

## 後期高齢者に対する健康度評価としての自転車エルゴメータによる運動負荷試験の有用性

タケクマ 武隈  
クノ 久野  
キヨシ 清\*  
カオル 薫\*  
イシカワ 石川  
ツシタ 津下  
ヒロアキ 裕哲\*  
カズヨ 一代\*  
ハヤセ スミコ 早瀬須美子\*  
トミナガ スケタミ 富永 祐民\*

**目的** 後期高齢者に対して自転車エルゴメータによる運動負荷試験を実施した場合の心血管系異常所見の出現状況、および、運動負荷試験にて評価した運動耐容能と他の体力指標や日常生活機能との関連を横断的に検討する。

**方法** 転倒予防のための運動訓練実施を予定している高齢者83人（男24人、平均年齢80歳）を対象に、日常生活機能についての質問票による調査、体力検査（最大一步幅、10メートル全力歩行速度、片足立ち時間、握力）、および自転車エルゴメータによる運動負荷試験を実施した。運動負荷試験は多段階負荷増加法にて行い、最初の3分間を15ワットでこぎ、以後3分間毎に15ワットずつ上昇するプロトコールとした。エルゴメータ実施時間を運動耐容能の指標とした。そして、男女別にエルゴメータ実施時間の3分位による群別を行い、それと他の体力指標、および日常生活機能との関連を検討した。

**成績** 対象者の65人（78.3%）で運動負荷試験が実施可能であった。運動負荷試験終了の理由として、下肢疲労が最多（29人、44.6%）で、次いで血圧上昇（17人、26.2%）であった。なお、全員が負荷心電図の判定は陰性であった。エルゴメータ実施時間による3分位群間における体力指標の比較では、男では歩行速度、歩行時のピッチで3群間に有意差を認め、第3（最高）分位群が最も高値であった。一方、女では、片足立ち時間が第3分位群で最も高値であり、有意差を認めた。日常生活機能の比較では、女では、乗り物の座席からの立ち上がり、水たまりの飛び越し、エスカレータへの移乗が可能と回答した者の頻度で3群間に有意差を認め、第3分位群が最も高率であった。一方、男では有意差を認めた項目はなかった。過去1年間の転倒の既往を有する者は、男女とも第3分位群にはみられなかった。

**結論** 下肢運動が主体の運動耐容能の高さは、良好な下肢機能や日常生活機能と関連していた。

**Key words** : 高齢者、転倒予防、運動負荷試験、血圧上昇

### 1 緒 言

転倒による骨折は、寝たきりの主要な原因のひとつであることより、その予防は公衆衛生上の重要な課題である<sup>1)</sup>。運動指導の転倒予防に対する有効性が報告されていることより<sup>2~6)</sup>、各地方自治体では転倒予防事業として、集団による運動指導教室を盛んに開催している。しかしながら、日

本における集団による運動指導の有効性については、現状では実証されていない<sup>7)</sup>。一方、欧米からは、年齢が比較的若い者では運動による転倒予防効果は低いこと<sup>4)</sup>、さらには、集団運動による介入研究で転倒予防効果が確認されているのは、後期高齢者<sup>5)</sup>、低体力者<sup>6)</sup>を対象とした場合であり、平均年齢が71歳の集団を対象とした研究では転倒予防効果を確認できなかったことが報告されている<sup>8)</sup>。このように、集団での運動訓練に限ると、後期高齢者、低体力者など転倒の危険性の高い者を対象とした場合、その有効性を報告する研究が多い。したがって、根拠に基づいた保健政策

\* あいち健康の森健康科学総合センター  
連絡先：〒470-2101 愛知県知多郡東浦町森岡源吾山 1-1  
あいち健康の森健康科学総合センター 武隈 清

という観点から、各自治体で実施する運動教室においても、その対象者を低体力の後期高齢者とすることが、今後、求められる可能性も考えられる。

ところで、後期高齢者においては、心血管系疾患を合併する頻度が高くなる。しかも、身体活動量の減少のため、潜在している心血管疾患の症状が日常生活で誘発されにくく、通常の間診のみでは心血管疾患の危険を有する者を同定することが困難である可能性も考えられる。運動指導実施前に、無症候の高齢者に対して運動負荷試験を実施することの必要性に対する見解は、現在のところ、定まっていない<sup>9)</sup>が、潜在する冠動脈疾患のスクリーニングや運動による血圧上昇の程度の評価、さらには適切な運動強度の設定に運動負荷試験が有用である可能性が考えられる。

