

高齢心血管疾患患者における日常生活活動の自立を判別する身体運動機能について

Physical function to determine the independence of the activities of daily living in advanced age cardiac patients

わたなべ さとし ¹, もりおゆうじ ², いざわかずひろ ³, おさだなおひこ ⁴, おおみやかずと ⁴, きだけいすけ ⁴, すずきけんご ⁴, あかしよしひろ ⁴
 渡辺 敏 ^{*1}, 森尾裕志 ^{*2}, 井澤和太 ^{*3}, 長田尚彦 ^{*4}, 大宮一人 ^{*4}, 木田圭亮 ^{*4}, 鈴木健吾 ^{*4}, 明石嘉浩 ^{*4}

要 旨

【目 的】 高齢心血管疾患患者において、日常生活活動 (ADL) の自立を判別する運動耐容能を、身体運動機能で予測できるか明らかにすること。

【方 法】 65 歳以上の心血管疾患患者 553 例を対象とした。身体運動機能 (下肢筋力、握力、片脚立位時間、歩行速度、前方リーチ距離) を評価し、運動耐容能と患者背景はカルテより調査した。ADL の自立する運動耐容能を 4 METs とし、身体運動機能と運動耐容能の関係を分析した。

【結 果】 身体運動機能の中でも歩行速度と下肢筋力は、運動耐容能と有意な正の相関関係を認めた ($r=0.424, p<0.001$, $r=0.440, p<0.001$)。歩行速度 (cut off 値 1.77 m/sec) は感度 82%, 特異度 72%, 下肢筋力 (cut off 値 0.51 kgf/kg) は感度 78%, 特異度 56% で、4 METs の運動耐容能が予測可能であった。

【結 論】 高齢心血管疾患患者において、ADL の自立を判別する運動耐容能 4 METs を、身体運動機能で予測することが可能であると考えられた。

[心臓リハビリテーション (JJCR) 22 (2・3) : 163-168, 2016]

Key words : 高齢者, ADL, 運動耐容能

はじめに

心肺運動負荷試験 (cardiopulmonary exercise test ; CPX) による運動耐容能の評価は、心移植の判定基準や生命予後および QOL などで有用性が多く報告されている^{1,2)}。しかし超高齢社会を迎え高齢や虚弱および重複障害などの影響で、CPX が実施できない症例が増加し運動耐容能での評価が困難となっている。その対応の一つとして Wicks らは心拍数を用いて運動耐容能を予測した研究を報告しているが、50 歳代を対象とするなど高齢者の検討には至っていないのが現状である³⁾。また普通の歩行速度とされる 4 METs 相当の日常生活活動 (Activity of Daily Living ; ADL) 能力の有無は、自立した社会生活を送る一つの目安になり⁴⁾、さらに Shephard⁵⁾らの報告によると、ADL 自立のためには 14 ml/

kg/min=4 METs 相当が、最低限必要な運動耐容能であるとされている。従って普通の歩行速度で 4 METs 相当の運動耐容能を有することが、高齢心血管疾患患者の一つの目標となるものと考えられる。しかし、ADL に影響を及ぼす最高酸素摂取量や膝伸展筋力と移動動作の関連⁶⁾など、個別の指標での報告は既になされているが、高齢心血管疾患患者を対象として身体運動機能と運動耐容能の関連を含め、ADL 能力を報告した論文は少ない。CPX の実施が困難である高齢心血管疾患患者において、身体運動機能を用いて自立した ADL を送ることができるか否かを予測することは、心臓リハビリテーションを提供している我々にとっても重要な判断基準になると考える。

本研究は高齢心血管疾患患者において、ADL の自立を判別する運動耐容能 4 METs を、身体運動機能で予測できる

^{*1} 聖マリアンナ医科大学病院リハビリテーション部, ^{*2} 湘南医療大学保健医療学部リハビリテーション学科, ^{*3} 神戸大学大学院, ^{*4} 聖マリアンナ医科大学循環器内科

