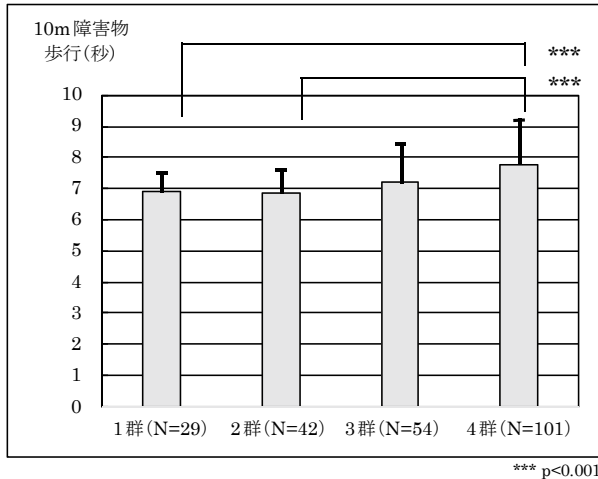


図3. 10m障害物歩行

長座体前屈は1群 41.5 ± 9.7 cm, 2群 42.6 ± 8.6 cm, 3群 41.0 ± 9.7 cm, 4群 44.4 ± 4.6 cm ($p=0.894$) (表2)となり有意差はなく, 得点では1, 3群が6点, 2, 4群が7点であった(表3).

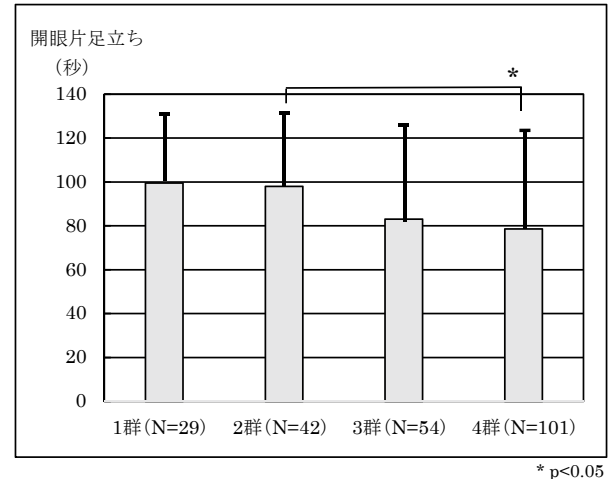


図4. 開眼片足立ち時間

考 察

女性の骨の健康に対する身体活動と運動の効果として, Troy KLら²⁾は衝撃の強い運動, 例えばジャンピング, ホッピング, 抵抗運動のうち, 強い衝撃や変動する衝撃を伴ったものは最も骨に効果がある. そして, 骨の状態を維持, 改善するためには短時間の運動(1日30分かそれ以内)を週に2~4回継続する必要がある²⁾. さらに, 高齢女性で, 衝撃の強い運動を行うことがリスク要因になる場合は, 抵抗運動や特定のヨガの姿勢, あるいはウォーキングが骨を維持, 増強するには適している²⁾と報告している. 高齢者における筋の健康障害(sarcopenia)と骨の脆弱性(osteoporosis, osteopenia)との関連についての横断的コホート研究では, 骨密度が低い高齢男女は, 筋容積, 筋力, 身体能力が低いなどの筋機能障害を伴っている³⁾. 運動の種類と大腿骨頸部の骨密度および転倒リスクについて, 水平位でのレッグプレス, 自転車こぎなどの閉鎖性運動連鎖(closed kinetic chain; CKC)運動は, 下肢伸展挙上運動, 屈膝臥位での股関節すくめ運動, 腹臥位股関節伸展運動, 側臥位股関節外転・内転運動などの開放運動連鎖(open kinetic chain; OKC)運動に比べて有意に大腿骨頸部の骨密度が高くなり, 転倒リスクは有意に低くなったと報告されている⁴⁾. そして,

柔軟性や筋力を維持増強させる他の活動も, 転倒のリスクを軽減させ, ひいては骨折のリスクを軽減させるためには効果がある²⁾.