また、後期高齢者の体力には大きな個人差があるため、年齢のみでは必ずしも低体力と言えない場合も存在する。体力のなかでも、とくに、下肢機能の低下が転倒の危険因子とされていることより<sup>10)</sup>、転倒の危険の高い者を選別するためには、それを評価する必要性も考えられる。その点、自転車エルゴメータによる運動負荷試験では、下肢を中心とした運動耐容能の評価も可能であり、転倒の危険の高い低体力者の選別という観点からも有用と考えられる。しかしながら、後期高齢者に運動負荷試験を実施して得られた運動耐容能の意義に関する研究は現状では少ない。

あいち健康の森健康科学総合センター（以下、あいち健康プラザ）では、後期高齢者に対する転倒予防のための運動指導を実施するのに先立ち、健康度評価の一環として自転車エルゴメータによる運動負荷試験を行った。本研究の第一の目的は、低体力の後期高齢者に対して運動負荷試験を実施した場合の心血管系を中心とした異常所見の出現状況について調査し、その必要性の有無について検討することである。また、第二の目的として、運動負荷試験にて評価した後期高齢者の運動耐容能と他の体力指標や日常生活機能との関連について検討することである。

## II 研究方法

あいち健康プラザでは、転倒予防のための健康づくりプログラム作成を目的として、低体力の後期高齢者の体力と日常生活機能に関する横断的な

調査を計画した。対象者としては、原則として75歳から85歳以下で、介護保険にて要支援以上と判定されている者、もしくは体力に自信のない者とした。募集は、社会福祉事務所を通じて施設、在宅の高齢者に参加を呼びかけた。参加の意思のある者に対しては、バスにてあいち健康プラザまで送迎をした。そこで、研究内容についての説明を行い、文書による同意を得たのち調査を実施した。なお、本研究を実施するに先立ち、当施設内に設置した倫理委員会にて承認を得ている。

測定は、平成16年2月から3月の間で計7回実施した。1回の測定における参加者数は、3~18人、平均約12人である。総計83人（男24人、女59人）の参加を得た。平均年齢は $80.0 \pm 4.4$ 歳であり、参加者のうち要介護者（要支援、要介護Ⅰ~Ⅲ）は26人（31.3%）であった。問診の結果、高血圧治療中の者は36人（43.4%）、糖尿病7人（8.4%）、脳梗塞後遺症7人（8.4%）、心疾患12人（14.5%）、呼吸器疾患6人（7.2%）、骨・関節疾患9人（10.8%）であった。一方、上記の疾患を有さない者は28人（33.7%）に過ぎず、対象者中、約3分の2の者が何らかの医学的問題を有していた。

医学的検査として、身長、体重、体脂肪率（インピーダンス法、タニタ製TBF-102）、血圧、血液検査（血球算定、総タンパク、アルブミン、AST、ALT、 $\gamma$ -GTP、総コレステロール、HDLコレステロール、中性脂肪、空腹時血糖、ヘモグロビンA<sub>1c</sub>）、尿検査、安静時心電図検査を実施した。血圧は臥位にて右上腕部を自動血圧計（フクダ電子社製FB-180）により測定した。なお、血液・尿検査は朝食摂取前に行った。体重（kg）を身長（m）の二乗で除することにより、Body mass index（BMI: kg/m<sup>2</sup>）を算出した。

質問票による日常生活機能に関する調査を面接にて行った。質問の内容は、階段昇降、椅子からの立ち上がり、乗り物の座席からの立ち上がり、水たまりの飛び越し、エスカレータへの移乗、バス・自転車を使っての一人での外出について、「楽にできる」、「できる」、「できない」のうち、一つを選択する形式とした。また、ちょっとした段差でのつまずきやすさ、過去1年以内での転倒の既往については、「はい」、「いいえ」のいずれかを選択する形式とした。

