

心血管疾患患者の長期予後に対する身体運動機能の関わりについての研究

2018年度博士論文

森尾裕志

筑波大学大学院

人間総合科学研究科 生涯発達科学専攻

〔要旨〕

心疾患患者に対する心臓リハビリテーション（Cardiac Rehabilitation: 以下 CR）の目的は、運動耐容能の是正と早期社会復帰，冠危険因子の是正と二次予防，および Quality of Life の向上に集約される（日本心臓リハビリテーション学会，2011）。その中で，高齢心不全患者の生命予後は，不良かつ再入院率も高率とされている。CR の中でも理学療法士が介入する運動療法は，中心的な役割を担っており，理学療法士は高齢者，および心不全患者の増加に対し，いかに対応していくかが現在の課題となっている。

研究目的

本研究では，心疾患患者における運動耐容能に関わる身体運動機能指標の相互関係，および再入院との関連について明らかにし，予後向上のための CR における身体運動機能の目標値を提案することを目的とする。

また，本研究の構成を研究 1 から研究 5 に分け，それぞれの研究目的を以下の 5 点とした。

- ① 立位バランス機能に関する簡便な測定方法を検証する。
- ② 心血管疾患患者の退院時年齢・性別の身体運動機能について明らかにする。
- ③ 心血管疾患患者の下肢筋力，立位バランス能力との関連について明らかにする。
- ④ 心血管疾患患者の運動耐容能に関わる身体運動機能指標の相互関係を明らかにする。
- ⑤ 心疾患患者における運動機能と予後との関連について明らかにし，予後向上のための CR における身体運動機能の目標値を提案する。

実証検証は，第 3 章（研究 1）～第 7 章（研究 5）からなり，主に高齢心疾患患者の身体運動機能に着目した研究である。研究 1 では，バランス能力を簡便に測定するための指示棒を用いたファンクショナルリーチテスト（modified functional reach test: 以下 M-FR）を開発した。研究 2 では，心疾患患者の身体運動機能の予備能力について調査した。調査項目は M-FR の他に，一般的に用いられている片脚立位時間，等尺性膝伸展筋力，握力，最大歩行速度を調査した。その結果，年代とともに機能が低下していくことが，心血管疾患でも明らかになった。研究 3 では，身体運動機能のリスクを層別化するために歩行自立度を調査した。その結果，等尺性膝伸展筋力だけでは歩行自立度を判断できなかった閾値に対しても M-FR を加えることで，歩行自立の正診率が増加することが判明した。研究 4 では，生命予後や，再入院率に関わる因子とされる最高酸素摂取量に着目し，各種身体運動機能がどのように運動耐容能に関わってくるかについて調査した。その結果，壮年群と高齢群では，運動耐容能に関わってくるモデルが異なることが明らかになった。研究 5 では，心血管疾患で入院し，再入院される患者と入院に至らない患者の退院時の身体運動機能を比べる調査をした。その結果，女性で歩行速度とバランス能力（M-FR）が関連する因子と考えられた。

以上の研究結果より，これらは，患者の日常生活機能低下や，再入院予防のための指標となり得ると考えられた。

学位論文目次

第 I 部 序論	1
第 1 章 研究の背景	1
1.1 心疾患患者に対する理学療法士の役割	1
1.2 高齢心疾患患者の割合と生命予後, 再入院率	2
1.3 心肺運動負荷試験 (CPX) に代わる身体運動機能評価	5
1.4 心血管疾患患者の長期予後, および身体運動機能に関する先行研究	15
1.5 先行研究から得られた動向	40
第 2 章 研究目的と研究構成	41
2.1 本研究の新規性	41
2.2 目的	41
2.3 研究構成	42
2.4 倫理的配慮	43
第 II 部 本論	44
第 3 章 立位バランス機能に関する簡便な測定方法の開発【研究 1】	44
3.1 研究背景	44
3.2 研究 1-1: M-FR の再現性と基準関連妥当性について	45
3.3 研究 1-2: M-FR と転倒・歩行自立度との関連	50
3.4 結果	52
3.5 考察	57
第 4 章 心血管疾患患者における退院時年齢・性別の身体運動機能について【研究 2】	59
4.1 研究背景	59
4.2 対象	59
4.3 調査・測定項目	60
4.4 結果	64
4.5 考察	67
4.6 研究の限界	68
4.7 結語	68

第5章	心疾患患者における下肢筋力, 立位バランス能力と歩行自立度との関連【研究3】	69
5.1	研究背景	69
5.2	方法	70
5.3	結果	72
5.4	考察	75
5.5	結語	76
第6章	心疾患患者における運動耐容能に関わる身体機能指標の相互関係【研究4】	77
6.1	研究背景	77
6.2	対象および調査・測定項目	78
6.3	結果	81
6.4	考察	84
6.5	本研究の限界	84
6.6	結語	84
第7章	心血管疾患患者における身体運動機能と再入院率との関連【研究5】	85
7.1	研究背景	85
7.2	対象	85
7.3	方法	85
7.4	結果	88
7.5	考察	93
第III部	総合考察・結論	95
第8章	総合考察; 高齢心疾患患者に対する予後向上のための身体機能目標値の提案	95
8.1	総合考察	95
8.2	本研究の限界と課題	100
文献		101
謝辞		111

第I部 序論

第1章 研究の背景

1.1 心疾患患者に対する理学療法士の役割

心疾患患者に対する心臓リハビリテーション（Cardiac Rehabilitation: 以下CR）は、「医学的な評価，運動療法，冠危険因子の是正，教育およびカウンセリングから成る長期的で包括的なプログラム（Wenger et al., 1995）」である。そして，このプログラムの目的は「個々の患者の心疾患に基づく身体的・精神的影響をできるだけ軽減し，突然死や再梗塞のリスクを是正し，症状を調整し，動脈硬化の過程を抑制あるいは逆転させ，心理社会的ならびに職業的な状況を改善すること」とされている。すなわち，CRの目的は，運動耐容能の是正と早期社会復帰，冠危険因子の是正と二次予防，およびQOLの向上に集約される（日本心臓リハビリテーション学会, 2011）。

CRの中でも理学療法士が介入する運動療法は中心的な役割を担っており，最高酸素摂取量（以下Peak $\dot{V}O_2$ ）の増加，同一負荷強度での心拍数減少，炎症性指標の減少，冠危険因子の是正，などの身体効果があることが証明されている（日本循環器学会, 2012）。我が国の健康保険制度においても1988年から心筋梗塞の理学療法算定が可能となり，1996年からは狭心症・心臓病の術後の理学療法が，そして，2006年からは慢性心不全の理学療法算定がさらにできるようになった。その背景には，我が国が超高齢社会であること，そして心疾患による死亡率が，悪性新生物に次ぐ2位であること（厚生労働省, 2014）が挙げられる（図1.1）。

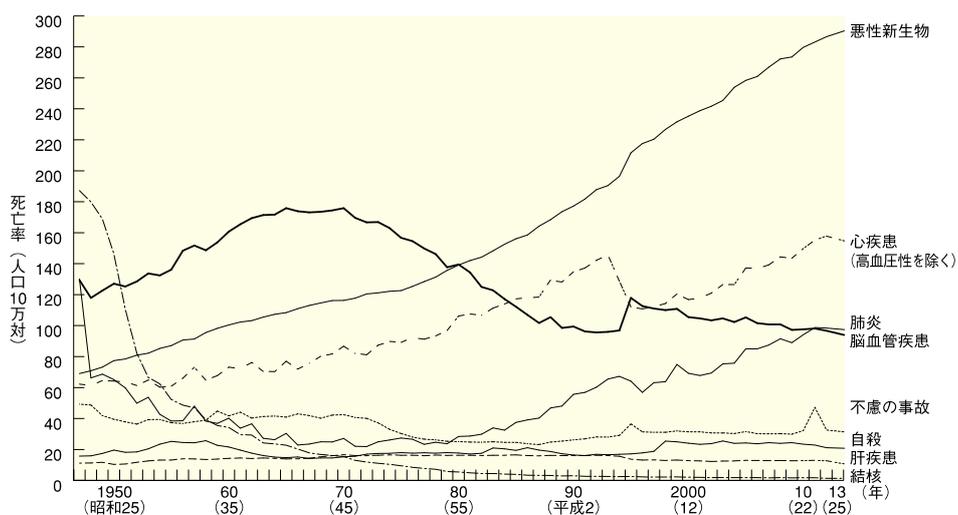


図 1.1 主な死因別に見た死亡率の推移(人口比)

(厚生労働省, 2014)

1.2 高齢心疾患患者の割合と生命予後, 再入院率

我が国の65歳以上の高齢者人口は、2016年には3,461万人（2016年9月15日現在推計）となり、過去最高となった（総務省統計局, 2018）。それに伴い、総人口に占める高齢者の人口の割合は27.3%となり、超高齢社会を迎えている。この割合は今後も上昇を続け、2035年には33.4%、実に3人に1人が高齢者になると予測されている（厚生労働省, 2014）。高齢者人口の増加は、様々な内部障害、特に心疾患患者の増加を意味する。心疾患は、加齢とともにその罹患率が増加することが知られていることから、その患者数は高齢者人口と同様に、年々増加し2030年には130万人に到達することが試算されている（Okura et al., 2008）。このような背景を踏まえると、理学療法士にとって高齢者、および心不全患者の増加に対し、いかに対応していくかが課題といえよう。

心疾患の登録観察研究であるJCARE-GENERAL研究における心不全患者の平均年齢は74歳で、そのうち75歳以上の割合は56%となっており、心疾患患者には高齢者（特に後期高齢者）が多く含まれていることが報告されている（Tsutsui et al., 2007）。

また、80歳未満と80歳以上の心不全患者の比較において、80歳以上の患者の全死亡、心関連死亡、再入院率の相対リスクは、それぞれ2.152, 2.383, 1.446と80歳未満と比較して高く、高齢心不全患者の生命予後は、不良かつ再入院率も高率とされている（Hamaguchi et al., 2007）（図1.2）。

聖マリアンナ医科大学病院における、CR対象者の属性を経年的に調査した検討では、高齢化に加え（図1.3）、脳血管障害や整形外科疾患を有する症例の増加が報告されている（西山ら, 2007）。また、これらを合併した症例では、脳血管障害による麻痺や骨関節

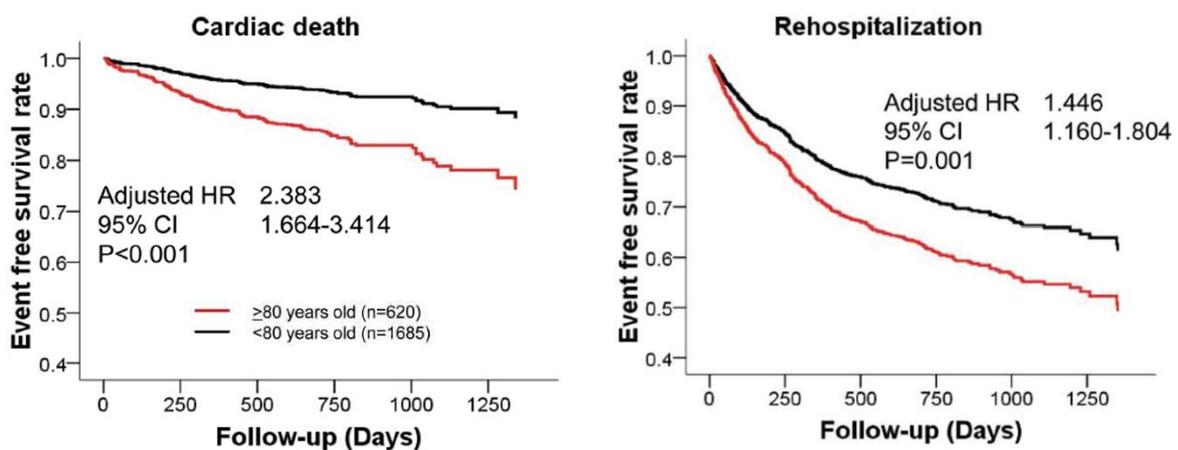


図 1.2 高齢心不全症例の心臓関連死亡と再入院率

高齢心不全症例の心臓関連死亡（左）と再入院率（右）を示したものである。80歳未満と80歳以上の心不全患者の比較において、80歳以上の患者の相対リスクは上昇する。

(Hamaguchi et al., 2007)