予防教室で指導した運動は, 柔軟性を維持・向上させるストレッチング, 四つ這い位, 膝立位, 立位での自重を使った軽い筋力トレーニングとバランス運動である. そして, ウォーキングを推奨し, 歩数計を用いた一日の運動量の記録をしてもらった. 対象者の骨密度はいずれの群でも%YAMが82~86%, %同年齢は100~104%であった. 原発性骨粗鬆症の診断基準(2000年度改訂版)では, YAMの80%以上が正常, 70%以上~80%未満が骨量減少, 70%未満が骨粗鬆症としている⁵⁾. 今回測定に参加した被検者の骨密度は, 予防教室への参加の有無や年数にかかわらず平均値は%YAMが正常範囲, %同年齢はほぼ100%で年齢相応の値を示した.

一方, 高齢者の運動と体力への効果については, いくつかの報告がある. 高齢者に対して, 機能的安定化トレーニング, 体幹や下肢の筋力トレーニング, 固有受容器を刺激する動的な姿勢トレーニングからなっているバランストレーニングを施設に通って理学療法士の指導の下で週3回, 30分のプログラムを行い, それ以外の日は家庭で行う運動を指導され12カ月実施した結果, Time Up and Go(TUG), Berg Balance Scale(BBS)とBretz

stabilometer measurementの値が介入群(49名)は対照群(48名)と比べて有意に向上している($p<0.05$)⁶⁾。また、高齢者が安価な用具を用いて家や地域で簡単に実施できる運動プログラムの身体的および心理社会的効果については、6種類のストレッチング運動、6種類の筋力増強トレーニング、2種類のバランストレーニング、そして高齢者向けの歩行、バランスと安定性能力を向上させるためのつま先のストレッチの効果についての報告がある。その結果、介入群は対照群に比して、運動後ファンクショナルリーチテスト(FRT)、転倒予防自己効力感尺度(the fall prevention self-efficacy scale; FPSE)、そして家庭引きこもり度が有意に良い値となった⁷⁾。さらに、長期ケア施設の高齢利用者に対する定期的なグループエクササイズは、バランスを向上させ、転倒リスクを減少させQOL(quality of life)を向上させるなど、いろいろな有益な効果があり、ジャンピング、筋力強化やストレッチング、有酸素運動は、バランスを向上させ転倒リスクを減少させると報告されている⁸⁾。

高齢者が継続的な身体活動を行うことにより、高齢化に伴う身体的、心理的、社会的障害を最小限にとどめることが可能となると言われており、そのための運動として、①有酸素性運動、②筋持久力運動(レジスタンス運動)、③バランス運動、④ストレッチ運動などが推奨されている^{9),10),11)}。さらに有酸素性運動や筋持久力運動として、歩行か速歩が有効であるとされている¹¹⁾。このように、高齢者の体力維持向上に推奨されている運動には、ストレッチング、筋力増強および持久力トレーニング、バランストレーニング、などがある。予防教室の運動プログラムには、四肢・体幹のストレッチング、四肢体幹の軽い筋力増強トレーニング、四つ這い位、膝立位、立位でのバランストレーニングや足踏みによる軽い衝撃運動が含まれている。

体力のうち、上体起こしと6分間歩行は1群、2群、3群が4群よりも有意に優れていた。上体起こしは腹筋力を必要とするし、6分間歩行は歩行持久力の指標である。これらの結果は長期的に予防教室に参加して運動を継続している住民の方が、高齢になっても筋力・持久力は高い水準に維持できることを示唆している。開眼片足立ち時間は2群が4群よりも有意に長かった。開眼片足立ちは、バランス能力と下肢筋力、柔軟性など多くの機能が影響するため、長く運動習慣のある群の方が優れていたと考えられる。握力は全ての群で6点であり群間に

