

報告

膝伸展筋力と移動動作自立の関連 — 性差が与える影響 —

山崎 裕司¹⁾, 大森 圭貢²⁾, 長谷川輝美³⁾, 横山 仁志⁴⁾
寺尾 詩子⁴⁾, 近藤美千代⁴⁾, 平木 幸治⁴⁾

Relationship between Isometric Knee Extensor Strength and Mobility in The Elderly Patients — The effect of sexual specificity —

Hiroshi Yamasaki¹⁾, Yoshitsugu Ohmori²⁾, Terumi Hasegawa³⁾, Hitoshi Yokoyama⁴⁾
Utako Terao⁴⁾, Michiyo Kondou⁴⁾, Kouji Hiraki⁴⁾

要 旨

本研究では、高齢患者の等尺性膝伸展筋力と移動動作自立の関係に対して性差が及ぼす影響を検討した。対象は60歳以上の高齢患者177名（男性104名、女性73名）で、年齢は 76 ± 7 歳であった。これらの対象に対して等尺性膝伸展筋力と4種類の移動動作の可否を調査測定した。筋力については体重で除した値（体重比）と同世代健常者平均筋力値で除した値（健常者比）を求めた。移動動作としては、院内独歩、椅子からの立ち上り、階段昇り、昇段を取り上げた。そして、筋力水準を区分し、それぞれの筋力区分内に位置する症例中、動作可能例の占める割合を男女別に算出し、比較検討した。

体重比については、いずれの移動動作においても一定の筋力区分を下回る場合、筋力低下に従って可能例の割合は低下した。逆に、一定の筋力区分を上回る場合、全例で動作が可能であった。同一筋力区分内において男女間で動作可能例の割合には有意差を認めなかった。健常者比では、60～79%の区分において、いずれの動作においても女性で有意に可能例が少なかった。また、階段昇り、昇段では80～99%の区分においても女性で有意に可能例が少なかった。

以上のことから、平均的な筋力水準の高齢者に筋力低下が生じた場合、男性に比べ女性において動作障害が出現しやすいものと考えられた。

キーワード：膝伸展筋力、性差、動作自立度

1) 高知リハビリテーション学院理学療法学科

Department of Physical Therapy, Kochi Rehabilitation Institute

2) 聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院リハビリテーション部

Department of Rehabilitation Medicine, St. Marianna University School of Medicine Yokohama City Seibu Hospital

3) 聖マリアンナ医科大学東横病院リハビリテーション部

Department of Rehabilitation Medicine, St. Marianna University School of Medicine Toyoko Hospital

4) 聖マリアンナ医科大学病院リハビリテーション部

Department of Rehabilitation Medicine, St. Marianna University School of Medicine Hospital

【はじめに】

下肢筋力は高齢者の移動能力の主要な規定因子であり、体重に対する筋力値がある一定水準を下回った場合には、移動が顕著に障害されることが知られている¹⁻¹⁴⁾。そして、この現象は、年齢や性別によらず観察されると言われている³⁻⁶⁾。我々は、これまで、本邦高齢者の下肢筋力が移動動作の自立の上で予備力の乏しい状態にあることを明らかにしてきた^{7-11,15)}。

通常、女性の筋力は同世代男性よりも低く、この点で同程度の筋力低下が高齢者に生じた場合、男性よりも女性で移動動作が障害されやすいことが予測される。もし、この仮説が正しければ、高齢者の身体機能維持・向上を目的とした筋力トレーニングは女性に重点をおくべきことが明らかとなる。

本研究では、筋力低下が高齢者に生じた場合、男性よりも女性において移動動作が障害されやすいか否かについて検討するため、虚弱高齢者の膝伸展筋力を同世代健常者平均値に対する割合から評価し、性差が筋力と移動動作自立の関係に及ぼす影響について検討した。

【方法】

対象は60歳以上の高齢患者177名で、男性104名、女性73名、年齢 76 ± 7 歳である。疾病の内訳は呼吸器疾患93名、胸腹部外科術前・術後患者24名、心疾患患者23名、慢性腎不全、肝機能障害、消化器疾患、糖尿病などの内科疾患18名、その他19名である。