身体運動機能 5項目

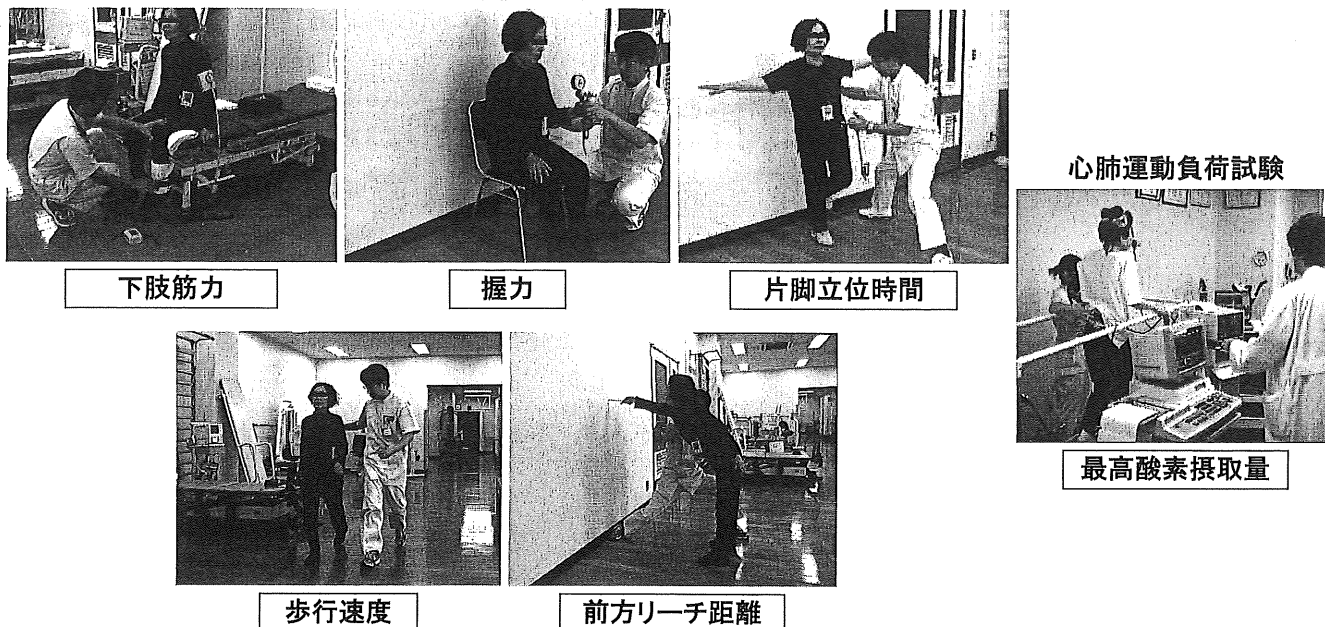


図 1 測定項目

か明らかにすることを目的とした。

対象および方法

平成 16 年 10 月から平成 26 年 10 月の間に心血管疾患治療目的に、当院に入院した 65 歳以上の高齢心血管疾患患者で、心臓リハビリテーションの指示があった高齢心血管疾患患者を調査対象とした。調査対象は 65 歳から 74 歳までの前期高齢群 326 例(平均年齢 69.2 ± 2.8 歳, 男性 294 例), 75 歳から 84 歳までの後期高齢群 103 例(平均年齢 77.6 ± 2.6 歳, 男性 82 例), 85 歳以上の超高齢群 124 例(平均年齢 88.1 ± 3.2 歳, 男性 79 例)の 3 群に分類した。なお前期および後期高齢群は身体運動機能と CPX の両検査を実施できなかった症例と、CPX のガス交換比が 1.0 未満で終了し負荷不足と判定されていたものは除外した。超高齢群は身体運動機能が評価できなかった症例を除外した。延べ 553 例(平均年齢 78.3 ± 2.9 歳, 男性 410 例)を本研究の最終対象とした。

身体運動機能としては図 1 に示した 5 項目を実測した。下肢筋力は等尺性下肢筋力測定器(アニマ社製 μ -tasF1)を用いて、膝屈曲 90° の椅子坐位肢位で両下肢の等尺性膝伸展筋力最大値を測定し、左右平均値を体重で除した値を算出した。握力は肘屈曲 90° の椅子坐位肢位で Jamar 型油圧式握力計を用い、最大握力の左右平均値を算出した。片脚立位時間は両手離しでの片脚立位保持時間について、60 秒を上限値として測定し左右の最大値の平均を算出した。歩行速度は直線 10 m の歩行路を走行にならないように、できる限り早く歩行するよう指示を出した時の歩行速度を算出した。バランス能力は森尾ら⁷⁾の前方リーチテストに準じて実