差がなかった。運動プログラムには上肢の運動ではかしわ手と両手の指を引っかけて外側に引く運動しかなかったため、握力については差が出なかった可能性がある。高齢者では握力は下肢筋力との相関が高いから、筋力の代表値と読み替えて使用できる¹²⁾といわれている。しかし、今回の結果では握力は4群間で有意差が無かったが、下肢の筋力と筋持久力の指標と考えられる6分間歩行距離は、4群が1群、2群、3群よりも少なく、10m障害物歩行も4群が1群、2群よりも有意に時間がかかっていた。さらに、上体起こし回数は4群が1群、2群、3群よりも有意に少なかった。これらの結果を考えると、握力は必ずしも下肢筋力や腹筋力と相関が高いとは言えない可能性がある。これらのことから、今後は握力と下肢筋力や体幹筋力との関連も検討していきたい。

新規に予防教室の支援を始める時は、前述した運動プログラムは一つの例として提示し、各運動の目的や運動を実施する際の基本原則や注意点をリーダーや参加者たちに理解し習得してもらうように心がけた。最初の年度に専門職が説明しながら運動を指導し、徐々にリーダーが中心となって運動を行い、予防教室の運営もするように働きかけた。2017年度までに6つの予防教室が住民主体に運営されるようになったが、予防教室によっては運動だけでなく運動後お茶会をしたり、ウォーキングや日帰り旅行などリクリエーションをしたりしていた。このように予防教室を支援する場合は、楽しみながら予防教室を運営し継続するように働きかけることも必要と考える。

結 語

骨粗鬆症と転倒の予防教室への参加者の参加年数が骨密度と体力に及ぼす影響について検討した結果、

- 1) 骨密度は参加年数に関わらず年齢の平均値を示していた。
- 2) 体力では上体起こし、10m障害物歩行時間、6分間歩行距離は参加年数が長い群が有意に高く、開眼片足立ち時間は参加年数が長い群ほど長い傾向があったが、握力と長座位前屈には有意差がなかった。

謝 辞

本研究は埼玉県立大学の奨励研究費により行った。測定に協力してくれた教員および学生と測定結果の提供を許可してくれた測定参加者各位に深謝いたします。

著者全員に本論文に関連し、開示すべきCOI状態にある企業、組織、団体はいずれもありません。

文 献

- 1) 文部科学省：新体力テスト実施要項。
https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/03040901.htm
- 2) Troy KL, et al: Exercise Early and Often: Effects of Physical Activity and Exercise on Women's Bone Health. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15, 878; doi:10.3390/ijerph15050878.
- 3) Locquet M, et al: Bone health assessment in older people with or without muscle health impairment. *Osteoporosis International* 2018; 29:1057-1067.
- 4) Thabet AAE, et al: The impact of closed versus open kinematic chain exercises on osteoporotic femur neck and risk of fall in postmenopausal women. *J Phys Ther Sic* 2017; 29: 1612-1616.
- 5) 日本骨代謝学会骨粗鬆症診断基準検討委員会：原発性骨粗鬆症の診断基準(2000年度改訂版). *日本骨代謝学会誌*18: 76-82, 2001
- 6) Miko I, et al.: Effect of a balance-training programme on postural balance, aerobic capacity and frequency of falls in women with osteoporosis: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med* 2018; 50: 542-547.
- 7) Ohtake M, Morikagi Y, Suzuki I, Kanoya Y, Sato C: Effects of exercise on the prevention of conditions leading to the need for long-term care. *Aging Clinical and Experimental Research* 2013 Feb; 25(1):49-57.
- 8) Cakar E, Dincer U, Kiralp MZ, Cakar DB, Durmus O, Kilac H, Soydan FC, Sevinc S, Alper C: Jumping combined exercise programs reduce fall risk and improve balance and life quality of elderly people who live in a long-term care facility. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 2010 Mar; 46(1):59-67.
- 9) 太田壽城, 仲村織絵：高齢者の健康・体力づくりの基本. *GERONTOLOGY* 2002; 14(4) : 323-329.
- 10) 岡田真平 上岡即智 小林佳澄 高橋亮輔 太田美穂 武藤芳照：転倒予防を主眼とした高齢者の体力づくり. *GERONTOLOGY* 2002; 14(4): 336-343.
- 11) 長屋政博, 原田敦, 奥泉宏康：高齢者の骨折と予防のための運動療法. *現代医学* 1997; 45(2): 329-332.
- 12) 長崎浩：体力の老化とその評価. *GERONTOLOGY* 2002; 14(4): 331-334.