障害により、入院前から日常生活機能（activities of daily living: 以下 ADL）が低下している可能性が高いといえる（図 1.4）。

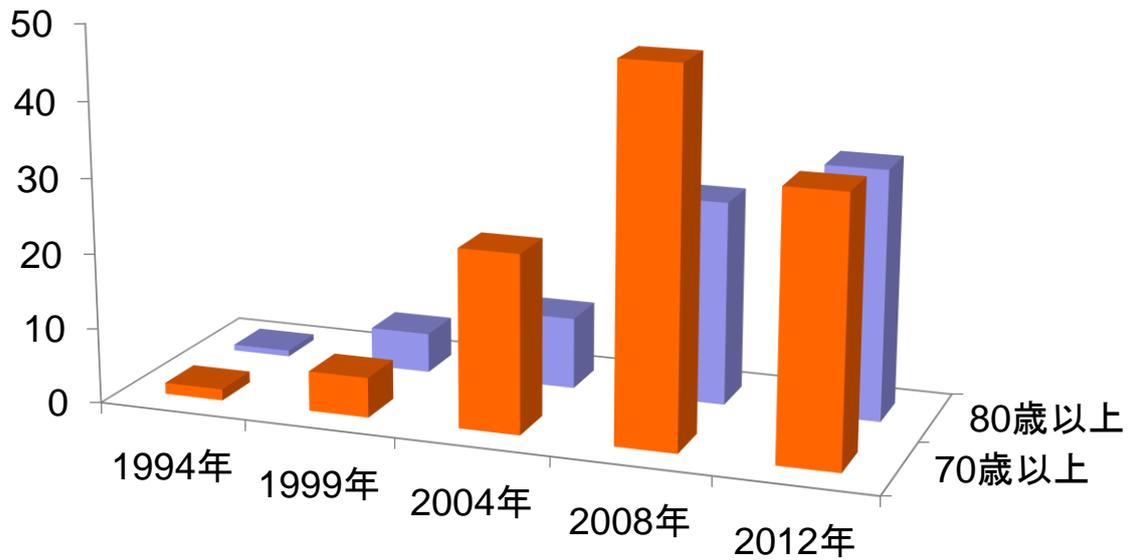


図 1.3 CRに占める高齢者の割合
2000年以降、CRにおける高齢者の割合が増大している。



図 1.4 CRの実施風景

運動療法室における CR 症例の高齢化に伴い、車椅子の症例が過半数を占め、運動耐容能の改善目的で使用されるトレッドミルの稼働率が低下している。

CR において、心疾患患者の治療や効果判定には、心肺運動負荷試験（cardiopulmonary exercise test: 以下CPX）（図 1.5）の実施が有用であり、心移植の判断基準や生命予後および QOL などとの関連が多く報告されている（Myers et al., 2002）。本来であれば、全症例に対し CPX を行い、日常動作指導の一助にしたいところであるが、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ている。2008 年度の自家調査では、CPX の実施を見送った症例が、CR 実施総件数の 63.4%にまで達していた（図 1.6）。

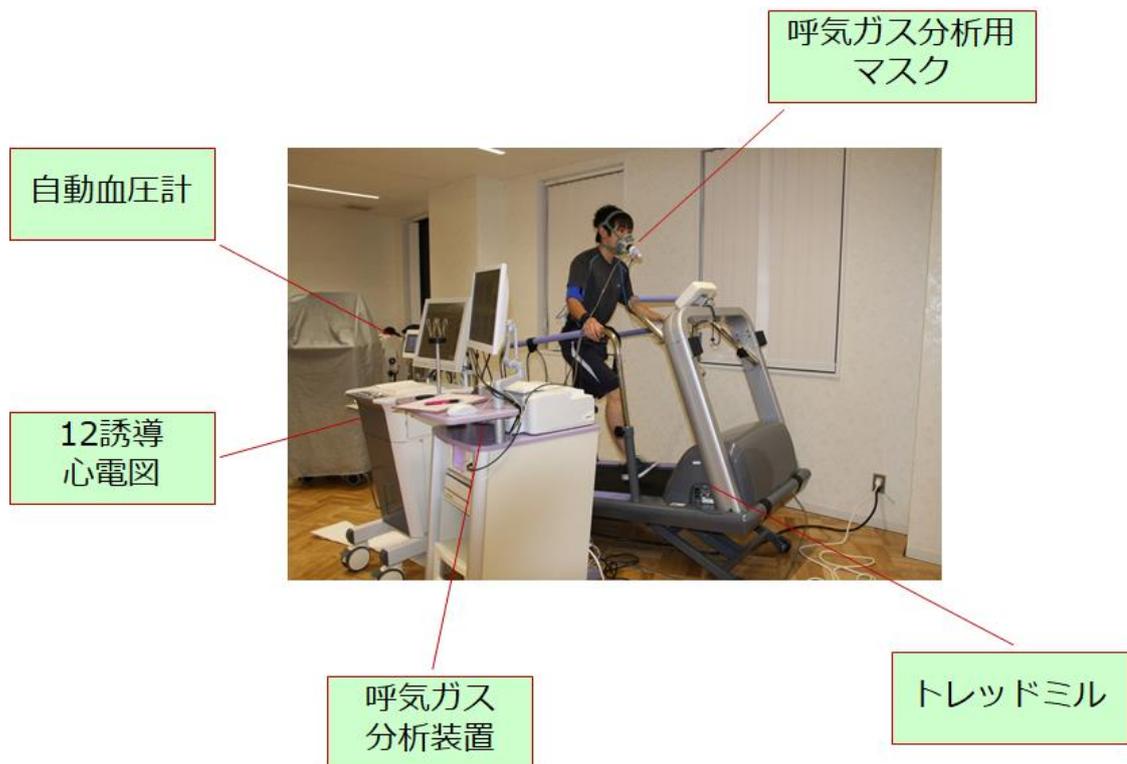


図 1.5 心肺運動負荷試験(CPX)の様子

呼気ガス分析装置を用いて一呼吸ごとの酸素摂取量、および二酸化炭素排出量を計測する。
CPX: cardiopulmonary exercise test, 心肺運動負荷試験

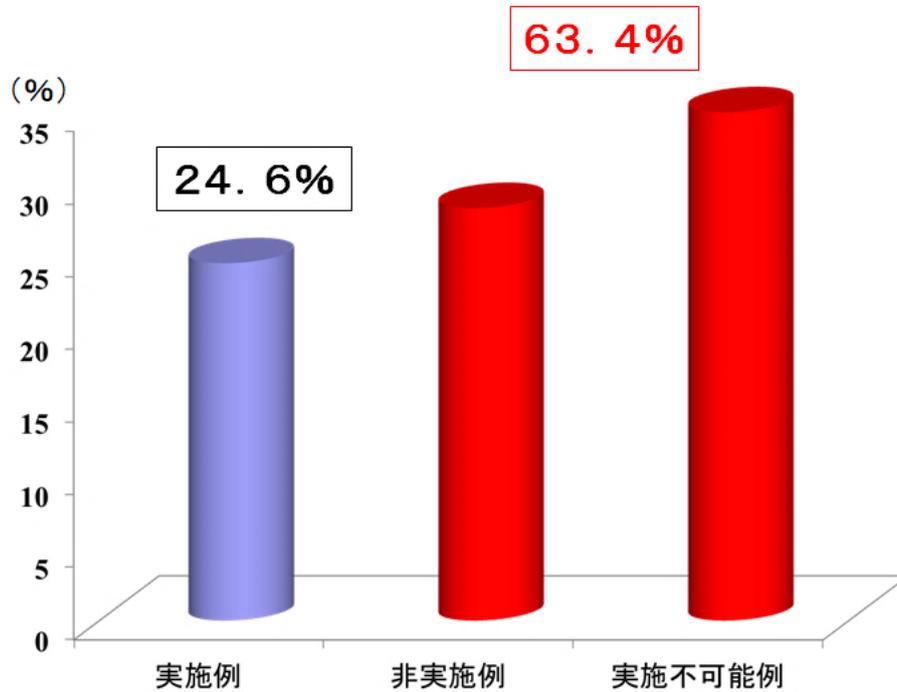


図 1.6 心肺運動負荷試験(CPX)の実施状況
CR 参加者の高齢化に伴い、CPX を実施できない例が多い。

1.3 心肺運動負荷試験(CPX)に代わる身体運動機能評価

高齢者の割合は増加傾向にあり、これらの患者の特性を考慮した運動療法プログラムを展開する必要が高まっている。CR を効果的に導入するには、身体機能の程度と、そのリスクを入院期から把握する必要がある。そのために有効なのが、身体運動負荷が心肺機能に与える影響を評価する際に重要となる指標を得ることができる CPX である。しかし、超高齢社会になり、高齢や虚弱、および重複障害などの影響により、症候限界下で行う CPX が実行できない症例が増加している。CPX の実施が困難である高齢心疾患患者に対し、CPX の代替えとなり得る評価として身体運動機能評価がある。これは、自立した社会生活を送ることができるか評価するために行われ、我々理学療法士にとっても重要な判断基準となる。

1.3.1 身体機能評価の測定方法, 判定法

入院期の CR プログラムの進行に際し, 認知症, せん妄, 高次脳機能障害, 整形外科疾患などの合併症を有する場合には, 呼吸循環反応のみならず, 図 1.7 に示すような身体運動機能に関する評価を施行し, 身体機能向上に向けた個別対応プログラムを可及的早急に開始することが望ましい (井澤ら, 2006)。

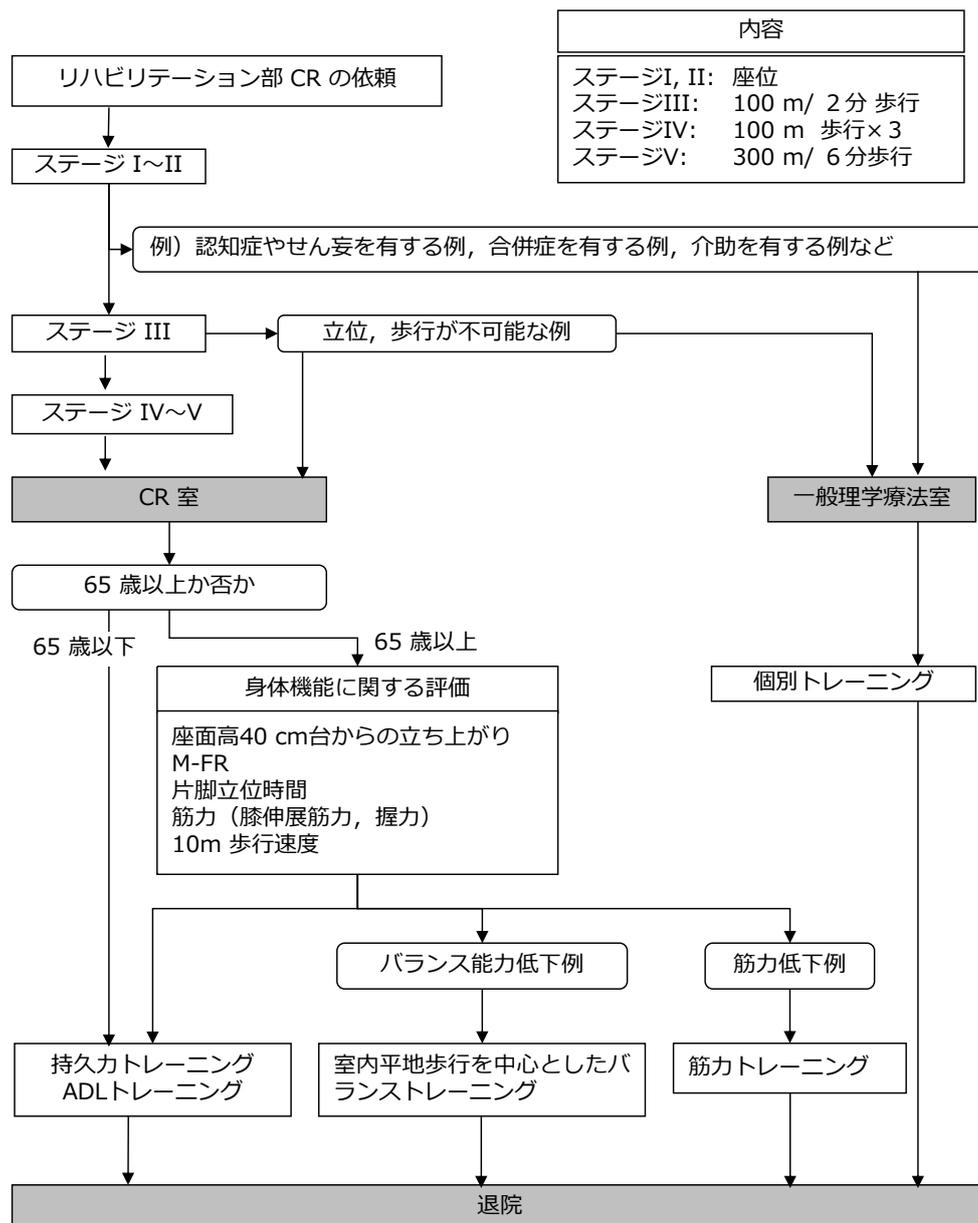


図 1.7 CR プログラムフローチャート

(井澤ら, 2006)