施した前方リーチ距離を測定した。トレッドミル(フクダ電子, ストレスシステム ML-9000)または自転車エルゴメーター(三菱電機エンジニアリング, 能動型伸展屈伸回転運動装置アキュラ)による、ランブ負荷様式の症候限界性 CPX から測定された、最高酸素摂取量および運動耐容能(ミナト医科学, エアロモニター AE300SRD)と、患者背景はカルテより調査した。

統計学的手法は前期および後期高齢群について、身体運動機能評価と最高酸素摂取量を Pearson の相関係数にて分析し有意水準は 5% で判定した。また普通の歩行速度とされる運動耐容能 4 METs 相当の活動能力を、ADL 自立レベルと判断して、身体運動機能を ROC 曲線(receiver operating characteristic curve)にて分析し感度、特異度を算出した。超高齢群の身体運動機能については、ADL 自立の可否を検討する目的で、前期および後期高齢群の運動耐容能 4 METs 以下例との 3 群間の比較を行った。身体運動機能指標の中でも正規性を認めた下肢筋力、歩行速度、前方リーチ距離については一元配置の分散分析を行い、多重比較には Tukey 法を用いた。正規性を認めなかった握力、片脚立位時間については Kruskal-Wallis の検定を行い、多重比較には Steel-Dwass 法を用いた。分析には R-2, 8.1 を使用し、有意水準は 5% で判定した。

本研究は当大学倫理審査委員会の承認(1480 号)を得て実施した。

結果

対象の背景を表 1 に示す。前期高齢群は身長 162.4 ± 7.5

表 1 患者背景

	前期高齢群 n=326	後期高齢群 n=103	超高齢群 n=124
年齢 (歳)	69.2±2.8	77.6±2.6	88.1±3.2
性別 (男性/女性)	249/77	82/21	79/45
身長 (cm)	162.4±7.5	160.1±8.4	154.2±9.4
体重 (kg)	60.3±9.0	57.3±8.4	48.0±9.5
診断名			
虚血性心疾患 (%)	174 (53.4)	58 (56.3)	25 (20.2)
心不全 (%)	51 (15.6)	21 (20.4)	78 (62.9)
心臓術後 (%)	101 (31.0)	23 (22.3)	9 (7.3)
その他 (%)	0 (0)	1 (1.0)	12 (9.7)