体力測定として、10メートル(m)全力歩行速度、最大一步幅、踏み台昇降テスト、片足立ちテスト、握力、自転車エルゴメータによる運動負荷試験を実施した。10 m 全力歩行速度は、10 m の直線距離をなるだけ速く歩いたときの速度を計測した。同時にピッチの測定も行った。なお、測定前に1度練習を行い、その後に実施した結果を測定記録とした。最大一步幅は、右足、および左足から一步踏み出したときの最大限の歩幅を測定し、2回のうち、大きい値を測定記録として採用した。踏み台昇降テストは、20、30、40センチメートル (cm) の台をふらつきや支えなく踏台を昇降することが可能かどうかについて検討した。踏み台は、高さが20 cm から実施し、可能である場合、さらに高い踏み台で試みた。片足立ちテストは、両手を腰におき、片方の足を床から離し、片足でバランスを保って立ち続けられた時間を測定した。原則として左右それぞれの足で実施し、高い値を測定記録として採用した。握力は、握力計を用いて左右交互に1回ずつ測定し、その平均を測定記録として用いた。

自転車エルゴメータ(フクダ電子社製 BB-350)による運動負荷試験は、多段階負荷増加法にて行った。事前に実施した診察にて、うっ血性心不全、不安定狭心症など重篤な心疾患の存在が疑われる場合、試験の禁忌とした。最初の3分間を15ワットでこぎ、以後3分間毎に15ワットずつ上昇するプロトコルで実施した。目標心拍数は、(予測最大心拍数) = 220 - (年齢) の式から算出した予測最大心拍数の85%とし、目標心拍数に達した場合、負荷試験を終了した。また、負荷試験実施中は、モニター心電図(胸部双極誘導法)にてV<sub>5</sub>、II、aV<sub>F</sub>誘導の1分毎の記録、および自動血圧計(日本コーリン製 STBP-760B)による1分毎の右上腕の血圧測定による監視を行い、血圧の著しい上昇(収縮期血圧220 mmHg以上)、著明な不整脈、虚血性変化などが出現した場合、検査を中止した。胸部不快感、脚疲労、膝痛などの自覚症状出現時においても測定を中止した。これらの中止基準は、当施設にて運用しているものに準拠した。なお、測定開始後、整形外科的問題、自転車をうまくこげない等の理由にて、20秒未満で終了となった者は実施不能と判定した。

### 統計解析

エルゴメータ実施時間により、男女別に対象者を3分位に分け、他の体力指標、生活機能の調査結果を比較検討した。なお、カットオフポイントは、男では第1分位:189-361秒、第2分位:363-481秒、第3分位:482-535秒であり、一方、女ではそれぞれ49-202秒、220-348秒、353-566秒であった。3群間における連続量の比較については、等分散が認められる場合、一元配置分散分析を行い、それ以外はKruskal-Wallis検定を用いた。このうち、体力指標については共変量を共分散分析にて調整しての傾向性の検定も行った。また、3群間における生活機能調査結果の比較については、割合の傾向性の検定を行った。解析にはDr. SPSSII for Windows (SPSS Japan Inc.)を用い、 $P < 0.05$ を統計学的に有意とした。

## III 研究結果

### 1. 対象者の特徴

表1に対象者の検査所見を、表2に日常生活機能についての質問票の結果を男女別に示す。このうち、日常生活機能のうち、階段昇降、椅子からの立ち上がりなど、基本的な活動については男女とも70%以上の者が可能と回答した。しかしながら、バス、自転車を使って一人で外出することが可能と回答した者の割合は、とくに女で低く50.8%にとどまっていた。また、対象者全体でみると、「つまずきやすい」、もしくは「1年以内に転倒した既往がある」のいずれかに「はい」と回答した者は53%と半数以上を占めていた。