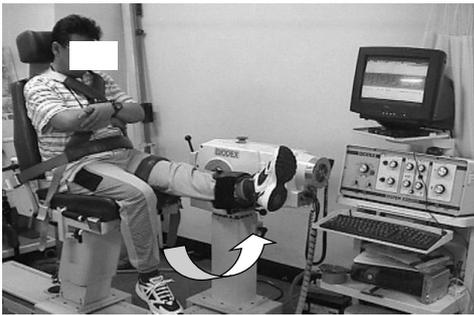
1.3.2 骨格筋筋力

筋力といっても全身には、大小含めて約 600 を越える筋肉が存在し、各々の役割を持って人体を構成している。その中でも特に着目したいのは、上下肢の筋力である。中でも上肢の筋力の代表値として握力が、下肢の筋力の代表値として膝伸展筋力が用いられることが多い (Reuben et al., 2013)。

1.3.3 下肢筋力

運動耐容能を規定する因子として、呼吸循環機能だけでなく下肢筋力が指摘されている (山崎ら, 1999)。これは運動耐容能の指標として使われている Peak $\dot{V}O_2$ や嫌気性代謝閾値 (anaerobic threshold: 以下 AT) が骨格筋の酸素利用能に大きな影響をもつことから予想できる。また、下肢筋力は理学療法士が改善し得る因子の一つであり、身体活動を保ち、その結果として、サルコペニアの進行を予防するためにも重要となる。

下肢筋力の測定方法には、機器を用いた方法、重錘を用いた方法、徒手を用いた方法があるが、これらのうち、最も簡便なのは、広く臨床場面で用いられている徒手筋力検査 (manual muscle testing: 以下 MMT) である。しかし、MMT は検者の主観的な感覚や重力に抗した動きを基準として順序づけする方法であるため、グレード判定の正確性および再現性が低い。また、グレード間の間隔が一定でないことから、アウトカムとしては客観性に欠けると考えられている。そのため、主観に左右されず、客観性が高い方法として、機器を用いた筋力測定を採用している場合も多い。例として、図 1.8 に代表的な骨格筋機能の測定内容を示した。なお、後述する骨格筋筋力測定の全ての測定項目において、Valsalva 効果に留意し、測定前後および測定中に心電図モニタリング、また、血圧測定を行うことが必要条件となる。



↑ 等速性筋力測定

BIODEX社製システム2型等速性下肢筋力測定装置により、角速度60度/秒にて両側の膝伸筋力peak torque値を測定し、左右の値のうち最高値を体重で除した値を指標として採用している。



↑ 等尺性筋力測定

アニマ社製徒手筋力測定器を用い、ベルトで下腿を固定して測定する。測定は左右2回ずつ行い、左右の最高値の平均を体重で除した値を指標として採用している。



← 座面高40 cm台からの立ち上がり

上肢の支持なく立ち上がれるか否かを判定する。



← 握力

PRESTON社製JAMARハンドダイナモメーターを用い、腰掛け坐位、肘関節屈曲90度、前腕中間位肢位にて、左右各3回測定する。左右の値のうち最高値を採用する。

図 1.8 CRにおける骨格筋機能に関する評価

1.3.3.1 等速性筋力測定

退院後の下肢機能の指標として、等速性筋力測定機器を用いた膝伸筋力値が採用されている報告もある（山崎ら, 1994）。測定は、角速度 60 度/秒にて両側の膝伸筋力 Peak トルク値を測定し、最高値を体重で除した値を指標としている。井上ら（2001）は虚血性心疾患を対象とし、有酸素運動に加え下肢筋力トレーニングを併用して運動療法を実施している。その結果、 $\dot{V}O_2$ 減衰曲線時定数（以下 τ_{off} ）の短縮および AT, Peak $\dot{V}O_2$ 双方に改善を認めたことから、運動療法の有効性を報告している。また、Hulsmann ら（2004）は、平均左室駆出率（LVEF）が 21%の慢性心不全患者 122 例を対象として、60 ヶ月間の追跡調査を行い、膝屈曲筋力と生命予後について調査している。その結果、Cybex マシンにて測定された膝屈曲筋力が 0.68 Nm/kg を下回る場合、生存率が 30%以下に低下することから、筋力値が心不全例の長期予後の規定因子となり得ることを報告している。

このように、等速性筋力測定では、装置を用いた有用な指標がいくつか報告されている。しかし、等速度運動は人力で再現することは難しく、機械を使った方法でしか再現できないとされている。また、機器自体が高価（数千万円）なこともあり、測定値が一般化しにくいという限界を有している。

1.3.3.2 等尺性筋力測定

等尺性筋力を測定する方法として、Hand Held Dynamometer（以下 HHD）を用いた筋力測定が挙げられる。HHD は等速性筋力測定装置に比べ、安価（20 万円前後）であり簡便性、携帯性に優れている反面、その信頼性に問題があった。しかし、2000 年以降、膝伸展筋力測定に固定用ベルトを用いる方法が汎用されるようになったことにより、信頼性が高くなった（加藤ら, 2001）。その他にも平澤ら（2004）によって、性別・年代ごとの膝伸展筋力標準値についても明らかにされ、より使いやすくなった。

入院期には、HHD による等尺性筋力測定を実施し、患者の ADL や目標設定、運動療法効果のフィードバックの際に役立させている例が多い。等尺性膝伸展筋力は、Peak $\dot{V}O_2$ と同様、加齢に伴い動作能力閾値に対する予備能力が低くなることから、下肢筋力の予備能の評価として重要である。

等尺性膝伸展筋力については、先行研究として山崎ら（2002）が、院内の歩行自立に必要な等尺性膝伸展筋力は、体重比で 0.40 kgf/kg 以上が必要であることを報告している。また、大森ら（2005）は、0.35 kgf/kg を下回ると横断歩道の横断に必要とされる歩行速度 1.0 m/秒を保てなくなることを報告している。そして、さらには松永ら（2003）が、虚血性心疾患男性患者を対象として、退院後の復職や軽スポーツの遂行に支障を来さない運動耐容能（約 10 METs）を獲得するための目標値として、0.55 kgf/kg 以上の膝伸展筋力を提案している。

等尺性とはいえ、関節運動をみているので、トルク値（Nm）で表すべきとの指摘もある。多田ら（2018）は、我が国における HHD を用いた膝伸展筋力に測定の再現性と妥当性についての文献的検証を行っている。この中で、医学中央雑誌（以下、医中誌）検索において、1986 年 1 月～2017 年 8 月までの期間内に、「再現性」あるいは「妥当性」が検討された等尺性膝伸展筋力の論文が、32 論文抽出されたことを報告している。また、このいずれの論文でも固定ベルトを用いることで高い再現性（ $r = 0.73 \sim 0.98$ ）を得られた旨が述べられていたことも併せて報告されていた。等尺性膝伸展筋力に関する信頼性、および再現性をみた 32 論文中、7 論文で膝伸展トルク値（Nm）として扱われており、それ以外は kgf での記載であった。本来、肢長を求めてトルク値（Nm）で算出することが妥当なのかもしれないが、本論文では先行研究に則り、筋収縮力（kgf）を採用することにした。

1.3.4 上肢筋力

骨格筋の中でも歩行などの移動能力に関わる機能として、下肢筋力は重要である。しかし、心筋梗塞発症後や心臓血管外科術後の家庭・社会復帰の際には、布団の上げ下ろし、食器洗い、荷物の運搬など、少なからず上肢機能が関与する。握力や膝伸展筋力が高値を示すほど身体活動セルフ・エフィカシーは高く、また健康関連 QOL の向上に密接に関連することが報告されており（岡ら, 2002）、下肢のみならず上肢機能を総合的に捉える必要がある。したがって、膝伸展筋力測定に加え、上肢機能検査として、握力測定を併用することが望ましい。

1.3.4.1 握力測定

上肢の筋力の代表値として、握力が用いられることが多い。握力値が多用される理由としては、信頼性と妥当性にアドバンテージがあり、管理がしやすいという点が挙げられる（Reuben et al., 2013）。石原ら（2003）は、握力値 16.1 kgf をカットオフ値として、在宅で自立した生活を送っている高齢女性と、部分介助を要する高齢女性とを良好に判別できたとしている。また、筆者ら（森尾ら, 2017）もペットボトルの開栓には 15 kgf の握力値が必要であることを報告し、ADL に反映される指標として用いられている。

さらに、アジア諸国でのサルコペニアの一指標として、握力値が男性 26 kgf 未満、女性 18 kgf 未満（ヨーロッパでは男性 30 kgf 未満、女性 20 kgf 未満）と定義されている（Chen et al., 2014）。これらのことより、握力値は全身の筋力を特徴付けるとされており、転倒、骨折、虚弱、死亡リスクと強く関連する重要な指標となる（Clark et al., 2008）。他にもシステマティックレビューでは、握力の高低は死亡率や予後を予測する強力な因子になり得ることが報告されている（Leong et al., 2015）。

1.3.5 バランス能力の測定

ディコンディショニングがすすんだ患者や高齢患者にとって、姿勢バランス機能は、ADLを再獲得するために重要な要素となる。また、バランス能力の低下は転倒の主要な危険因子とされ、障害の程度、歩行自立度の予測、治療効果判定のための様々な検査法が用いられている。1989年以降には、特別な機器を使用せずバランス機能を測定可能な検査も数多く提唱され、その有用性が示されている。以下に、代表的なバランス評価法の特徴について説明する。

1.3.5.1 重心動揺検査

重心動揺（圧中心の移動軌跡）の測定については、これまでに多くの報告（石川ら、1994; 望月ら、2000）がなされてきた。この測定には、静的な検査と動的な検査がある。静的な検査は、加齢による変化を検出することが可能であるが、ばらつきが非常に大きく個人差も大きいことを考慮する必要がある（田口ら、2005）。したがって、本検査を実施した場合、比較対象との差や運動効果の差が出ないことがあるので注意を要する。また、動的な検査は、前後・左右方向への動的な重心移動で計測する方法があり、望月（1996）が提唱している姿勢安定度評価指標（Index of Postural Stability: 以下IPS）などが該当する。IPSは重心動揺計を用いて、重心動揺面積と安定域面積を定量化できる特徴がある。重心動揺面積が小さく、安定域面積が大きいほど、身体動揺に伴う内的な重心動揺要因や外乱が加わっても、身体重心線が支持基底面から外れることが少なく、一定の姿勢における安定性は高いと考えられている（望月、1996）。しかし、機器自体が高価なため、測定値が一般化しないという限界を有している。