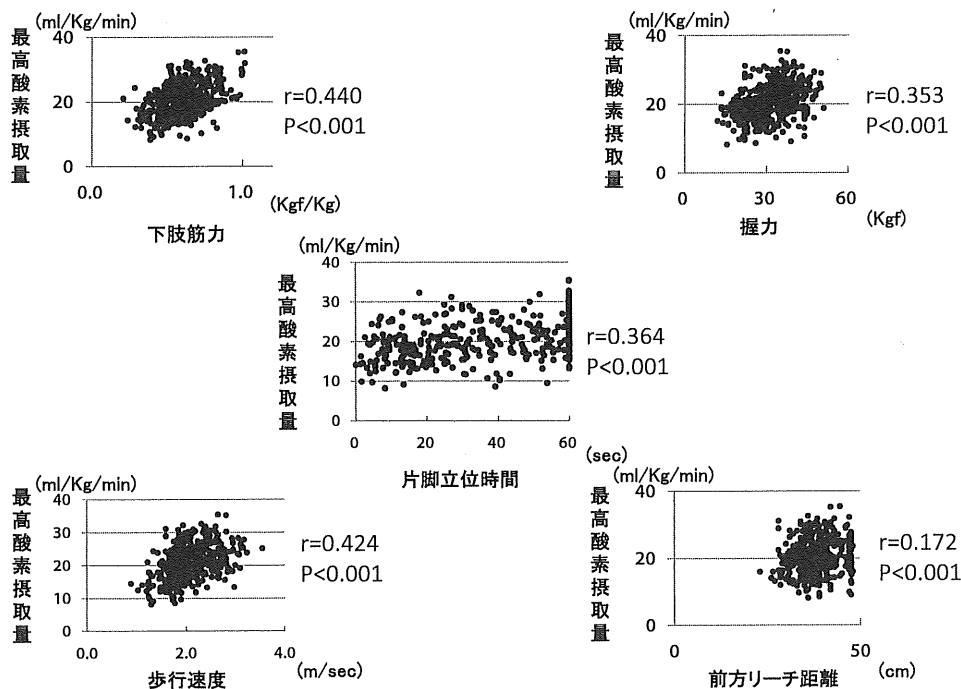


図 2 身体運動機能と最高酸素摂取量の関係

cm, 体重 60.3±9.0 kg, 疾患の内訳は虚血性心疾患 174 例, 心不全 51 例, 心臓術後 101 例であった。後期高齢群は身長 160±8.4 cm, 体重 57.3±8.4 kg, 疾患の内訳は虚血性心疾患 58 例, 心不全 21 例, 心臓術後 23 例, その他不整脈疾患など 1 例であった。超高齢群は身長 154.2±9.4 cm, 体重 48.0±9.5 kg, 疾患の内訳は虚血性心疾患 25 例, 心不全 78 例, 心臓術後 9 例, その他不整脈疾患など 12 例であった。

身体運動機能評価と CPX の両者が実施できた, 前期高齢群 326 例と後期高齢群 103 例における, 身体運動機能と最高酸素摂取量の関係を図 2 に示す。身体運動機能と最高酸素摂取量の相関は, 下肢筋力 $r=0.440$ ($p<0.001$), 握力 $r=0.353$ ($p<0.001$), 片脚立位時間 $r=0.364$ ($p<0.001$), 歩行速度 $r=0.424$ ($p<0.001$), 前方リーチ距離 $r=0.172$ ($p<0.001$), であった。次に ADL 自立を予測する身体運動機能について, 前期および後期高齢群 429 例を, ROC 曲線で分析した結果を図 3 に示す。曲下面積では歩行速度 (0.801), 下肢筋力

(0.708), 片脚立位時間 (0.703), 握力 (0.630), 前方リーチ距離 (0.589) の順であった。また運動耐容能 4 METs を予測する身体運動機能の cut off 値および感度と特異度は, 歩行速度 (1.77 m/s, 82%, 72%), 下肢筋力 (0.51 kgf/kg, 78%, 56%), 片脚立位時間 (43.4 sec, 54%, 82%), 握力 (33.8 kg, 44%, 82%), 前方リーチ距離 (37.8 cm, 57%, 62%) であった (表 2)。超高齢群 124 例の身体運動機能を検討するため, 運動耐容能 4 METs に到達しなかった前期高齢群 22 例と, 後期高齢群 17 例の身体運動機能を表 3 に示した。正規性を認めた下肢筋力, 歩行速度, 前方リーチ距離については平均値±標準偏差を示し, 正規性を認めなかった握力, 片脚立位時間は中央値 (四分位範囲) を示した。全ての身体運動機能で超高齢群は, 前期および後期高齢群より有意に低値を示していた ($p<0.01$)。表 4 に前期および後期高齢群の運動耐容能別の歩行速度と下肢筋力を示した。最高運動耐容能が平均 4.6 METs まで到達した前期高齢群と, 後期