いずれの症例も中枢神経疾患や明らかな荷重関節の整形外科疾患を有さなかった。なお、呼吸・循環器系の問題で歩行が制限されていた症例は対象から除外した。

等尺性膝伸展筋力の測定にはアニマ社製 μ Tas MT-1 および μ Tas MF-01を使用し、椅座位下腿下垂位での等尺性膝伸展筋力を測定した(図1)。測定に際しては、まずセンサーパッドを面ファスナーによって下腿遠位部に固定し、下腿後方の支柱とベルトで連結した。次いで、ベルトの長さを下腿下垂位になるように調節した。なお、膝窩部の圧迫による

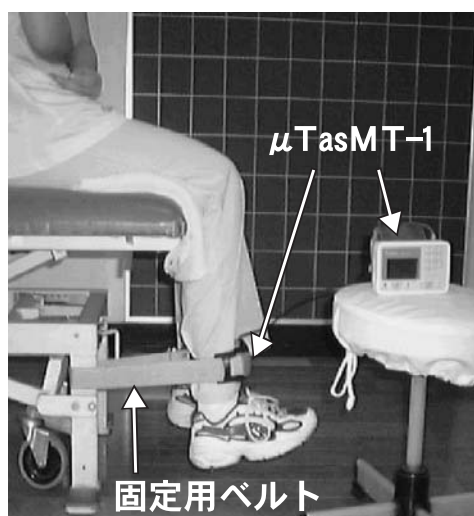


図1 等尺性膝伸展筋力測定場面

疼痛を回避するため同部位に折り畳んだバスタオルを敷いた。測定中、体幹は垂直位を保つよう指示し、両上肢は体幹前方で組ませた。測定中、座位バランスが不良な症例については一人の検者が後方で体幹を支持した。約3秒間の最大努力による等尺性膝伸展運動を行わせ、最大値を記録した。測定中は、センサーパッドのずれを防止するため一人の検者が前方でパッドを固定した。測定は左右の脚に対して30秒以上の間隔をあけて2回ずつ施行し、その中の最大値を筋力として採用した。なお、筋力測定に当たっては、検査の目的を説明し、患者の同意のもとに実施した。心血管系のリスクを有する症例では測定前後、測定中に心電図モニタリング、血圧測定を行った。

そして、左右脚の平均筋力を体重で除した値（以下、筋力体重比：単位 kgf/kg）を求めた。また、得られた筋力体重比を健常者平均筋力体重比で除することによって筋力健常比を求めた。健常者のデータには、平澤ら¹⁵⁾の値を採用した。

移動動作は、院内独歩、椅子からの立ち上り（以下、立ち上り）、階段昇り、段差昇り（以下、昇段）を取り上げ、いずれも筋力測定時点での動作の可否を判定した。院内独歩は、非監視下で院内の歩行が自立していた者を独歩可能とした。なお、T字杖を使用していた症例や院内の経路が記憶できていないことにより監視を必要とした症例は300mの独歩が可能な場合、院内歩行可能に含めた。立ち上がり動作の判定には、日常生活で利用頻度が高い40cmの台を用いた^{16,17)}。被検者に座位をとらせた後、両上肢を胸の前で組ませ、両足部の位置は、肩幅の位置に指定した。そして、反動をつけずゆっくりと立ち上がるように指示を行った。測定は、3回施行し、1度でも立ち上がりができた場合を可能と判断した。階段は蹴上げ16.5cm、踏面30cm、段数16段のものをを用いた。被検者の両上肢が手すりや大腿に触れることなく、連続して一足一段で上りきれた場合、階段可能と判断した。昇段では30cmの台を使用した。これは、和式建築における「上り框」の高さが20-40cmであること、ノンステップバスの第一ステップまでの高さが車道から約30cmであるこ

となどから¹⁸⁾、社会生活上、通常避けられない高さの段差と考えたからである。検査では被検者を平行棒内にて右脚を30cm台に乗せた立位の状態から、昇段させた。なお、検査中、両上肢は体側に垂らさせ、右膝の持続的な伸展を伴って左脚が台上に乗せられた場合、この動作が可能と判断した。

次いで、膝伸展筋力を体重比と健常比から区分し、それぞれの筋力区分内に相当する症例中、動作可能例の占める割合を男女別に算出し、比較検討した。統計的手法としては一元配置の分散分析と多重比較検定（Scheffe法）、および χ^2 検定を用い、危険率5%を有意水準とした。