1.3.5.2 片脚立位検査

静的バランス能力の評価法として立位検査がある。日本平衡神経学会では立位検査の項目として、両脚立位検査、マン検査、片脚立位検査（one-leg standing: 以下 OLS）の三種類を挙げている。中でも OLS は在宅や病棟でも簡便に測定できる検査法であり、Functional Balance Scale（Berg et al., 1989）などにも OLS 項目が含まれていることから、最も広く臨床で利用されている検査である（笠原ら, 2001）。OLS は、被検者に開眼と閉眼で 60 秒間検査肢位を保持させ、その間の転倒の有無、身体動揺の程度を観察する（図 1.9）。先行研究として、石井ら（2006）は、300 m の歩行が可能な高齢虚血性心疾患患者 109 例を対象とし、OLS 時間から歩行自立度を予測している。その結果、20 秒（感度 67.7%，特異度 83.3%）のカットオフ値で歩行の自立か否かを判別できることを報告している。また、諸家（Nagasaki et al., 1995; 内山ら, 1996; Daubney et al., 1999; 笠原ら, 2001）の研究では、高齢者では筋力と OLS との間に有意な関連を認められることが報告されており、OLS 時間の短縮が筋力低下に影響され得ることが指摘してされている。しかし、OLS は高齢者のみならず、筋力低下や脳血管障害合併例などの CR 適応患者の多くでは測定が難しい場合が多く、解釈には注意を要す。また、70 歳以降の減衰率が著しく、40 歳代の平均値を 100%とした場合、80 歳代の OLS 値は 5～6% まで低下するとの報告（Bohannon et al., 1984）もあることから、扱いにも注意が必要となる。



図 1.9 片脚立位(OLS)検査の様子

1.3.5.3 ファンクショナルリーチテスト(functional reach test: FR)

前方リーチ距離を測定するものとして、Functional Reach (FR) がある (図 1.10)。FR は、Duncan ら (1990) によって開発された動的なバランス評価で、片脚立位検査に比べて難易度が低く、支持なしで立位がとれれば測定できる。また、測定場所をとらず、簡便な測定により動的バランス能力を把握できることから、広く用いられている。測定時間は、Functional Balance Scale¹ (Berg et al., 1989) の 15 分に比べると、FR は 1～2 分で計測できることから、時間の効率化という視点からも FR は有用であると考えられる。高齢虚血性心疾患患者を対象とした先行研究では、神谷ら (2005) が、ADL を低下させる要因として陳旧性心筋梗塞合併と FR の低値が有意な因子であったことを報告しており、バランス能力測定の重要性を示した。FR 距離は、高齢者では、到達距離 15.3 cm 未満で転倒のリスクが高くなる。FR 距離が 25.4 cm 以上の高齢者に比較して、0 cm (課題遂行不能) の対象者では 6 ヶ月の転倒発生率は 8.07 倍、同様に 15.3 cm 未満では 4.02 倍、15.3～25.4 cm では 2.00 倍になると報告されている (Duncan et al., 1990)。



図 1.10 functional reach test (FR) の測定

測定時間は短く簡便であるが、壁に定規を固定し、また検者は目視によって測定値を読み取る必要がある。

1.3.6 歩行能力の評価

歩行は、最も基本的な ADL の一つであり、他の ADL を営む際の基礎能力としても重要となる。このため、歩行移動動作の獲得や向上が、対象者のリハビリテーション目標とされることが多い。また、歩行動作能力の低下は、転倒のリスクを増大させ（鈴木ら, 1999）、生命予後に影響を及ぼすとされている。歩行能力の評価には、歩行の安定性、歩行の耐久性、歩行速度、歩容の4つがあるが、実用的な移動手段として歩行能力を評価する場合は、歩行速度や歩行の耐久性（距離）を指標とする（大森ら, 2016）。

我が国の歩行者用信号機は、車道幅員に対して歩行者の横断時間が設定され、最短時間としては 1.0 m/秒以上の歩行速度が必要とされている。このため 1.0 m/秒以上の歩行速度を有することは、制限なく屋外を歩行移動する際の有利な体力条件の一つと考えられる。1.0 m/秒以下になると下肢障害や入院、死亡の危険性が上昇するといわれている（Cesari et al., 2005）。また、快適歩行速度での条件ではあるが、サルコペニアの診断基準の一つとして歩行速度 0.8 m/秒が採用されている（Cruz-Jentoft et al., 2010）。歩行速度の計測において、最大歩行速度と快適歩行速度のどちらを採用するかは、諸家により意見が分かれているが、米国立衛生研究所（National institutes of health: 以下 NIH）では、最大歩行速度と快適歩行速度の両方の速度で計測することを推奨している（Reuben et al., 2013）。



図 1.11 歩行速度の計測の様子

歩行速度の計測には 5 m あるいは 10m が広く採用されている。

1.4 心血管疾患患者の長期予後、および身体運動機能に関する先行研究

1.4.1 問題の所在

「1.2 高齢心疾患患者の割合と生命予後、再入院率 (P. 2)」で述べたとおり、理学療法士にとって高齢者、および心不全患者の増加に対し、いかに対応していくかが現在の課題といえる。これらの課題に対し、CPX の実施が困難である高齢心血管疾患患者の CPX の代替えとして身体運動機能評価を用いて自立した社会生活を送ることができるか否か予測することが解決策の一つになる。CR における身体運動機能の目標値が提案できれば、我々理学療法士が心血管疾患患者に対し、適切かつ効率的な理学療法を提供することにも繋がるかもしれない。ひいては、心血管疾患患者にとっても健やかな社会生活を送る上での一助になり得るかもしれず、将来的には我が国の医療費削減にも結びつく可能性もある。

まずは、文献研究として、心血管疾患患者の身体運動機能に着目し、長期予後に関わる先行研究を調査することから始めた。

1.4.2 文献の検索方法(search strategies)

文献検索は、医中誌と PubMed のデータベースを用いて、2017年3月16日に行った。検索年は2007年以降とし、検索キーワードは、医中誌では「(心疾患 or 冠動脈疾患 or 心不全 or 心筋梗塞) and (死亡率 or 再入院率酸素摂取量 or 運動耐容能 or 体力 or 運動負荷試験)」, 「歩行能力 or 歩行速度 or 歩行自立度 or 歩幅」, 「筋力 or 握力 or 膝伸展筋力 or 上肢筋力 or 下肢筋力」, 「姿勢バランス or 片脚立位 or 片足立ち or 前方リーチ or ファンクショナルリーチ」をそれぞれ漸増的検索し、「小児」は除外した。PubMed では、「("heart disease" or "cardiovascular disease" or "heart failure" or "coronary artery disease" or "ischemic heart disease" or "coronary artery bypass graft") and ("mortality" or "prognosis" or "re-hospitalization" or "re-admission")」, 「("heart disease" or "cardiovascular disease" or "heart failure" or "coronary artery disease" or "ischemic heart disease" or "coronary artery bypass graft") and ("mortality" or "prognosis" or "re-hospitalization" or "re-admission")」, 「("oxygen consumption" or "oxygen uptake" or "endurance" or "exercise capacity")」, 「("gait" or "walking" or "gait speed" or "stride length" or "locomotion")」, 「("skeletal muscle strength" or "quadriceps strength" or "handgrip" or "grip strength" or "leg strength" or "leg extension" or "knee extension")」, 「("postural balance" or "physical performance" or "performance testing" or "one leg stance" or "functional reach" or "sppb" or "physical function" or "physical performance")」を漸増的に検索した。

■ 心疾患患者 and 2007 年以降（「小児」 は除く）

A. 医中誌 web and ("2007/01/01"[PDAT] : "2016/12/31"[PDAT])

B. PubMed and ("2007/01/01"[PDAT] : "2016/12/31"[PDAT])

1.4.2.1 心疾患患者の長期予後についての研究動向

① --- (心疾患 or 冠動脈疾患 or 心不全 or 心筋梗塞) and (死亡率 or 再入院率)

①' -- ("heart disease" or "cardiovascular disease" or "heart failure" or "coronary artery disease" or "ischemic heart disease" or "coronary artery bypass graft") and ("mortality" or "prognosis" or "re-hospitalization" or "re-admission")

1.4.2.2 心疾患患者における長期予後と運動耐容能の関係

② --① and (酸素摂取量 or 運動耐容能 or 体力 or 運動負荷試験)

②' --①' and ("oxygen consumption" or "oxygen uptake" or "endurance" or "exercise capacity")

1.4.2.3 心疾患患者における長期予後と歩行能力との関係

③ --① and (歩行能力 or 歩行速度 or 歩行自立度 or 歩幅)

③' --②' and ("gait" or "walking" or "gait speed" or "stride length" or "locomotion")

1.4.2.4 心疾患患者における長期予後と骨格筋筋力の関係

④ --① and (筋力 or 握力 or 膝伸展筋力 or 上肢筋力 or 下肢筋力)

④' --②' and ("skeletal muscle strength" or "quadriceps strength" or "handgrip" or "grip strength" or "leg strength" or "leg extension" or "knee extension")

1.4.2.5 心疾患患者における長期予後とバランス能力との関係

⑤ --① and (姿勢バランス or 片脚立位 or 片足立ち or 前方リーチ or ファンクショナルリーチ)

⑤' --②' and ("postural balance" or "physical performance" or "performance testing" or "one leg stance" or "functional reach" or "sppb" or "physical function" or "physical performance")

1.4.3 文献の検索の結果

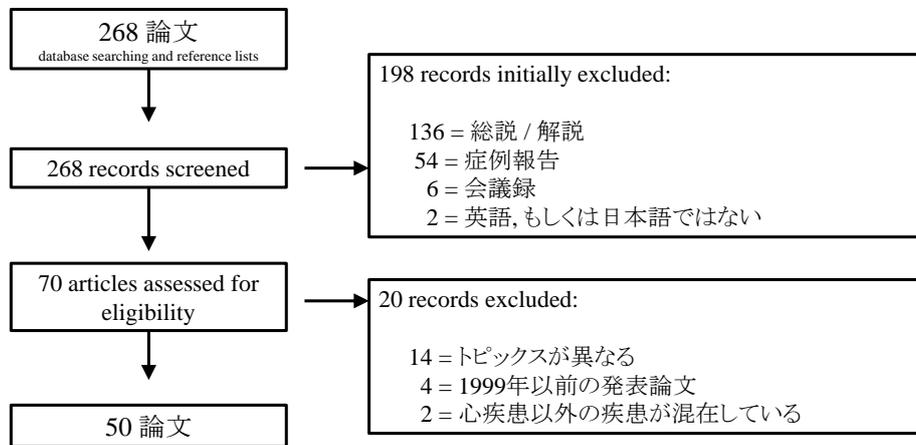


図 1.12 文献検索のフローチャート

1.4.3.1 心疾患患者の長期予後についての研究動向

- ① --(心疾患 or 冠動脈疾患 or 心不全 or 心筋梗塞) and (死亡率 or 再入院率) → 4,660 件
- ①' --("heart disease" or "cardiovascular disease" or "heart failure" or "coronary artery disease" or "ischemic heart disease" or "coronary artery bypass graft") and ("mortality" or "prognosis" or "re-hospitalization" or "re-admission") → 63,470 件

1.4.3.2 心疾患患者における長期予後と運動耐容能の関係

- ② ---① and (酸素摂取量 or 運動耐容能 or 体力 or 運動負荷試験) → 30 件
- ②' --①' and ("oxygen consumption" or "oxygen uptake" or "endurance" or "exercise capacity") → 43,488 件

1.4.3.3 心疾患患者における長期予後と歩行能力との関係

- ③ --① and (歩行能力 or 歩行速度 or 歩行自立度 or 歩幅) → 11 件
- ③' --②' and ("gait" or "walking" or "gait speed" or "stride length" or "locomotion") → 26 件

1.4.3.4 心疾患患者における長期予後と骨格筋筋力の関係

- ④ --① and (筋力 or 握力 or 膝伸展筋力 or 上肢筋力 or 下肢筋力) → 2件
- ④' --②' and ("skeletal muscle strength " or "quadriceps strength" or "handgrip" or "grip strength" or "leg strength" or "leg extension" or "knee extension") → 9件

1.4.3.5 心疾患患者における長期予後とバランス能力との関係

- ⑤ --① and (姿勢バランス or 片脚立位 or 片足立ち or 前方リーチ or ファンクショナルリーチ) → 1件
- ⑤' --②' and ("postural balance" or " physical performance" or " performance testing" or "one leg stance" or "functional reach" or "sppb" or "physical function" or "physical performance") → 2件