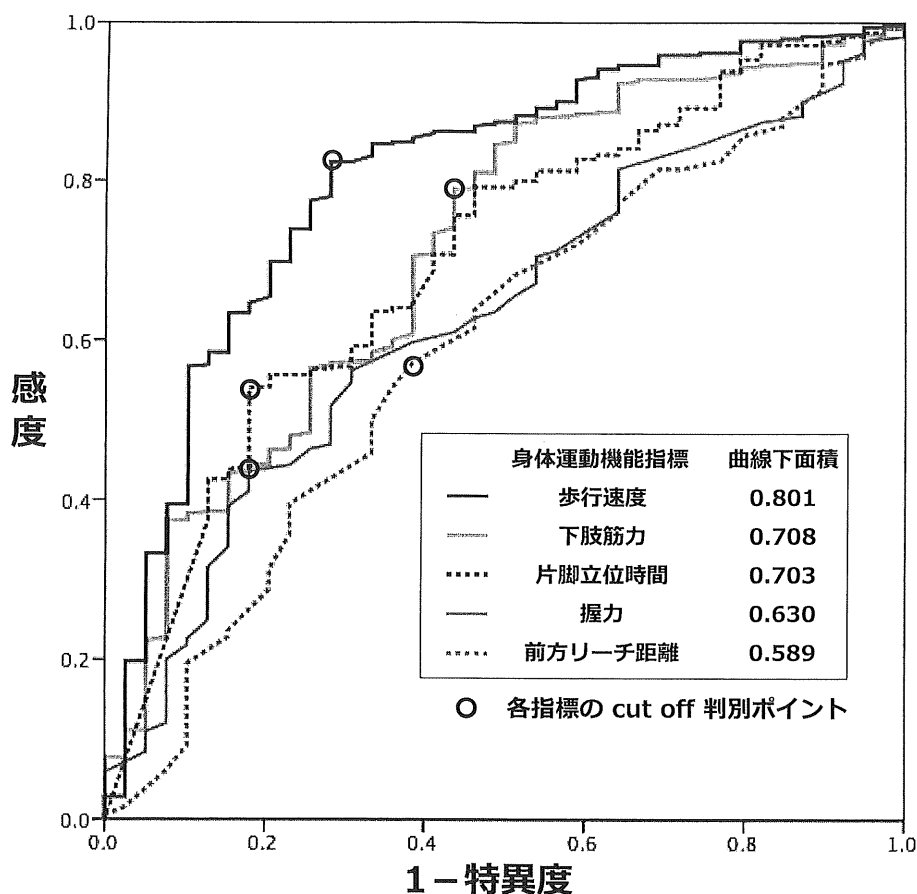


図3 日常生活活動自立を予測する身体運動機能の receiver operating characteristic curve

表2 日常生活活動自立を予測する身体運動機能の判別値

身体運動機能	cut off 値	感度	特異度	Youden index	AUC
歩行速度 (m/sec)	1.77	0.816	0.718	0.534	0.801
下肢筋力 (kgf/kg)	0.51	0.780	0.564	0.344	0.708
片脚立位時間 (sec)	43.4	0.540	0.821	0.361	0.703
握力 (kgf)	33.8	0.435	0.821	0.256	0.630
前方リーチ距離 (cm)	37.3	0.570	0.615	0.185	0.589

高齢群の歩行速度と下肢筋力は、各々 1.98 m/sec と 0.55 kgf/kg, 1.71 m/sec と 0.51 kgf/kg であった。また最高運動耐容量が平均 8.6 METs まで到達した、前期高齢群の歩行速度と下肢筋力は 2.24 m/sec と 0.75 kgf/kg であった。さらに嫌気性代謝閾値での運動耐容量でみると、運動耐容量が 4.5 METs に到達した前期高齢群と、後期高齢群の歩行速度と下肢筋力は、各々 2.08 m/sec と 0.60 kgf/kg, 1.96 m/sec と 0.62 kgf/kg であった。

考 察

身体運動機能と最高酸素摂取量については山崎⁸⁾らが中年の心疾患を対象に下肢筋力との相関を、男性 $r=0.699$ (p

<0.001), 女性 $r=0.449$ ($p<0.01$) と報告している。今回はさらに年齢層が高く性別を混同した対象群であったが下肢筋力は $r=0.440$ ($p<0.001$) と有意な正相関を認めた。これは高齢心血管疾患患者を対象としても、下肢筋力が最高酸素摂取量を規定する重要な一因子であると考えられる。さらに表4に示した運動耐容量別での下肢筋力は、各年齢層とも運動耐容量の増大に伴い増加していた。これは重複障害や下肢機能障害の影響でCPXの実施が困難な症例であっても、下肢筋力から到達可能な運動耐容量を推察でき、ワークシミュレーションなどの参考となると考える。また症例が必要とするADLの運動耐容量が、下肢筋力低下によって到達困難であるのか、心肺機能低下によって到達困難であるの

表3 前期および後期高齢群 4METs 未満例の身体運動機能と超高齢群の身体運動機能

身体運動機能	前期高齢群 n=22	後期高齢群 n=17	超高齢群 n=124	p 値
歩行速度 (m/sec)	1.76±0.41	1.59±0.26	1.01±0.38	p<0.01
下肢筋力 (kgf/kg)	0.53±0.15	0.49±0.10	0.36±0.10	p<0.01
片脚立位時間 (sec)	30.0 (26.6)	15.5 (27.1)	2.12 (3.6)	p<0.01
握力 (kgf)	29.0 (12.0)	26.0 (8.0)	18.8 (12.0)	p<0.01
前方リーチ距離 (cm)	36.5±4.5	36.9±6.1	28.3±5.9	p<0.01