【結果】

1. 移動動作の可否と筋力体重比の関連

（表1、表2）

表1には膝伸展筋力を筋力体重比で0.1kgf/kg毎の範囲に区分し、各々の区分に相当する症例の年齢、身長、体重、BMIを男女別に示した。分散分析の結果、女性の筋力区分と年齢の間に主効果を認め、0.19以下の区分と0.4-0.49の区分、0.2-0.29区分と0.3-0.39、0.4-0.49、0.5以上の区分に群間差を認めた（ $p < 0.05$ ）。体重、身長、BMIには主効果及び群間差を認めなかった。男性の筋力区分と年齢、体重、身長、BMIの間には主効果及び群間差を認めなかった。

表1 筋力体重比別にみた患者背景

筋力区分(kgf/kg)	-0.19	0.2-0.29	0.30-0.39	0.40-0.49	0.50-	F 値	危険率
男性 n=104	n=13	n=18	n=19	n=20	n=34		
年齢(歳)	74.4±7.3	77.4±7.0	77.3±5.4	75.2±6.4	73.0±5.5	2.23	0.071
身長(cm)	160.2±7.5	160.6±6.7	159.2±5.5	160.0±6.3	160.7±7.3	0.17	0.951
体重(kg)	46.7±13.9	47.7±7.7	51.1±10.5	48.7±8.7	51.5±9.9	0.91	0.464
BMI	18.0±4.7	18.5±2.9	20.2±3.9	19.1±3.8	19.9±3.2	1.11	0.356
女性 n=73	n=14	n=21	n=17	n=14	n=7		
年齢(歳)	80.0±8.7	80.4±9.3	74.8±5.8	73.9±5.6	73.0±7.5	3.02	0.023
身長(cm)	146.6±8.6	145.4±7.4	150.4±7.2	149.1±5.0	148.8±4.6	1.48	0.217
体重(kg)	41.9±7.7	41.0±10.4	40.4±7.9	43.5±9.0	46.9±6.9	0.82	0.514
BMI	19.5±2.9	19.5±5.2	18.0±3.0	19.5±3.6	21.2±3.3	0.97	0.427

BMI:Body mass index, Value are mean ± SD

表2 筋力体重比別にみた移動動作の可否

筋力区分(kgf/kg)	-0.19	0.2-0.29	0.30-0.39	0.40-0.49	0.50-
男性	n=13	n=18	n=19	n=20	n=34
院内歩行	0(0%)	2(11%)	15(79%)	20(100%)	34(100%)
立ち上がり	0(0%)	7(39%)	17(89%)	20(100%)	34(100%)
階段昇り	0(0%)	2(11%)	9(47%)	18(90%)	34(100%)
昇段	0(0%)	1(6%)	9(47%)	15(75%)	34(100%)
女性	n=14	n=21	n=17	n=14	n=7
院内歩行	0(0%)	1(5%)	14(82%)	14(100%)	7(100%)
立ち上がり	0(0%)	7(33%)	16(94%)	14(100%)	7(100%)
階段昇り	0(0%)	0(0%)	9(53%)	14(100%)	7(100%)
昇段	0(0%)	0(0%)	6(35%)	13(93%)	7(100%)

男女とも、いずれの移動動作においても一定の筋力区分を下回る場合、筋力低下に従って可能例の割合は低下し、逆に一定の筋力区分を上回る場合、全例が動作可能であった(表2)。同一筋力区分内において男女間で動作可能例の割合には有意差を認めなかった。

院内独歩は、0.4を上回る場合、全例が可能であった。一方、0.3未満の場合、39名中可能例は3名(8%)に止まり、0.2未満では可能な症例を認めなかった。椅子からの立ち上りは、0.4を上回る場合、全例が可能であった。一方、0.2未満では可能な症例を認めなかった。階段昇りは、0.5を上回る場合、全例が可能であった。一方、0.3未満の場合、可能な症例は39名中2名(5%)に止まった。昇段は、0.5を上回る場合、全例が可能であった。一方、0.3未満の場合、可能例は39名中1名(3%)であった。

2. 移動動作の可否と筋力健常比の関連

(表3, 4, 図2-5)