### 2. 運動負荷試験の実施状況と結果

自転車エルゴメータによる運動負荷試験は83人中65人(78.3%)に、男女別では男24人中23人(95.8%)、女59人中42人(71.2%)に実施することができた。なお、実施できなかった理由は、整形外科的問題、あるいは技術が拙劣で自転車を漕ぎ続けることができなかったためである。運動実施時間の範囲は49秒から9分26秒までで、平均5分24秒であった。負荷中止理由としては、下肢疲労によるものが最も多く29人(44.6%)、次いで血圧上昇17人(26.2%)、目標心拍数達成14人(21.5%)であった。血圧上昇で中止となった者の男女別の内訳は、男4人(17.4%)に対し、女13人(31.0%)であった。そのうち、30 wattま

での軽負荷で終了となったのは、男では4人中2人、女では13人中11人であった。なお、負荷心電図の判定結果は、全員が負荷陰性であった。今

回、不整脈、膝痛で中止となった者を各2人ずつ認めたが、運動耐容能の評価としては不十分であると考え、以後の解析より除外した。解析対象者における運動実施時間の男女別度数分布は図1に示すとおりである。

表1 対象者の検査所見

	男	女
年齢 (歳)	78.7 ± 4.2	80.5 ± 4.4
身長 (cm)	160.5 ± 5.9	144.4 ± 7.5
体重 (kg)	53.1 ± 8.3	47.1 ± 8.0
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.6 ± 3.0	22.6 ± 3.3
体脂肪率 (%)	15.3 ± 6.4	27.2 ± 7.2
収縮期血圧 (mmHg)	135 ± 21	139 ± 17
拡張期血圧 (mmHg)	71 ± 9	70 ± 11
赤血球数 (× 10 <sup>4</sup> /μl)	446 ± 46	424 ± 44
ヘモグロビン (g/dl)	14.1 ± 1.5	13.1 ± 1.3
総タンパク (g/dl)	7.5 ± 0.4	7.6 ± 0.4
アルブミン (g/dl)	4.4 ± 0.3	4.5 ± 0.3
AST (IU/l)	25 ± 8	26 ± 13
ALT (IU/l)	17 ± 7	19 ± 17
γ-GTP (IU/l)	39 ± 33	27 ± 25
総コレステロール (mg/dl)	185 ± 40	223 ± 32
HDL コレステロール (mg/dl)	55 ± 15	65 ± 15
中性脂肪 (mg/dl)	108 ± 81	114 ± 51
空腹時血糖 (mg/dl)	94 ± 9	103 ± 19
ヘモグロビン A <sub>1c</sub> (%)	5.1 ± 0.7	5.3 ± 1.0
歩行速度 (m/分)	101.7 ± 28.0	75.4 ± 17.2
ピッチ (歩/分)	139.6 ± 18.7	128.8 ± 18.5
最大一歩幅 (cm)	96.8 ± 13.2	76.9 ± 15.6
片足立ち時間 (秒)	4.0	3.0
握力 (kg)	27.7 ± 7.3	16.9 ± 3.7
20 cm 踏み台可能	94.4	79.5
30 cm 踏み台可能	88.9	48.7
40 cm 踏み台可能	88.1	19.6

† 片足立ち時間は中央値、踏み台については実施可能だった者の%を示した。  
他の指標は平均 ± 標準偏差で示した。

### 3. 3分位群における体力測定、および日常生活機能の結果

表3に男女別の3分位群別の体力指標を示す。男では歩行速度、歩行時のピッチで3群間に有意差を認め、かつ、第3分位群の値が最も高かった。一方、女では第3分位群で歩行速度が最も高かったが、有意差はみられなかった。年齢を調整しての傾向性の検定でも同様だった。片足立ち時間については有意差を認め、第3分位群が最も高値であった。

表2 日常生活機能に関する質問票の調査結果

	男	女
	可能と回答した者	
階段昇降	21(87.5)	44(74.6)
椅子からの立ち上がり	22(91.7)	52(88.1)
バス、電車の座席からの立ち上がり	21(87.5)	46(78.0)
青信号での横断歩道の横断	19(79.2)	49(83.1)
小さな水たまりの飛び越し	20(83.3)	44(74.6)
エスカレータへの移乗	20(83.3)	46(78.0)
バス、自転車を使って一人で外出	18(75)	30(50.8)
「はい」と回答した者		
段差などでのつまずき	10(41.7)	30(50.8)
過去1年以内に転倒の既往	5(20.8)	18(30.5)