平均値±標準偏差, 中央値 (四分位範囲)

表4 運動耐容能別の歩行速度と下肢筋力

		3METs	4METs	5METs	6METs	7METs	8METs
最高運動耐容能 (METs)		3.5 (0.4)	4.6 (0.3)	5.5 (0.3)	6.6 (0.4)	7.5 (0.3)	8.6 (0.5)
嫌気性代謝閾値での運動耐容能 (METs)		2.9 (0.5)	3.8 (0.5)	4.5 (0.6)	5.3 (0.7)	5.9 (0.6)	6.8 (0.6)
前期高齢群	歩行速度 (m/sec)	1.76 (0.41)	1.98 (0.30)	2.08 (0.34)	2.18 (0.41)	2.36 (0.43)	2.24 (0.37)
	下肢筋力 (kgf/kg)	0.53 (0.15)	0.55 (0.09)	0.60 (0.13)	0.63 (0.16)	0.68 (0.10)	0.75 (0.16)
後期高齢群	歩行速度 (m/sec)	1.59 (0.26)	1.71 (0.35)	1.96 (0.41)	1.98 (0.30)	—	—
	下肢筋力 (kgf/kg)	0.49 (0.10)	0.51 (0.13)	0.62 (0.13)	0.59 (0.15)	—	—

平均値 (標準偏差)

か判断する材料にもなると考える。

加齢に伴う最高酸素摂取量については Shephard⁹⁾らの報告により, ADL 自立のためには 4 METs 相当の運動耐容能が必要であるとされている。従って, 前期および後期高齢心血管疾患患者において, 今回測定した運動耐容能 4 METs 相当の身体運動機能の中でも, 歩行速度 1.77 m/sec と下肢筋力 0.51 kgf/kg は, ADL 自立のための目標値であると考えられる。重複障害などの影響で CPX の実施が困難である高齢心血管疾患患者では, 身体運動機能の評価によって運動耐容能 4 METs 相当の身体運動機能を有しているか否かが判断可能であり, 退院指導や生活指導においても有益であると考えられる。

また我々が測定した運動耐容能 4 METs を判別する身体運動機能の中では, 歩行速度が最も感度と特異度が良好であり, 高齢心血管疾患患者において CPX の実施に当たっては, CPX の実施と運動耐容能 4 METs 以上の測定が期待できるかの判断基準となり得るものと考えられた。CPX をトレッドミルで実施した症例を含む影響は考えられるが, 早く歩ける身体運動能力もまた運動耐容能を推察する参考になると考える。しかし, 運動耐容能が増加すると歩行速度は前期高齢心血管疾患患者で 2.4 m/sec 程度, 後期高齢心血管疾患患者で 1.9 m/sec 程度で天井効果が出現し, 運動耐容能の高い症例においては運動耐容能の判別材料にはなり得ない指標であると考えられる。さらに表 4 に示す超高齢心血管

疾患患者の歩行速度 1.01 m/sec は、横断歩道を安全に渡るのに必要とされる歩行速度 1.0 m/sec に近似している⁹⁾。高齢心血管疾患患者が外出をする場合横断歩道を安全に渡るには、常に 100% の身体運動能力が要求されていることを理解し、オーバーワークを強くない工夫やアドバイスも考慮すべき状況であると考ええる。