表3には膝伸展筋力を健常比40%以上から20%毎の範囲に区分し、各々の区分に相当する症例の年齢、身長、体重、BMIを男女別に示した。分散分析の結果、女性の筋力健常比の区分と年齢、体重、身長、BMIの間には主効果を認めなかった。年齢においては0.2-0.29区分と0.4-0.49区分の間に群間差を認めた($p < 0.05$)。また身長において、0.19以下の区分と0.2-0.29区分の間に群間差を認めた

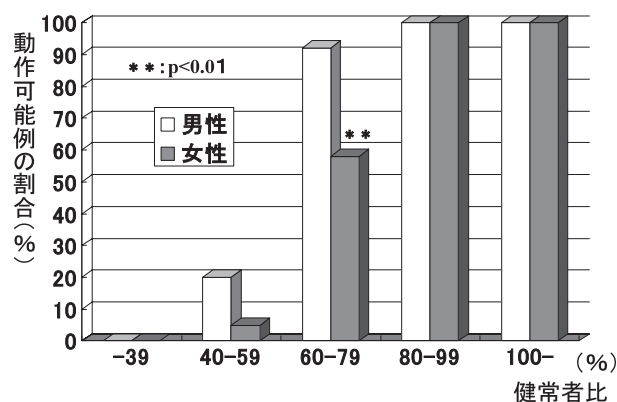


図2 筋力健常比と院内独歩可能例の占める割合

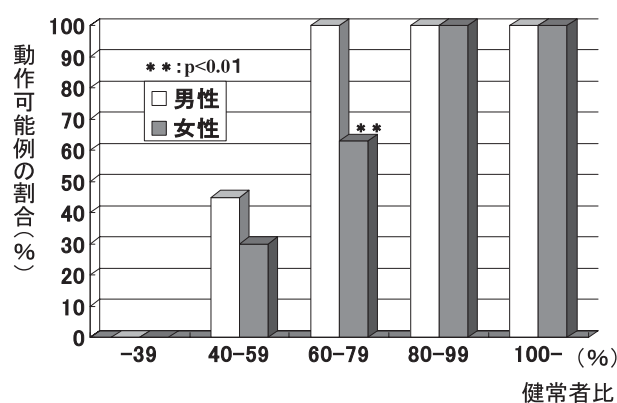


図3 筋力健常比と立ち上がり動作可能例の占める割合

($p < 0.05$)。男性の筋力健常比区分と年齢、体重、身長、BMIの間には主効果及び群間差を認めなかった。

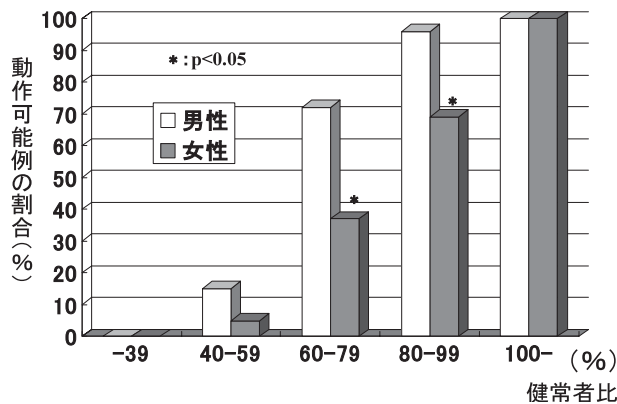


図4 筋力健常比と階段動作可能例の占める割合

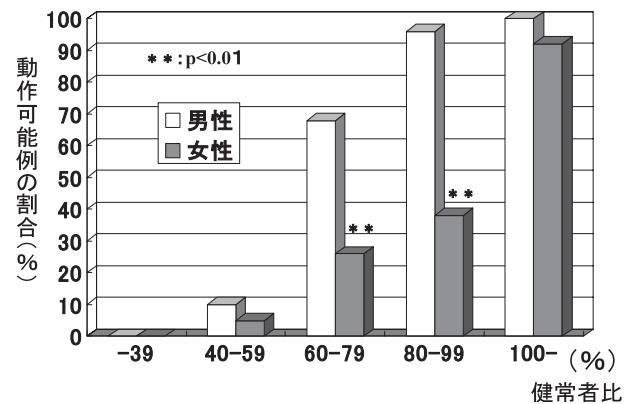


図5 筋力健常比と昇段動作可能例の占める割合

表3 筋力健常比別にみた患者背景

筋力区分 (%)	-39	40-59	60-79	80-99	100-	F 値	危険率
男性 n=104	n=15	n=20	n=25	n=24	n=20		
年齢 (歳)	74.3±6.8	76.9±7.0	74.9±6.9	75.4±5.2	74.1±6.0	0.61	0.657
身長 (cm)	160.1±7.0	160.6±6.6	159.0±5.8	160.5±6.9	161.1±7.5	0.31	0.871
体重 (kg)	46.2±13.5	49.8±9.6	50.4±9.0	49.2±8.7	51.4±10.4	0.64	0.637
BMI	17.9±4.5	19.3±3.5	20.0±3.8	19.1±3.0	19.8±3.5	0.90	0.468
女性 n=73	n=8	n=20	n=19	n=13	n=13		
年齢 (歳)	76.3±8.5	79.4±10.4	78.6±7.0	73.5±5.5	75.2±6.6	1.42	0.236
身長 (cm)	151.8±4.4	144.6±7.9	148.2±8.2	149.5±5.8	148.2±5.4	1.93	0.116
体重 (kg)	45.3±8.4	40.3±10.5	40.3±6.8	44.0±9.3	43.5±8.3	0.89	0.477
BMI	19.7±3.8	19.3±4.9	18.6±3.4	19.6±3.8	19.8±3.4	0.24	0.912