† 人数 (%)

図1 エルゴメータ実施時間の度数分布

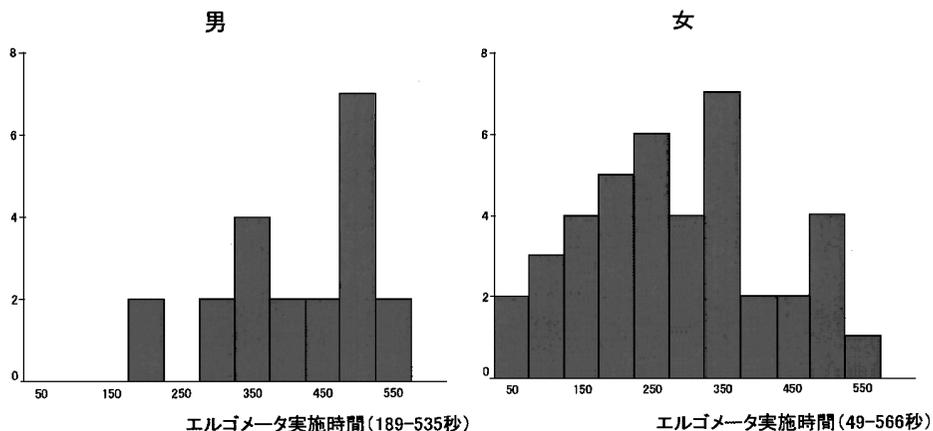


表3 エルゴメータ実施時間に基づいて3分位した群における体力指標

男	第1分位群	第2分位群	第3分位群	P値
人数	7	6	8	
年齢(歳)	80.1±4.1	77.7±3.3	78.4±3.2	n.s.
身長(cm)	156.9±6.8	160.8±6.7	163.6±4.4	n.s.
体重(kg)	51.9±7.4	55.8±5.4	53.6±9.4	n.s.
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	21.1±2.7	21.6±1.6	20.0±3.1	n.s.
体脂肪率(%)	15.6±4.9	17.2±5.6	14.3±6.9	n.s.
歩行速度(m/分)	81.0±25.0	95.0±8.8	128.6±18.1	P<0.001
ピッチ(歩/分)	127.3±14.2	136.5±6.1	156.0±16.9	P<0.01
最大一步幅(cm)	92.0±13.6	93.2±12.5	104.9±11.4	n.s.
片足立ち時間(秒)	4.0	4.5	3.5	n.s.
握力(kg)	25.6±6.1	25.0±8.8	32.3±6.6	n.s.
20 cm 踏み台可能	83.3	100	100	
30 cm 踏み台可能	83.3	75	100	
40 cm 踏み台可能	71.4	66.7	100	
女	第1分位群	第2分位群	第3分位群	P値
人数	13	14	13	
年齢(歳)	82.2±2.1	80.0±4.3	77.4±1.0	P<0.01
身長(cm)	143.1±7.7	147.7±7.6	145.6±5.3	n.s.
体重(kg)	45.6±9.5	45.9±6.2	52.1±6.6	n.s.
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	22.3±4.4	21.1±2.7	24.5±2.6	P<0.05
体脂肪率(%)	27.4±9.2	25.1±7.3	30.4±5.5	n.s.
歩行速度(m/分)	74.3±17.0	78.2±12.0	82.6±16.7	n.s.
ピッチ(歩/分)	127.7±24.1	128.1±12.4	128.4±12.8	n.s.
最大一步幅(cm)	70.7±23.3	78.6±11.7	84.6±10.6	n.s.
片足立ち時間(秒)	3.0	2.0	4.5	P<0.05
握力(kg)	12.5±3.9	17.2±4.1	17.8±3.4	P<0.05
20 cm 踏み台可能	90	84.6	75	
30 cm 踏み台可能	50	53.8	50	
40 cm 踏み台可能	8.3	14.3	50	