1.4.4 心血管疾患患者の長期予後(死亡率, 再入院率)について

心疾患患者の長期予後(死亡率, 再入院率)の先行研究について調査した結果を表 1.1 に示す。Toyota ら(2013)は, 我が国における血行再建を行った急性心筋梗塞患者の3年間の再発率が女性 21.0%, 男性 13.9%であったと報告している。また, 心不全の増悪によって再入院した患者の一年以内の再入院率は, 左室駆出率が低下した患者では 23.7%, 左室駆出率が保持された患者では 25.7%, 全死亡率はそれぞれ 8.9%, 11.6%であった(Tsuchihashi et al., 2009)。さらに, 若年群と高齢群(<75)を比較したコホート研究において, 長期予後に関わる因子が異なることを Sato ら(2015)が報告している($\dot{V}O_2$ は共通の要因であったが, 他にヘモグロビン濃度, BNP, eGFR, 心房細動が独立した因子として抽出された)。齊藤ら(2012)は, 心臓手術患者において慢性腎臓病の有無は, 左室収縮能低下と同等の因子であり, 心・腎機能による重症度分類は心不全再入院の予測因子となることを報告しており, 合併症の存在も明らかにしなければならないとしている。CRの効果については, 心不全において, 4,740名を対象を含む33の無作為化比較対象試験のメタ解析によって, 運動療法が, 全ての原因による再入院のリスクを 25% (95% 信頼区間: 8~38%), 心不全による再入院を 39% (95% 信頼区間: 20~44%) 低下させることが明らかになった(Taylor et al., 2104)。また, 冠動脈疾患患者においては, 14,486名を対象を含むメタ解析により, CRを導入することで心血管死亡のリスクを 26% (95% 信頼区間: 14~36%), 再入院を 18% (95% 信頼区間: 4~30%) 減少させることが明らかにされている(Anderson et al., 2016)。

CRにおいて, 心疾患患者の治療や効果判定には CPX の実施が有用であり, 心移植の判断基準や生命予後および QOL などとの関連が多く報告されている(Myers et al., 2002)。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ている現状がある。2008年度の自家調査では CPX の実施を見送った症例は, CR 実施総件数の 63.4%にまで達していた。また, 直接法による Peak $\dot{V}O_2$ の測定は, 有酸素能力を評価する上でのゴールドスタンダードといえるが, 時間と人材, コストの問題から, 困難な面もある(Arena et al., 2007)。

1.4.5 心疾患患者の骨格筋筋力と長期予後の関係について

心疾患患者の骨格筋筋力と長期予後（死亡率，再入院率）の先行研究について調査した結果を表 1.2 に示す。心大血管疾患 理学療法診療ガイドライン（2011）は，上肢では握力値を，下肢では膝伸展筋力を測定することを推奨している。また NIH は，筋力の代表値として握力と膝伸展筋力の測定を推奨している（Reuben et al., 2013）。握力値が多用される理由としては，前述したとおり（1.3.4.1 握力測定，P. 10），信頼性と妥当性が担保されており，管理がしやすいという点が挙げられる（Reuben et al., 2013）。Izawa ら（2009）は，男性心不全者 148 例を対象にした調査の結果，生命予後と関わりを認め，身体活動に必要な 5 METs 程度の運動耐容能を有するためには，33.6 kgf の握力閾値が目標値となると報告している。また，握力の論文を分析したシステマティックレビューにおいても，握力は死亡率，および予後の強力な予測因子であったことが報告されている（Leong et al., 2015）。

下肢筋力については，NIH の報告（Reuben et al., 2013）において，HHD を用いた等尺性膝伸展筋力の測定が推奨されている。等尺性膝伸展筋力の測定は，握力測定よりも煩雑になるが，得られた筋力値は歩行（山崎ら，2002）や立ち上がり動作（大森ら，2004）と密接な関わりがあるとされる。また，健常者の等尺性膝伸展筋力の基準値（平澤ら，2004）についても報告されていることから，等尺性膝伸展筋力の実行可能性としては優れた利点がある。運動器疾患のない高齢患者では，等尺性膝伸展筋力が 0.40 kgf/kg を下回った場合，筋力の低下に伴って院内独歩できる者が少なくなる（山崎ら，2002）。また，1.0 m/秒以上の歩行速度を有するためには，おおよそ 0.35 kgf/kg 以上の等尺性膝伸展筋力が目標値となる（大森ら，2001）。ADL と等尺性膝伸展筋力との関係をみた報告（大森ら，2004）では，上肢を使用しない 40 cm の椅子からの立ち上がりの可否における検討において，等尺性膝伸展筋力が 0.35 kgf/kg を上回る場合，全例で立ち上がりが可能だったとしている。一方，等尺性膝伸展筋力が 0.20 kgf/kg を下回った症例では上肢を使用しない条件での椅子からの立ち上がりが全例不可能であったことを報告している。また，階段昇降動作，昇段（30 cm）動作の可否と等尺性膝伸展筋力との関連では，等尺性膝伸展筋力が 0.50 kgf/kg を上回る場合，全例で階段昇降動作と 30cm 高台の昇段動作が可能となると報告している（山崎ら，2002）。以上より，ADL において膝伸展筋力は重要な役割を果たしているといえる。Kamiya ら（2015）は，下肢筋力を因子として，約 5 年間のコホート研究を行っており，等尺性膝伸展筋力は，全死因死亡率および心臓関連死亡リスクの低下に関連する独立した因子であったことを報告している。対象となる高齢心疾患患者における運動機能の問題点を明確にするため，そして対象者の目標行動への動機付けのために，客観的な指標を用いることが望まれる。

1.4.6 心疾患患者のバランス能力と長期予後の関係について

心疾患患者のバランス能力と長期予後（死亡率，再入院率）の先行研究について調査した結果を表 1.3 に示す。高齢心疾患患者の生活機能や歩行能力は，心肺機能よりもバランス機能や筋力などの運動機能によって規定される（神谷ら，2004）。特に高齢心疾患患者では，入院前から骨格筋筋力，バランス機能の予備能が低下しており，再入院などによる安静臥床で容易に ADL 能力が低下する（例えば自立歩行が困難になる）。心大血管疾患：理学療法診療ガイドライン（2011）は，バランス機能の評価指標として FR や，OLS を測定することを推奨している。

OLS に関する報告として 300m 歩行自立の OLS のカットオフ値は 20 秒とされている（石井ら，2006）。また，70 歳代の平均値は 14.2 秒であると報告されている（Bohannon et al., 1984）。さらに，高齢入院患者を対象とした場合，屋内歩行自立（50 m 以上）のカットオフ値は，3.2 秒とされている（堅田ら，2013）。高齢心疾患患者の CR において，バランス機能低下が原因となり，十分な運動療法が行えないことが少なくない。しかし，高齢心疾患患者であっても，日々のトレーニングに数分間のバランストレーニングを追加することで，バランス能力は改善できることが報告されている（山本ら，2009）。このことから，転倒などのリスクに気をつけながら，積極的なバランストレーニングを施行すべきだと考えられている。Oliveira ら（2014）は，バランス機能を含めたシニア体力テストと Veterans Specific Activity Questionnaire（以下 VSAQ）との関連を調査しており，筋力，およびバランス機能が高い対象者ほど，VSAQ が高かったことを報告している。さらに Audelin MC ら（2008）は，後期高齢者を対象とした CR は確立していないとしており，介入の余地は残されていると考えている。

1.4.7 心疾患患者の歩行能力と長期予後の関係について

心疾患患者の歩行能力と長期予後（死亡率，再入院率）の先行研究について調査した結果を表 1.4 に示す。歩行速度の低下は，生活機能障害のみならず，心血管死や全死亡の強力な予測因子であることが報告されている（Studenski et al., 2011）。地域に在住する 65 歳以上の高齢者を対象とした 3 年間の前向きコホート研究によると，歩行速度が遅い {男性 90 m/分 (1.50 m/秒) および女性 81 m/分 (1.35 m/秒) 未満} 高齢者は速い者と比較して，総死亡率のみならず心血管疾患由来の死亡率が高いことが報告されている（Dumurgier et al., 2009）。すなわち，地域在住高齢者にとって歩行速度は生命予後や心疾患発症の一予防の指標として有用であると考えられる。また入院期の高齢虚血性心疾患（ischemic heart disease: 以下 IHD）患者を対象とした調査によると，高齢 IHD 患者の歩行速度は CR を実施したにも関わらず同年代の健常者の約 75% に低下していることが報告されている（Yamamoto et al., 2012）。

心臓外科術後の高齢心疾患患者を対象とした研究では，術前の歩行速度は入院中の術後死亡率を予測する強い因子であったことも報告されている（Afilalo et al., 2010; Ohuchi et al., 2011）。山本ら（2013）は，退院前の 10 m 最大歩行速度で Fast 群（男性 90 m/分 以上および女性 81 m/分 以上）と Slow 群の二群に分類して検討している。その結果，Slow 群で再入院率が上昇し，歩行速度が再入院率を決定する強い因子であったと報告している。歩行速度は日常の活動時間，特に中強度以上（約 3 METs 以上）で活動を行う時間と密接な関係があると報告されている（Kumahara et al., 2004）。歩行の耐久性については，一回に連続してどれくらいの距離を歩けるか，または規定時間内にどの程度の距離が歩行できるか，さらには一定の長い距離を歩行可能か否かで評価している研究が多い。規定時間によって歩行耐久性を評価する代表的な評価には，6 分間歩行距離（6 Minute-Walking Distance: 以下 6MD）がある。一定の距離が歩行可能かを評価する方法では，400m 程度以上の距離が一つの指標とされている（Manini et al., 2007）。さらに，実用的な連続歩行距離としては 1,000m 程度の歩行距離が必要とされている。La ら（2015）は，6MD を一つの指標としており，6MD の評点は，全死亡率を有意に予測できたと報告している。

一方，Peak $\dot{V}O_2$ の低下は，ADL にも影響を及ぼすと報告されており（Shephard et al., 1993），特に高齢者において Peak $\dot{V}O_2$ の低下は，通常 ADL の困難さと関連してくる（Hawkins et al., 2003）。また ADL 低下は，依存性の危険と，自律性の喪失，および虚弱を助長する。特に，高齢者における障害とパフォーマンスの低下は，心機能と下肢筋力の低下に起因している（Bortz et al., 2002）とされている。心疾患患者において低強度の活動ではなく，中強度以上で活動する時間を高く維持することは，その後の心血管イベント発生減少に強く関与することも報告されている（Keteyian et al., 2012）ことから中等度の活動時間が重要といえる。

近年では，日常生活での身体活動量が重要であると報告されている（Izawa et al., 2012）。

身体活動量は生命予後 (Izawa et al., 2012) や再入院率 (Takahashi et al., 2015) と関連があるとされ、社会参加を促すためにも身体活動量の維持、向上が必要とされている。身体活動量の評価として、移動距離や生活範囲などがあるが、一日あたりの歩数を計測する方法がよく用いられている。身体活動量の目標値は健常中高年者での廃用性筋萎縮を予防するために、一日約 4,000 歩の日常生活の活動性を維持することが必要といわれている (田中ら, 1990)。国が定める健康日本 21 では、70 歳以上の高齢者の日常生活における一日の歩数目標を男性 6,700 歩、女性 5,900 歩としている。また、在宅での自立生活を送っている高齢女性と老人保健施設入所中の虚弱高齢女性は、一日の歩数は 4,542 歩で良好に判別できたと報告されている (石原ら, 2003)。Izawa ら (2012) は、慢性心不全者 157 名を対象に、生命予後および ADL の低下に関連する運動耐容能の下限値とされる 5 METs で群分けし、身体活動量を調査している。その結果、身体活動量のカットオフ値は、壮年群で 6,045 日歩数、高齢群で 6,070 日歩数であったと報告している。

さらに Takahashi ら (2015) は、心臓外科術後の入院患者 133 名の身体活動量を入院中から計測し、一年間の再入院者を調査した結果、再入院率は 12.0% であり、再入院者と、しなかった者とのカットオフ値は、1,308 日歩数であったと報告している。