下肢筋力と ADL 障害については Kamiya¹⁰⁾らが、体重比 40% 未満になると急激に ADL 障害が発生すると報告している。我々が測定した高齢心血管疾患患者の運動耐容能 4 METs を判別する身体運動機能の中で、下肢筋力 0.51 kgf/kg は体重比換算では 51% となり、下肢筋力的にも運動耐容能的にも ADL の自立を判別できる指標であると考えられる。下肢筋力は体重比 40% 未満で ADL 障害が発生し、50% 程度で ADL 自立が期待できる指標であると考ええる。さらに、後期高齢心血管疾患患者の運動耐容能 4 METs 以下の下肢筋力と、超高齢心血管疾患患者の下肢筋力は 0.49 kgf/kg、0.36 kgf/kg であり、同じく体重比換算では 49%、36% となり下肢筋力的にも運動耐容能的にも、ADL 障害が合併している状態と判断できる。また嫌気性代謝閾値レベルでは、前期および後期高齢心血管疾患患者の歩行速度と下肢筋力は、表 4 に示す通り 2.08 m/sec、0.60 kgf/kg と 1.96 m/sec、0.62 kgf/kg であり、ADL で過負荷とならない嫌気性代謝閾値レベルでの ADL 自立を目指すのであれば、歩行速度 2 m/sec 程度と下肢筋力体重比 60% 程度が目標値とする必要性もあると考えられる。従って、横断歩道を安全に渡ることができる 1.0 m/sec の 2 倍の歩行速度と、下肢筋力体重比 60% を維持確保する心血管運動療法の方法論や、ADL 指導も改めて見直す必要があると考える。

我々が測定した身体運動機能の中でも、超高齢心血管疾患患者の片脚立位時間 5.2 秒は他の指標に比べ明らかに低値であり、堅田¹¹⁾らが報告した歩行自立の cut off 値 3.2 秒に近似していた。高齢心血管疾患患者は ADL 自立度に加え転倒に関する判断も重要となり、バランス能力などは一つの象徴的な指標になると考える。しかし、超高齢心血管疾患患者は前期および後期高齢心血管疾患患者に比べ、片脚立位時間と前方リーチ距離は加速度的に低下しており、その要因など今後一層の検討が必要であると考ええる。

本研究の限界は超高齢心血管疾患患者において、運動耐容能の評価が実施されていない点である。超高齢心血管疾患患者については前期および後期高齢心血管疾患患者との

身体運動機能の比較であり、身体運動機能と運動耐容能の関連は実証できなかった。従って超高齢心血管疾患患者は ADL 自立を判別する運動耐容能 4 METs を、身体運動機能で明らかにすることはできなかった。

結 論

65 歳以上の高齢心血管疾患患者においても、身体運動機能と運動耐容能の関連が認められ、ADL 自立を判別する運動耐容能 4 METs を、身体運動機能で予測することが可能であると考えられた。

文 献

- 1) Mancini D, Eisen H, Kussmaul W, et al: Value of Peak exercise oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure. *Circulation* 83: 778-786, 1991
- 2) Koike A, Koyama Y, Itoh H, et al: Prognostic significance of cardiopulmonary exercise testing for 10-year survival in patients with mild to moderate heart failure. *J Circ J* 64: 915-920, 2000
- 3) Wicks JR, Oldridge NB, et al: HR Index-A simple method for the prediction of oxygen uptake. *Med Sci Sports Exerc* 43: 2005-2012, 2011
- 4) Ainsworth BE, Haskell WL, et al: Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 32(9 Suppl): 498-504, 2000
- 5) Shephard RJ, et al: Exercise and aging. Extending independence in older adults. *Geriatrics* 48: 61-64, 1993
- 6) 平澤有里, 長谷川輝美, 松下和彦, 他: 健常者の等尺性膝伸展筋力. *理学療法ジャーナル* 38: 330-333, 2004
- 7) 森尾裕志, 大森圭貢, 井澤和夫, 他: 指示棒を用いた Functional Reach Test の開発. *総合リハビリテーション* 35: 487-493, 2007
- 8) 山崎裕司, 長谷川輝美, 山田純生, 他: 冠動脈疾患患者の下肢筋力水準. *心臓リハビリテーション* 6: 115-117, 2001
- 9) 高橋精一郎, 鳥井田峰子, 田山久美: 歩行評価基準の一考察: 横断歩道の実地調査より. *理学療法学* 16(4): 261-266, 1989
- 10) Kamiya K, Mezzani A, Hotta K, et al: Quadriceps isometric strength as a predictor of exercise capacity in coronary artery disease patients. *Eur J Prev Cardiol* 21(10): 1285-1291, 2014
- 11) 堅田紘頌, 森尾裕志, 井澤和夫, 他: 高齢入院患者における前方リーチ距離および片脚立位時間と歩行自立度との関連. *理学療法: 技術と研究* 41: 40-45, 2013

(受付日平成 28 年 6 月 13 日/受理日平成 28 年 11 月 15 日)