† 測定平均±標準偏差で示した。なお、片足立ち時間は中央値を、踏み台については可能だった者の%を示した。

\* P値は、片足立ち時間についてはKruskal-Wallis検定を、それ以外は分散分析の結果を示した。

\* n.s.: not significant

表4に男女別に各群の日常生活機能の調査結果を示す。女においてはバス等の座席からの立ち上がり、水たまりの飛び越し、エスカレータへの移乗が可能と回答した者の割合については傾向性の検定で有意差を認め、第3分位群で最も高い頻度であった。一方、男では差をみなかった。過去1年間の転倒の既往を有する者は、男女とも第3分位群には認められなかった。

#### IV 考 察

今回、平均年齢80歳の高齢者を対象に事前の健

康度評価として自転車エルゴメータによる運動負荷試験を実施した。対象者の約3分の2に何らかの医学的問題を認めた。さらに「つまずきやすい」、もしくは「過去1年以内に転倒した既往がある」と回答した者が半数以上を占め、転倒の危険の高い集団と考えられたが、対象者の78.3%に運動負荷試験を実施することができた。今回の研究において、負荷試験で負荷陽性と判定された者はいなかった。一方、血圧上昇にて試験終了となった者を全体で26.2%に認めた。特に女では、血圧上昇にて終了となった13人中11人が30 wattま

表4 エルゴメータ実施時間にて3分位した群における日常生活機能に関する質問票の調査結果

男	(日常動作について)	第1分位群	第2分位群	第3分位群	P値
	階段昇降	100	100	87.5	n.s.
	椅子からの立ち上がり	100	100	87.5	n.s.
	バス, 電車の座席からの立ち上がり	85.7	100	87.5	n.s.
	青信号での横断歩道の横断	85.7	83.3	87.5	n.s.
	小さな水たまりの飛び越し	85.7	100	87.5	n.s.
	エスカレータへの移乗	85.7	83.3	87.5	n.s.
	バス, 自転車を使って一人で外出	71.4	83.3	87.5	n.s.
	(転倒について)				
	段差などでのつまずき	42.9	50	25	n.s.
	過去1年以内に転倒の既往	14.3	33.3	0	n.s.
女	(日常動作について)	第1分位群	第2分位群	第3分位群	P値
	階段昇降	69.2	64.3	100	n.s.
	椅子からの立ち上がり	76.9	92.9	100	n.s.
	バス, 電車の座席からの立ち上がり	61.5	92.9	100	P<0.01
	青信号での横断歩道の横断	69.2	92.9	92.9	n.s.
	小さな水たまりの飛び越し	53.8	85.7	92.3	P<0.05
	エスカレータへの移乗	69.2	78.6	100	P<0.05
	バス, 自転車を使って一人で外出	46.2	42.9	84.6	P=0.05
	(転倒について)				
	段差などでのつまずき	38.5	50	46.2	n.s.
	過去1年以内に転倒の既往	38.5	28.6	0	P<0.05

† 日常動作の質問については、「可能」と回答した者の%を、転倒については「はい」と回答した者の%を記載した。

‡ P値は、割合の傾向性の検定結果を示した。

\* n.s.: not significance

での軽負荷にて収縮期血圧220 mmHg以上を呈して中止となった。高齢者では高血圧治療中の者が比較的多いこと、さらに、運動中の過度の血圧上昇が心血管系疾患発症の危険と関連している報告<sup>11)</sup>があることを考え合わせると、後期高齢者に対する適正な運動強度の決定に、安全性を確保するという観点から、運動負荷試験が有用である可能性が示唆された。しかしながら、運動中の過大な昇圧に関する標準化は現状ではなされておれず、その評価については更なる研究の必要性が考えられた。

さらに、自転車エルゴメータによる運動負荷試験では、下肢を中心とした運動耐容能を評価することも可能である。高齢者の運動耐容能の指標として6分間歩行距離<sup>12)</sup>、400メートル歩行<sup>13)</sup>が提案されており、それらは、身体活動量のみなら