1.4.8 心疾患患者の運動耐容能と長期予後の関係について

心疾患患者の運動耐容能と長期予後（死亡率，再入院率）の先行研究について調査した結果を表 1.5 に示す。運動耐容能は加齢とともに低下し，10 歳加齢すると，酸素摂取量は 5～10% 低下する（American College of Sports Medicine, 2009）。運動耐容能の指標は，CPX で測定される Peak $\dot{V}O_2$ が一般的で，生命予後の予測や運動療法の効果判定の指標となる（木下ら，2014; Nakanishi et al., 2014）。加齢に伴う Peak $\dot{V}O_2$ については Shephard ら（1993）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。また，低下した心肺機能（男性；7 METs，女性；5 METs）では，心疾患イベント率と死亡率が関係していると報告されている（Kodama et al., 2009）。Myers ら（2002）は，CPX で得られた Peak $\dot{V}O_2$ と死亡率との関係を述べ，健常群，および心疾患群においても，低体力の方が死亡リスクが高くなるとし，Peak $\dot{V}O_2$ が 1 MET 低下すると，ハザード比が 0.91 になると報告している（図 1.13）。さらに渡辺ら（2017）は，65 歳以上の心血管疾患患者を対象とした後ろ向きコホート研究において，身体運動機能（膝伸展筋力，握力，片脚立位時間，前方リーチ距離，歩行速度）を評価し，運動耐容能との関連を報告している。膝伸展筋力と歩行速度は，それぞれ運動耐容能と有意な正の相関関係（ $r = 0.424, p < 0.001, r = 0.440, p < 0.001$ ）を認め，身体運動機能から，運動耐容能を推定する試みを行った結果，4 METs 程度の運動耐容能の予測は，最大歩行速度（カットオフ値 1.77 m/秒，感度 82%，特異度 72%），膝伸展筋力（カットオフ値 0.51 kgf/kg，感度 78%，特異度 56%）でおおよその弁別が可能であった。しかし，握力（カットオフ値 33.8 kgf，感度 43%，特異度 82%），OLS 時間（カットオフ値 43.4 秒，感度 54%，特異度 82%），FR 距離（カットオフ値 37.3cm，感度 57%，特異度 62%）と，感度は乏しく，媒介変数，もしくは対象者を選定する工夫を要する必要がある。運動耐容能は，4～5 METs を ADL に必要な運動耐容能として記述している論文が多い中，運動耐容能 8 METs を基準としている報告もある（McAuley et al., 2006）。質問紙法の VSAQ スコアでは，8 METs 以上の場合，死亡リスクを 75% 以上，軽減させることが示されている。低下した心肺機能の原因の一つとして，冠危険因子によって説明することができる（Knoops et al., 2004）が，運動療法介入に伴う運動耐容能の改善，ADL の改善，QOL の改善について，日本循環器学会（The Japanese Circulation Society: JCS）のガイドライン（日本循環器学会，2012）や，欧州心臓病学会（European Society of Cardiology: ESC）のステートメント（2007）にもすでに記述されており，末梢因子の改善も十分期待できる。

英国人 498,135 名を対象とした大規模研究（Celis-Morales et al., 2017）では，死亡率と血管性障害（脳卒中，狭心症，心臓発作）発症率には，運動耐容能と骨格筋筋力（握力）との関わりを認めている。特に，低握力かつ低身体活動量のグループ（ $n = 41,993$ ）で高い死亡率を示しており（HR 1.51），効率的に健康増進効果を得るためには，低握力，かつ低身体活動量者を対象に介入することが望ましいと報告している。

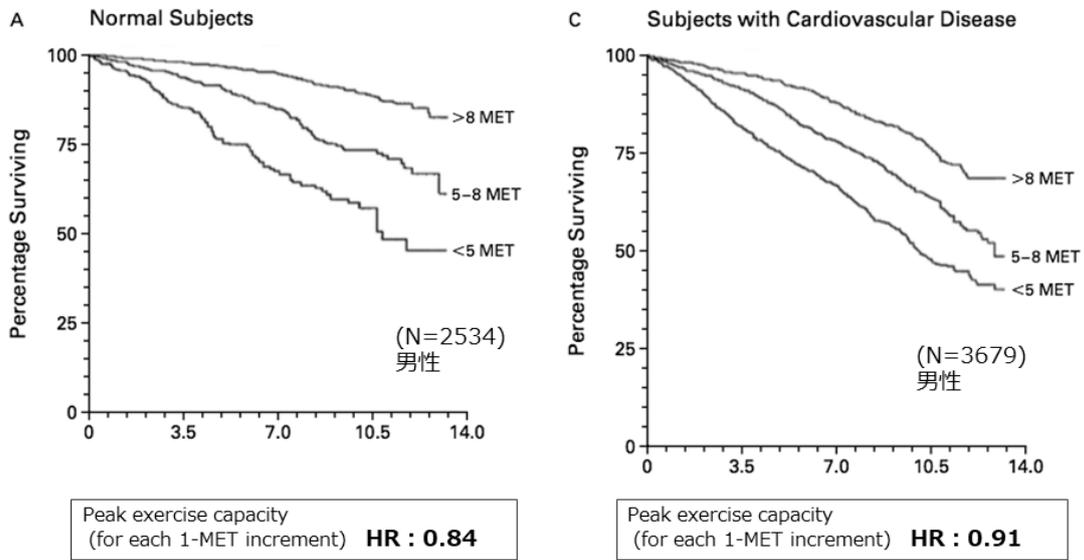


図 1.13 Peak $\dot{V}O_2$ と死亡率との関係

低体力の方が死亡リスクが高くなるとし、Peak $\dot{V}O_2$ が 1 MET 低下すると、ハザード比が 0.91 になると報告している。

(Myers et al., 2002)

表 1.1 我が国における心血管疾患患者の生命予後と、再入院率について

著者, 発表年	タイトル	掲載誌	Design, Setting and description of intervention	対象	Outcome measures and assessment point	Results	コメント
Tsutsui H, et al. (2007)	Characteristics and outcomes of patients with heart failure in general practices and hospitals	Circ J 2007; 71: 449-454.	JCARE-GENERAにおける心不全の日本の外来患者の広範なサンプリング前向きコホート研究	HF患者 2,685 名	HF関連の入院率	心疾患の登録観察研究である JCARE-GENERAL 研究における心不全患者の平均年齢は74歳で、そのうち75歳以上の割合は 56%と、心疾患患者は高齢者（特に後期高齢者）が多く含まれている。	循環器学会の立場から表明している日本における標準的なデータといえる。
Hamaguchi S, et al. (2011)	Predictors of long-term adverse outcomes in elderly patients over 80 years hospitalized with heart failure. - A report from the Japanese Cardiac Registry of Heart Failure in Cardiology (JCARE-CARD)	Circ J 2011; 75: 2403-2410.	JCARE-GENERAにおける心不全の日本の登録患者	HF を悪化させて入院した 2,675 名	HF関連の入院率 eGFR [†] , Hb [‡] , BMIs, 不整脈, 利尿薬の使用	80歳未満と80歳以上の心不全患者の比較において、80歳以上の患者の全死亡、心臓連死亡、再入院率の相対リスクは、それぞれ2.152, 2.383, 1.446と80歳未満と比較して高く、高齢心不全患者の生命予後は不良かつ再入院率も高率である。	高齢者の患者は有害な転帰のリスクが高かった。また、男性で再入院の比率が高い。
Toyota T, et al. (2013)	Sex-based differences in clinical practice and outcomes for Japanese patients with acute myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention	Circ J 2013; 77: 1508-1517.	前向きコホート研究	2005年から2007年に AMI*のために PCI [†] を受けた患者 (女性1,197名, 男性3,182名)	背景因子 (入院時の年齢, 性別, BMI, 入院時 SBP [‡] , 糖尿病の割合, CABGS [§] を施行された患者数, LVEF ^{**} , Peak CK ^{††} , 退院時の BNP ^{‡‡} , Hb, eGFR, 在院日数) 投薬状況 (スタチン, Ca拮抗薬, β遮断薬, ACESS ^{§§} , ARB ^{¶¶}) 3年間の再発率, および死亡率	・院内死亡率は、男性 (4.9%) より女性 (8.7%) で高かった ($p < 0.001$) ・3年間の死亡原因の累積発生率は、女性 (17.7%) vs 男性 (10.7%) ($p < 0.001$) の方が高かった。 ・全原因死亡の調整リスクは同等であった 【ハザード比 (HR, 女性対男性) = 0.94, 95%CI: 0.71-1.24, $p = 0.66$ 】 ・血行再建を行った急性心筋梗塞患者の3年間の再発率は女性21.0%, 男性13.9%であった。	我が国において、血行再建を行った急性心筋梗塞患者の3年間の再発率は女性21.0%, 男性13.9%であったと報告されている。 <u>Pos:</u> 我が国における大規模研究である。 <u>Neg:</u> 身体運動機能はみていない。

* HF; heart failure: 心不全
† eGFR; estimated glomerular filtration rate: 推算糸球体濾過率
‡ Hb; hemoglobin: ヘモグロビン
§ BMI; Body Mass Index
** AMI; acute myocardial infarction: 急性心筋梗塞
†† PCI; percutaneous coronary intervention: 経皮的冠動脈インターベンション
‡‡ SBP; systolic blood pressure: 収縮期血圧
§§ CABG; coronary artery bypass grafting: 冠動脈バイパス術
¶¶ LVEF; left ventricular ejection fraction: 左室駆出率
‡‡‡ CK; creatine kinase: クレアチンキナーゼ
‡‡‡‡ BNP; brain natriuretic peptide: 脳性ナトリウム利尿ペプチド
‡‡‡‡‡ ACE; angiotensin converting enzyme inhibitor: アンジオテンシン変換酵素阻害薬
‡‡‡‡‡‡ ARB; angiotensin II receptor blocker: アンジオテンシン II 受容体拮抗薬