BMI:Body mass index, Values are mean ± SD

男女とも、いずれの移動動作においても筋力区分の上昇に伴って動作可能例の割合は有意に高くなった(表4)。男女間で可能例の割合を比較した場合、健常者比60～79%の区分では、いずれの動作においても男性において有意に可能例が多かった(院内歩行： χ^2 値=7.15, $p<0.01$, 立ち上がり： χ^2 値=10.95, $p<0.01$, 階段： χ^2 値=5.44, $p<0.05$, 昇段： χ^2 値=7.50, $p<0.01$)。また、階段昇り、昇段では80～99%の区分においても女性で有意に可能例が少なかった(階段： χ^2 値=5.11, $p<0.05$, 昇段： χ^2 値=12.1, $p<0.01$)。

男性では健常者比80%以上の場合、全例で院内独歩、立ち上がりが可能であり、階段昇り、昇段も90%以上の症例が可能であった。

女性では健常者比100%以上の場合、全例で院内

独歩、立ち上がり、階段昇りが可能であったが、昇段については1例において動作が不可能であった。男女とも健常者比が40%未満の場合、いずれの動作にも可能例を認めなかった。

【考察】

高齢患者の等尺性膝伸展筋力と移動動作自立の関連に性差が及ぼす影響について検討した。

Rantanen, Bassey ら^{3,4)}は、年齢・性別によらず、ある一定の筋力水準を下回った場合に歩行、昇段、立ち上がりなどの動作能力が低下することを報告した。本研究でも、一定の筋力を下回る場合に動作可能例は減少し、男女間で有意な差を認めなかった。よって、筋力体重比から見た場合、性差は筋力と移動動作能力の関連に影響しないものと考えられた。

表4 筋力健常比別にみた移動動作の可否

筋力区分(%)	—39	40—59	60—79	80—99	100—
男性	n=15	n=20	n=25	n=24	n=20
院内歩行	0(0%)	4(20%)	23(92%)	24(100%)	20(100%)
立ち上がり	0(0%)	9(45%)	25(100%)	24(100%)	20(100%)
階段昇り	0(0%)	3(15%)	18(72%)	23(96%)	20(100%)
昇段	0(0%)	2(10%)	17(68%)	22(92%)	20(100%)
女性	n=8	n=20	n=19	n=13	n=13
院内歩行	0(0%)	1(5%)	11(58%)**	12(100%)	13(100%)
立ち上がり	0(0%)	6(30%)	12(63%)**	13(100%)	13(100%)
階段昇り	0(0%)	1(5%)	7(37%)*	9(69%)*	13(100%)
昇段	0(0%)	1(5%)	5(26%)**	5(38%)**	12(92%)