ず、合併する慢性疾患の存在によっても影響を受け、高齢者の総合的な健康状態の指標としても有用であることが報告されている。しかしながら、後期高齢者の場合、歩行テスト中の転倒の危険も考えられる。その点、自転車エルゴメータでは、実施中に被験者を補助することで転倒を防止することが可能である。これまで、中・壮年者や前期高齢者を対象に自転車エルゴメータを実施した報告は見受けられる<sup>14,15)</sup>が、後期高齢者については十分な検討がなされていない。今回、後期高齢者に対しても、十分に実施が可能であることも確認されたことより、後期高齢者の運動耐容能の評価法として、自転車エルゴメータによる運動負荷試験はさらに推奨されるものと考えられる。

運動負荷試験実施時間を3分位した群間における日常生活機能を比較した結果では、女において

は、乗り物の座席からの立ち上がり、水たまりの飛び越しなどの身体移動が可能と回答した者が第3分位群で最も高率であり、有意差も認められた。過去1年間に転倒した既往がある者は、男女とも第3分位群では皆無であった。また、体力指標の比較では、男では歩行速度、歩行ピッチで3群間に有意差を認め、第3分位群が最も高値であった。一方、女では、片足立ち時間で第3分位群が最も高値であり、有意差も認められた。以上の結果は、自転車エルゴメータにて評価した運動耐容能が高齢者の下肢を中心とした体力と相関する指標であり、さらには日常の身体活動量低下や易転倒性とも関連する可能性を示すものと考えられた。内外の研究結果より、下肢機能が高齢者の転倒<sup>10,16)</sup>や生活機能低下<sup>17,18)</sup>の予測因子として有用であることが報告されている。今回の結果は、運動負荷試験にて評価した運動耐容能が、転倒、生活機能低下の危険の高い者をスクリーニングする手段としても有用である可能性を示すものと考えられた。なお、今回、運動耐容能と相関する下肢機能について男女間で違いを認められたが、それについては対象者数を増やして、さらに検討する必要性が考えられた。

## V 結 語

平均年齢80歳の集団を対象に、転倒予防のための運動指導実施前の健康度評価として運動負荷試験を実施した。対象者の78.3%で試験が実施可能であった。運動負荷試験中断の理由として、血圧上昇によるものが全体で26.2%を占めていた。高齢者には高血圧の頻度が高く、運動にて過大な昇圧反応を呈する可能性があり、至適な運動強度の設定に運動負荷試験が有用であることが考えられた。さらに、エルゴメータ実施時間にて評価した運動耐容能は転倒の危険の高い低体力者の選別にも有用である可能性も示された。なお、本研究の限界として、血圧上昇で中断した者において運動耐容能の評価が不十分であった可能性があげられる。しかしながら、大腿筋力の低下した高齢者においては、軽度の負荷でも静的運動の要因が大きくなった結果として過大な昇圧反応を示した可能性もあり、運動終点の評価については更なる検討が必要と考えられた。また、整形外科的疾患、あるいは技術が拙劣なため、運動負荷試験が実施不

能であった者が特に女に多く、28.8%に認められた。これらの者に対する適切な運動指導の方法については今後の検討課題であるが、現状では個別による指導で対処する必要性が考えられた。

本研究に御高配くださいました長寿医療センター太田壽城病院長に感謝いたします。本研究は、財団法人長寿社会開発センターの助成により実施したものである。

(受付 2004. 9. 3)  
(採用 2005. 5.16)

## 文 献

- 1) 厚生統計協会, 国民衛生の動向2003年, 厚生 の指標 (臨時増刊), 2003; 50: 90.
- 2) Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, et al. Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ* 1997; 315: 1065-1069.
- 3) 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: 1341-1347.
- 4) Robertson MC, Devlin N, Gardner MM, et al. Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 1: Randomised controlled trial. *BMJ* 2001; 322: 697-701.
- 5) Day L, Fildes B, Gordon I, et al. Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes. *BMJ* 2002; 325: 128-131.
- 6) Barnett A, Smith B, Lord SR, et al. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. *Age Ageing* 2003; 32: 407-414.
- 7) 金成由美, 安村誠二. 高齢者における転倒予防介入プログラムの有効性に関する文献的考察. *日本公衛誌* 2002; 49: 287-304.
- 8) Lord SR, Ward JA, Williams P, et al. The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 1995; 43: 1198-1206.
- 9) Gill TM, DiPietro L, Krumholz HM. Role of exercise stress testing and safety monitoring for older persons starting an exercise program. *JAMA* 2000; 284: 342-349.
- 10) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 1988; 319: 1701-1707.
- 11) Kurl S, Laukkanen JA, Rauramaa R, et al. Systolic blood pressure response to exercise stress test and risk of