<p>Tsuchihashi-Makaya M, et al. (2009)</p>	<p>Characteristics and outcomes of hospitalized patients with heart failure and reduced vs preserved ejection fraction. Report from the Japanese Cardiac Registry of Heart Failure in Cardiology (JCARE-CARD)</p>	<p>Circ J 2009; 73: 1893-1900.</p>	<p>前向きコホート研究</p>	<p>JCARE-CARD に登録されている 2,675 名の LVEF (EF ≥ 50%) が保たれている患者</p>	<ul style="list-style-type: none"> 背景因子 (入院時の年齢, 性別, BM, 入院時 SBP, rest HR, LVEF, NYHA⁺⁺⁺分類, 退院時の BNP, Hb) 投薬状況 (スタチン, Ca 拮抗薬, β 遮断薬, ACE, ARB) 心不全の増悪によって再入院した患者の一年以内の再入院率 	<ul style="list-style-type: none"> HF の増悪によって再入院した患者の一年以内の再入院率は左室駆出率が低下した患者では 23.7%, 左室駆出率が保持された患者では 25.7%, 全死亡率はそれぞれ 8.9%, 11.6%であった。 	<p>心不全の増悪によって再入院した患者の一年以内の再入院率は左室駆出率が低下した患者では 23.7%, 左室駆出率が保持された患者では 25.7%, 全死亡率はそれぞれ 8.9%, 11.6%であったと報告した。 Neg: 身体運動機能はみていない。</p>
<p>Taylor RS, et al. (2014)</p>	<p>Exercise-based rehabilitation for heart failure</p>	<p>Cochrane Database Syst Rev 2014; CD003331.</p>	<p>33 の無作為比較対称試験のメタ解析</p>	<ul style="list-style-type: none"> 4,740 名の HF を対象に含む試験 HF 患者の死亡率, 入院率, 罹患者および健康関連 QOL に対する運動療法を中心とした CR^{###}の有効性を判断した。 6 か月間の追跡またはそれ以上の長期間にわたる。 	<ul style="list-style-type: none"> 心不全においては, 4,740 名を対象に含む 33 の無作為比較対称試験のメタ解析で, 運動療法が, 全ての原因による再入院のリスクを 25% (95%CI: 8-38%), 心不全による再入院を 39% (95%CI: 20-44%) 低下させたことが明らかになった。 	<p>Pos: 運動療法が再入院率を低下させることを証明した解析である。</p>	
<p>Anderson L, et al. (2016)</p>	<p>Exercise-Based Cardiac Rehabilitation for Coronary Heart Disease: Cochrane Systematic Review and Meta-Analysis</p>	<p>J Am Coll Cardiol 2016; 67: 1-12.</p>	<p>CHD^{###}患者</p>	<ul style="list-style-type: none"> 12 か月の追跡調査の中央値を有する 14,486 名の参加者を含む研究 	<ul style="list-style-type: none"> CHD 患者の死亡率, 再入院率, 罹患者に対する運動療法を中心とした CR の有効性を判断した。 	<ul style="list-style-type: none"> CR は, 冠動脈疾患患者において, 14,486 名を対象に含む解析において, 心血管死亡のリスクを 26% (95%CI: 14-36%), 再入院を 18% (95%CI: 4-30%) 減少させたことが明らかになった。 	<p>Pos: CR が再入院率を低下させることを報告した研究。</p>
<p>齊藤ら (2012)</p>	<p>心臓手術後患者における心・腎機能による重症度分類と心不全再入院との関連</p>	<p>心臓リハ 2012; 17: 87-92.</p>	<p>前向きコホート研究</p>	<p>2006 年 1 月～2007 年 1 月に心臓手術を施行した 1595 名 (男性 1,035 名, 女性 560 名, 67±14 歳)</p>	<ul style="list-style-type: none"> group I (LVEF ≥ 40%かつ eGFR ≥ 60 ml/分/1.73m²) 807 名 (男 518 名, 女 289 名, 年齢 60±15 歳) group II (LVEF ≥ 40%かつ eGFR < 60 ml/分/1.73m²) 630 名 (男性 394 名, 女性 236 名, 年齢 69±9 歳) group III (LVEF < 40%かつ eGFR ≥ 60 ml/分/1.73m²) 65 名 (男性 53 名, 女性 12 名, 年齢 64±14 歳) group IV (LVEF < 40%かつ eGFR < 60 ml/分/1.73m²) 93 名 (男性 70 名, 女性 23 名, 年齢 68±10 歳) 	<ul style="list-style-type: none"> 心不全の再入院については, group I 1.0%, group II 2.2%, group III 3.1%および group IV 7.5%であった。 左室収縮能低下および慢性腎臓病の有無は, 心不全再入院の危険因子であることが示された (p < 0.01)。 Kaplan-Meier 曲線からも group IV の心不全再入院率は他の群に比べて高値であることが示された。 	<p>心臓手術患者において慢性腎臓病の有無は, 左室収縮能低下と同等の因子であり, 心・腎機能による重症度分類は心不全再入院の予測因子となることが示された。</p>

+++ NYHA; New York Heart Association
 ### CR; cardiac rehabilitation; 心臓リハビリテーション
 ### CHD; coronary heart disease; 冠動脈疾患

<p>Arena R, et al. (2007)</p>	<p>Assessment of functional capacity in clinical and research settings: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology and the Council on Cardiovascular Nursing</p>	<p>Circulation 2007; 116: 329-343.</p>	<p>CPX</p>	<p>AHA****の科学的声明</p>	<p>・直接法による最大酸素摂取量の測定は、有酸素能力を評価する上でのゴールドスタンダードといえる。</p>	<p>・直接法による最大酸素摂取量の測定は、有酸素能力を評価する上でのゴールドスタンダードといえる。しかし、時間と人材、コストの問題から、困難な面もある。</p>	<p>In spite of its importance, this procedure involves some difficulties with the assessment, including the time required to perform it, the high cost of the material and human resources, the need for a medical professional, and the risk associated with maximal effort.</p>
-------------------------------	--	--	------------	----------------------	--	---	---

**** AHA: American Heart Association; 米国心臓病学会

表 1.2 心疾患患者の骨格筋筋力と長期予後の関係について

著者, 発表年	タイトル	掲載誌	Design, Setting and description of intervention	対象	Outcome measures and assessment point	Results	コメント
Reuben DB, et al. (2013)	Motor assessment using the NIH Toolbox	Neurology; 80: 565-75.	横断的研究	3歳~85歳	・歩行能力, ・バランス能力, 運動耐容能 ・巧緻性	NIH Toolboxの推奨運動機能項目は, 筋力は握力。可能であれば, 等尺性膝伸展筋力。歩行は 4m 歩行速度。運動耐容能は, 2分間歩行が望ましい。	新興国を視野に入れている。
Kamiya K, et al. (2015)	Quadriceps Strength as a Predictor of Mortality in Coronary Artery Disease	Am J Med 2015; 128: 1212-1219.	前向きコホート研究	IHD, CABG患者 (64.7±10.6歳, 男性1,051名)	・等尺性膝伸展筋力 ・全死亡, もしくは循環器疾患の再発 ・観察期間は, 5±3.5年であった。	・118名の全原因死亡および63名のCV死亡者があった。 ・等尺性膝伸展筋力は, 全原因死亡率およびCV死亡リスクの低下に関連した	二群に分けて, 検討している。
Izawa KP, et al. (2009)	Handgrip strength as a predictor of prognosis in Japanese patients with congestive heart failure	Eur J Cardiovasc Prev Rehabil 16: 21-27.	前向きコホート研究	慢性心不全患者 148名	握力が生命予後の規定因子となりうるかについて検討した。 平均観察日数は1,331日であった。	13名の心疾患関連死亡が確認された。多変量形跡の結果, 握力が生命予後の規定因子の一つとなることが示された。また, そのカットオフ値は, 32.2 kgfであったことから, 本研究成果は, 生命予後改善のための一指標となる可能性があると考えられた。	握力が生命予後に関わる内容であるが, 今回は壮年群男性を対象としたため, カットオフ値が高めに算出されている。
Izawa KP, et al. (2007)	Muscle strength in relation to disease severity in patients with congestive heart failure	Am J Phys Med Rehabil 86: 893-900.	前向きコホート研究	慢性心不全患者 102名	HYHA重症度別の運動能力について検討した。運動能力の指標は, Peak VO ₂ , 握力, 膝伸展筋力と膝屈筋筋力であった。	各運動能力の指標には, 正の相関関係を認めた。また, 重症度が高くなるにつれ, 運動能力は総じて低値を示すことが明らかとなった。	心不全が重症であるほど, 上下肢筋力が低下していることを報告した論文である。
Leong DP, et al. (2015)	Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study	Lancet; 386: 266-273.	17カ国に及ぶ縦断研究	PURE 研究に登録した139,691名	・握力 ・疾病などの背景因子 ・4年以上の追跡調査	握力は, SBPにも優る全死亡, 心血管死の予測因子であった。	握力因子が循環器フアクターよりも影響が協力であったと報告している。
齊藤ら (2013)	低ナトリウム血症を伴う心不全患者の入院期心大血管疾患リハビリテーション進行状況と身体機能の特徴	心臓リハ 2013; 18: 104-110.			バランス能力との関連文献 (齊藤ら, 2013) と重複		
Tanaka S, et al. (2016)	Low ankle brachial index is associated with the magnitude of impaired walking endurance in patients with heart failure	Int J Cardiol 224: 400-405.			バランス能力との関連 (Tanaka et al., 2016) と重複		

表 1.3 心疾患患者のバランス能力と長期予後の関係について

著者, 発表年	タイトル	掲載誌	Design, Setting and description of intervention	対象	Outcome measures and assessment point	Results	コメント
齊藤ら (2013)	低ナトリウム血症を伴う心不全患者の入院期心大血管萎縮リハビリテーション/進行状況と身体機能の特徴	心臓リハ 2013; 18: 104-110.	前向きコホート研究	心不全患者 102名 (男性 68名, 女性 34名, 年齢 68±14歳)	入院時血清Na濃度によりA群,血清Na濃度<135 mEq/l, B群:135≤血清Na濃度<140 mEq/l, C群:血清Na濃度≥140 mEq/lの3群に分類し, 患者背景因子, SPPB+++++得点, 退院後24ヵ月以内の心不全再入院率を比較検討した。	入院時Na濃度による3分類では, A群 29%, B群 21%, C群 50%であった。A群はB, C群に比べて, 入院期CR開始日が有意に遅延し, SPPB得点が有意に低値であった ($p<0.05$)。A群の心不全再入院率は, C群に比べて有意に高値であった (log rank test: $p<0.05$)。	低Na血症を呈する心不全患者は, 入院期CR開始の遅延に加えて, 退院時身体機能が低く, 心不全再入院率が高い。
Tanaka S. et al. (2016)	Low ankle brachial index is associated with the magnitude of impaired walking endurance in patients with heart failure	Int J Cardiol 224: 400-405.	横断的研究	HF患者 524名	ABI (Ankle Brachial Pressure Index, 足首/上腕血圧比) ・筋力 (握力, 膝伸展筋力) ・バランス機能 ・6分間歩行距離	より低いABI値は, より短い6分の歩行距離 ($p=0.001$), より遅い歩行速度 ($p=0.023$), およびより低い立位のバランス ($p=0.048$) と関連していた。ABIと握力または等尺性膝伸展筋力との間に有意な関連はなかった。潜在的な交絡因子を調整した後, $ABI\leq 0.90$ の患者は, $ABI 1.00-1.40$ (調整平均値: 344 m 対 395 m, それぞれ $p<0.001$) の患者と比較して6分歩行距離が短かった。検討した他の身体機能パラメータのいずれにも有意差はなかった。	HF患者では, 低ABIは歩行持久性の障害の大きさと関連しており, バランス能力に影響が出てきたものと思われた。
Saitoh M. et al. (2016)	Nutritional status and its effects on muscle wasting in patients with chronic heart failure: insights from Studies Investigating Co-morbidities Aggravating Heart Failure	Wien Klin Wochenschr 128 (Suppl 7): 497-504.	前向きコホート研究	歩行困難なHF患者 130名	骨格筋量 ・栄養状態 (MNA-SF) ・Peak VO ₂ ・SPPB ・6分間歩行距離	平均16ヵ月 (12%) の患者が平均21ヵ月間の追跡期間中に死亡した。Cox回帰分析では, $MNA-SF$ (OR 0.80, CI 0.64-0.99, $p=0.04$), 左室駆出率 (OR 0.93, CI 0.86-0.99, $p=0.05$), およびPeak VO ₂ (OR 0.78, CI 0.65-0.94, $p=0.008$) は死亡の予測因子であった。結論: MNA-SFは, 歩行困難なHF患者の筋消耗および死亡の独立した予測因子である。栄養スクリーニングは, これらの患者の全体的評価の基本的な部分として含めるべきである。	虚弱HF患者には, 栄養スクリーニングが重要となる。
Audelin MC. et al. (2008)	Exercise-based cardiac rehabilitation for very old patients (≥75 years): focus on physical function	J Cardiopulm Rehabil Prev 28: 163-173.			中年や, 前期高齢者であれば, 運動耐容能の改善や運動機能の改善が期待できる。	後期高齢者へのCRプログラムは確立しているとはいえない。	

++++ SPPB; short physical performance battery

SPPBはバランステスト, 4m歩行テスト, 立ち座りテストの3項目から構成されるパフォーマンステストである。各項目0~4点に配点され, 3項目の合計得点をSPPB得点 (0~12点) として解析値として使用されている。SPPB得点が高いほど身体機能が良好であることを示す指標である。バランステストは, 閉脚立位時間10秒以下; 0点, 10秒間保持可能であれば1点となり, セミタンデムテストを続けて実施する。セミタンデムテスト10秒間保持可能であれば, さらに1点加算され, 続いてタンデムテストを実施する。タンデムテストは, 3秒未満; 0点, 3秒以上10秒未満; 1点加算, 10秒間保持可能; 2点加算として得点化される。4m歩行テストは, 杖や歩行器などを用いても測定が可能であり, 通常歩行にて4m歩行を二回実施し, 4m歩行に要したタイムの速い結果を採択する。歩行困難; 0点, 8.7秒以上; 1点, 6.21~8.70秒; 2点, 4.82~6.20秒; 3点, 4.82秒以下; 4点として得点化される。