男性 versus 女性: *; $p < 0.05$, **; $p < 0.01$

筋力健常比についても、一定の筋力水準を下回った場合に歩行、昇段、立ち上がりなどの動作可能例は減少した。しかし、女性においてより高い筋力健常比の区分から不可能例を認め、健常者比60～79%の区分では、いずれの動作においても女性において有意に可能例が少なかった。また、階段昇り、昇段では、80～99%区分においても女性で有意に可能例が少なかった。以上のことは、平均的な筋力水準の高齢者に筋力低下が生じた場合、女性においてより早期から動作障害が出現する可能性が高いことを示している。高齢者の転倒、動作障害の出現率が女性において多いことが知られているが^{19,20)}、本研究結果はこれらの原因として女性における下肢筋力予備力の乏しさを示唆している。したがって、高齢女性では、その筋力水準に留意するとともに、より積極的な筋力維持・増強に対する取り組みが必要なものと考えられた。

筋力値を健常比から捉えた場合、昇段動作では、健常者の80%以上の筋力を有する女性でも自立例は38%にとどまった。このことは健常者比で筋力低下を把握した場合に、筋力低下をより軽症に捉えてしまうリスクが高いことを示している。よって、高齢者の筋力評価では筋力体重比を基準にすべきであろう。

【文献】

- 1) Cress ME, Meyer M: Maximal voluntary and functional performance levels needed for independence in adults aged 65 to 97 years. *Physical Therapy* 83: 37-48, 2003.
- 2) Buchner DM: Effect of Physical activity on health status in older adults II: Intervention studies. *Annu Rev Publ Health* 13: 469-488, 1992.
- 3) Rantanen T, Avela J, et al: Leg extension power and walking speed in very old people living independently. *J Gerontology* 52A: M225-231, 1997.
- 4) Bassey EJ, Fiatarone MA: Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clinical Science* 82: 321-327, 1992.
- 5) Eriksrud O, Bohannon RW: Relationship of knee extension force to independence in sit-to-stand performance in patients receiving acute rehabilitation. *Phys Ther* 83: 544-551, 2003.
- 6) 黄川照雄, 山本利春・他: 機能的筋力測定・評価法—体重支持指標(WBI)の有効性と評価の実際 整形外科スポーツ医学会誌: 463-468, 1991.
- 7) 山崎裕司, 長谷川輝美・他: 等尺性膝伸展筋力と移動動作の関連—運動器疾患のない高齢患者を対象として— 総合リハ30: 747-752, 2002.

- 8) 大森圭貢, 横山仁志・他: 高齢入院患者における等尺性膝伸展筋力と立ち上がり能力の関連. 理学療法学31: 106-112, 2004.
- 9) 青木詩子, 山崎裕司・他: 高齢入院患者における等尺性膝伸展筋力と昇段能力の関連. 高知リハビリテーション学院紀要5: 1-6, 2004.
- 10) 笠原美千代, 山崎裕司・他: 高齢患者における片脚立位時間と膝伸展筋力の関係. 体力科学50: 369-374, 2001.
- 11) 山崎裕司, 横山仁志・他: 高齢患者の膝伸展筋力と歩行速度, 独歩自立との関連. 総合リハ26: 689-692, 1998.
- 12) 小西由里子, 熊野宏昭・他: 大腿四頭筋の筋疲労による筋力低下が歩容に及ぼす影響. Jpn J Biomech Sports Exerc 1: 30-40, 1997.
- 13) Rantanen T, Guralnik JM, et al: Association of muscle strength with maximum walking speed in disabled older women. Am J Phys Med Rehabil 77: 299-305, 1998.
- 14) Judge JO, Underwood M, et al: Exercise to improve gait velocity in older persons. Arch Phys Med Rehabil 74: 400-406, 1993.
- 15) 平澤有里, 長谷川輝美・他: 健常者の等尺性膝伸展筋力. PT ジャーナル38: 330-333, 2004.
- 16) 小原二郎: いすの人間工学, PT ジャーナル24: 800-804, 1990.
- 17) 浅山 滉, 石神重信・他: 在宅医療リハビリテーション, 臨床リハ別冊, 医歯薬出版, 1998, pp69-74.
- 18) 奈良 勲 (監修): 標準理学療法学 日常生活活動学・生活環境学, 医学書院, 2001, p292.
- 19) Katz S, Branch LG, et al: Active life expectancy. N Engl J Med 17: 1218-1224, 1983.
- 20) Campbell AJ, Borrie MJ, et al: Risk factors for falls in a community based prospective study of people 70 years and older. J Gerontol 44: M112-117, 1989.