- stroke. *Stroke* 2001; 32: 2036-2041.
- 12) Harada ND, Chiu V, Stewart AL. Mobility-related function in older adults: assessment with a 6-minute walk test. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 837-841.
- 13) Newman AB, Haggerty CL, Kritchevsky SB, et al. Walking performance and cardiovascular response: associations with age and morbidity—the Health, Aging and Body Composition Study. *J Gerontol Med Sci* 2003; 58: M715-M720.
- 14) 太田壽城, 張 建国, 石川和子, 他. 日本人の最高酸素摂取量, 換気性閾値および脚伸展パワーの標準値策定の試み. *日本公衛誌* 1999; 46: 289-297.
- 15) 山内知子, 山田忠樹, Islam MM, 他. 高齢有疾患者の総合的能力に対する well-rounded exercise program の有効性. *体力科学* 2003; 52: 513-524.
- 16) 鈴木隆雄, 杉浦美穂, 古名丈人, 他. 地域高齢者の転倒発生に関連する身体的要因の分析的研究—5年間の追跡研究から—. *日本老年医誌* 1999; 36: 472-478.
- 17) Shinkai S, Watanabe S, Kumagai S, et al. Walking speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population. *Age Ageing* 2000; 29: 441-446.
- 18) Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, et al. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med* 1995; 332: 556-561.
-

## UTILITY OF CYCLE ERGOMETER STRESS TESTING AS A MEASURE TO ASSESS HEALTH STATUS AND PHYSICAL FUNCTIONING FOR ELDERLY PEOPLE

Kiyoshi TAKEKUMA, Hiroaki ISHIKAWA, Sumiko HAYASE,  
Kaoru KUNO, Kazuyo TSUSHITA, and Suketami TOMINAGA

**Key words** : elderly, falls prevention, exercise stress test, blood pressure elevation

**Purpose** This study was carried out to determine the prevalence of abnormal cardiovascular findings for elderly persons on exercise stress testing, and examine the relationship between exercise capacity estimated by the test and other physical functions or self-rated functional capacity cross-sectionally.

**Methods** Participants of this study were 83 elderly persons (24 males and 59 females, mean age, 80 years old) who were planning to undergo a falls prevention program. A questionnaire asking about functional capacity, physical functional testing (maximum stride length, maximum speed walking for 10 meters, one leg standing time, and grip strength), and cycle ergometer exercise stress testing were applied. The initial work load of exercise testing was 15 watts, and this was progressively increased by 15 watts every 3 minutes. Exercise capacity was estimated with reference to working time and subjects were divided into tertiles for each gender. Comparisons of physical functional testing and self-rated functional capacity among the groups were then performed.

**Results** Of 83 participants, 65 subjects (78.3%) could complete the exercise stress testing. Next to leg fatigue (46%), blood pressure elevation (26.2%) was the most common reason for termination of the test. No evidence of ischemia was found in any subject during exercise stress testing. The values for walking speed and walking pitch were highest among male participants in the third (uppermost) tertile group with statistical significance. In addition, the value for one foot standing time was highest among female participants in the third tertile group, again with statistical significance. Regarding self-rated functional capacity, the rates for subjects who reported being able to rise from a seat in a vehicle, jump over a puddle, and step on an escalator were highest among female participants in the third tertile group, with statistical significance, whereas no significant differences were seen among male participants. No one suffered falls in the previous one year in either gender in the third tertile group.

**Conclusion** As the major finding, higher exercise capacity mainly for lower-extremity work, was associated with better physical functions and self-rated functional capacity.