立ち座りテストは, 椅子座位で胸の前で両腕を組み, 最大努力下で連続5回立ち座りに要する時間を二回測定し, 5回立ち座りに要したタイムの速い結果を採択する。立ち座り困難な場合, もしくは60秒以上要した場合; 0点, 16.7秒以上; 1点, 13.70~16.69秒; 2点, 11.20~13.69秒; 3点, 11.19秒以下; 4点として得点化される。

de Oliveira et al. (2014)	Relationship between level of independence in activities of daily living and estimated cardiovascular capacity in elderly women	Arch Gerontol Geriatr 59: 367-371.	横断的研究	健常高齢女性 37名 (平均年齢 70±7)	<ul style="list-style-type: none"> 既往歴, Veterans Specific Activity Questionnaire (VSAQ) (年齢調整されたモノグラム), シニア体力テスト ◆30秒間立ち上がりテスト#### ◆8-foot up-and-go テストSSSSS, ◆分間足踏みテスト***** 	<p>[VSAQと運動機能は有意な相関を認めた ($p < 0.001$)]</p> <ul style="list-style-type: none"> VSAQ vs. 8-foot up-and-go テスト; $rs = -0.715$ VSAQ vs. 2分間足踏みテスト; $rs = 0.567$ VSAQ vs. 30秒間立ち上がりテスト; $rs = 0.582$ <p>[年齢調整した VSAQ と運動機能も有意な相関を認めた ($p < 0.001$)]</p> <ul style="list-style-type: none"> VSAQ vs. 8-foot up-and-go テスト; $rs = -0.760$ VSAQ vs. 2分間足踏みテスト; $rs = 0.627$ VSAQ vs. 30秒間立ち上がりテスト; $rs = 0.601$ 	<p>運動耐容能, 筋力, バランス能力の key word を満たした論文といえる。</p> <p>Pos: 高齢女性の体力は, 質問紙法である VSAQ で推測することができる。</p> <p>Neg: 健常高齢者を対象としている。運動耐容能は, 間接法で求めている。</p>
---------------------------	---	------------------------------------	-------	---------------------------	--	---	--

**** 30-s chair stand; 下肢筋力の指標であり, 30秒間あたりの立ち上がり回数を測定する。転倒と関連があるとされ, Leg press マシンのとの相関係数は $r = 0.77$ であった。
 ssss 8-foot up-and-go test; 敏捷性を含めた動的パラメータである。45 cm 高の椅子から立ち上がり, 8 feet (2.44 m) 先のコーンを回り着座までの時間を測定する。一回の練習の後, 三回測定し, 最小値を採用する。筋力の因子とバランスの因子が含まれている。
 ***** 2-min step test; 有酸素能力の評価として採用している。6分間歩行の時間的, 空間的な制限がある際に代用することができ。腸骨稜と膝蓋骨の midpoint にマーカーを記し, 膝がマーカーの高さに到達させるように, その場で足踏みさせる。スコアは, 2分間に右膝のマーカー到達回数を測定する。2-min step 回数は, max HR 85%でのトレッドミル歩行距離と関連を認めている。

表 1.4 歩行能力と生命予後、再入院率との関連について

著者, 発表年	タイトル	掲載誌	Design, Setting and description of intervention	対象	Outcome measures and assessment point	Results	コメント
山本ら (2013)	高齢虚血性心疾患患者の入院期における最大歩行速度は再入院を予測する強力な因子である	臨床理学療法研究; 30: 15-19.	後ろ向きコホート研究	入院期CRを処方された高齢 IHD ⁺⁺⁺⁺ 患者 96名 除外基準は骨関節疾患を有する者、中枢神経疾患により運動麻痺を呈する者、視覚障害を有する者、および入院前より歩行が自立しているない者や歩行補助具を使用している者とした	<ul style="list-style-type: none"> 背景因子 (入院時の年齢, 性別, 身長, 体重, BMI, 糖尿病の割合, CABG を施行された患者数, 心エコー検査により得られた LVEF, Peak CK, 退院時の BNP, Hb, eGFR, 在院日数) 投薬状況 (スタチン, Ca 拮抗薬, β 遮断薬, ACE, ARB) 退院前の 10 m 最大歩行速度で Fast 群 (男性 90 m/分 以上および女性 81 m/分 以上) と Slow 群の二群に分類した。 運動機能 (等尺性膝伸展筋力, OLS⁺⁺⁺⁺時間, FR^{ssssss}) 3年以内の再入院率 (新たに発症した MI, もしくは HF) Kaplan-Meier 法, COX 比例ハザードモデル, propensity score (傾向スコア), 多変量解析 	<ul style="list-style-type: none"> 観察期間の範囲は 26 日～1,326 日までであり, 中央値は 1109 日であった。 再入院率は, Fast 群が 15.5%, Slow 群が 37.5%であった ($p < 0.05$)。 背景因子で調整を加えた COX 比例ハザードモデルによる多変量解析の結果においても, 最大歩行速度は再入院を予測する有意な因子であった (ハザード比: 0.34, 95%CI: 0.15-0.97, $p < 0.05$)。 膝伸展筋力, FR は, Fast 群, Slow 群で差がみられたものの, 再入院率には関与しない結果となった。 最大歩行速度は高齢 IHD 患者の再入院を予測するうえで重要な指標の一つと考えられた。 高齢 IHD 患者の再入院を予測する疾病管理として入院期より歩行速度に着目し, 再入院リスクを把握する必要がある。 	<p>コメント</p> <p>歩行能力の低下は再入院率を上昇させる強力な因子である。</p> <p>Pos: 心疾患患者における歩行速度と再入院率との関係について説明された唯一の論文といえる。</p> <p>Neg: Peak $\dot{V}O_2$ については検討されていない。また, FR の検討についても Fast 群, Slow 群に分けてされていない。</p>
Studenski et al (2011)	Gait speed and survival in older adults	JAMA; 305: 50-58.	前向きコホート研究	65 歳以上の高齢者 34,485 名	<ul style="list-style-type: none"> 歩行速度 10 年生存率 	<p>死亡者は 17,528 名であった。5 年生存率は 84.8% (95%CI: 79.6%-88.8%) であり, 10 年生存率は 59.7% (95%CI: 46.5%-70.6%) であった。歩行速度は全ての研究において生存率と関連していた (プールされたハザード比 0.1m / s, 0.88, 95%CI 0.87-0.90, $p < 0.001$)</p>	歩行速度低下は, 生活機能障害のみならず, 心血管死や全死亡の強力な予測因子であることを示した。
Kumahara et al. (2014)	The use of uniaxial accelerometry for the assessment of physical activity-related energy expenditure: a validation study against whole-body indirect calorimetry	Br J Nutr; 91: 235-243.	横断的研究	呼吸循環器患者 79 名	<ul style="list-style-type: none"> 一軸加速度計 (Lifecorder; Suzuken Co., Nagoya, Japan) を装着した。横方向のトレッドミルでそれぞれ 30 分間の二回の適度な歩行運動を行った。 研究 2 では, 10 名の男性被験者が 6 つの異なる速度で歩き, 同じ加速度計を用いてトレッドミルで 3 つの異なる速度で 4 分間走った。 	歩行中は活動レベルと測定された MET との間に強い相関があった ($r^2 > 0.93$; $p < 0.001$)。TEE と PAEE は体系的に 24 時間の間に過小評価されたが, 運動時間と非構造化活動の両方でエネルギー消費をよく評価した。加速度計を用いた活動量の管理は有効である。	歩行速度は日常の活動時間, 特に中強度以上 (約 3 METs 以上) で活動を行う時間と密接な関係がある。

+++++ IHD; ischemic heart disease: 虚血性心疾患
 +++++ OLS; one leg stance: 片脚立位
 ssssss FR; functional reach: 前方リーチ距離

La et al. (2015)	Pre-Discharge Evaluation in Heart Failure: Additive Predictive Value of the 6-Minute Walking Test to Clinical Scores	Circulation Journal; 79: 1756-1763.	後ろ向きコホート研究	退院前に6分間歩行試験(6MWT)を施行した心不全患者連続466名	Caraiac and Comorbid Conditions HF (3C-HF) 評点と Meta-Analysis Global Group in Chronic Heart Failure (MAGGIC) 評点とを評価した。	12ヵ月間の死亡率は7.7%であった。両評点と6MWTは全死亡を有意に予測した(全て $p<0.001$)。6MWTの追加は3C-HF 評点とMAGGIC 評点の予知能を有意に改善した。6MWTでのリスク評価は3C-HFとMAGGICとによる評価とは有意に異なっていた。	3C-HF は、NYHA 分類、LVEF、不整脈を合わせた指標。 MAGGICは、HFの13の特徴で算出したもの。
Dumurgier et al. (2009)	Slow walking speed and cardiovascular death in well functioning older adults: prospective cohort study	BMJ 2009; 339: b4460.	前向きコホート研究	地域在住高齢者 16,414名	平均追跡期間は、5.1年間	・ フォロワー期間中に209名の参加者が死亡した。 ・ 歩行速度が遅い(男性 90 m/分および女性 81 m/分未満) 高齢者は速い者と比較して、総死亡率のみならず心血管疾患由来の死亡率が高い。	歩行速度の低下は、生活機能障害のみならず、心血管死や全死亡の強力な予測因子であることを示した。 地域在住高齢者にとっても歩行速度は生命予後や心疾患発症の一予防の指標として有用であると考えられる。
Afilalo et al. (2010)	Gait speed as an incremental predictor of mortality and major morbidity in elderly patients undergoing cardiac surgery	J Am Coll Cardiol 2010; 56: 1668-1676.	前向きコホート研究	心臓血管術後の患者 131名 (年齢 75.8±4.4 歳)	5m歩行時間	・ 心臓外科術後の高齢心疾患患者を対象とした研究であり、術前の歩行速度は入院中の術後死亡率を予測する強い因子であることが認められた。 ・ 低速歩行速度は、Society of Thoracic Surgeons リスクスコア(オッズ比: 3.05; 95%信頼区間: 1.23~7.54)を調整した後の複合エンドポイントの独立した予測因子であった。	Neg: 観察期間が入院期間中と比べて短い期間に限定されている。
Yamamoto et al. (2012)	Walking speed in patients with first acute myocardial infarction who participated in a supervised cardiac rehabilitation program after coronary intervention	Int Heart J; 53: 347-352.	横断研究	IHD群 210名と 高齢者 188名と 地域住民 198名	・ 最大歩行速度 ・ 下肢筋力 ・ バランス能力	高齢 IHD 患者の歩行速度は同年代の健康者の約 75%に低下しており、下肢筋力と立位バランス能力の両方が、臨床的特徴を調整した後の性別に問わず歩行速度と関連していた。	高齢IHD患者の歩行速度はCRを実施したにも関わらず同年代の健康者の約 75%に低下している。
Takahashi et al. (2015)	In-patient step count predicts re-hospitalization after cardiac surgery	J Cardiol 2015; 66: 286-291.	前向きコホート研究	心臓血管術後 133名 (男性: 68.4%, 平均年齢: 66.4)	[歩数計] ・ 歩数計は集中治療室を出てから、退院までの間、装着させた。 ・ 歩数計は、三軸加速度計を用いて評価した。 ・ 最低8時間/日で装着するように指示し、運動療法中は分析に含めなかった。 [診療記録から以下の情報を調査] ・ 年齢、性別、BMI、手術時間、輸血量、退院時CRP****、退院時eGFR、退院前Hb、退院後LVEF、胸水穿刺の有無、手術前後のNYHA****分類、術後在院日数、を収集した。	・ 退院前3日間の歩数は、 $2,460\pm 1,549$ 日歩数であった。 ・ 対象者 133名中、16名(12.0%)が一年間のフォローアップ期間中に疾患系イベントで再入院となった。 ・ 再入院群は、再入院していない群に比べて有意に日歩数が低かった ($1,297\pm 1,232$ 対 $2,620\pm 1,524$, $p<0.01$)。 ・ ROC 曲線上のカットオフ値は、1,308 日歩数(曲線下面積: 0.783, 感度: 0.814, 特異度: 0.733, $p<0.001$)であった。 ・ Cox HR 分析の結果、再入院の最も強力な因子は歩数であった ($\leq 1,308$, HR 7.58, 95%CI: 2.04 - 28.22)。	再入院の最も強力な因子は歩数であった。 Pos: 再入院群とのカットオフ値は、1,308 日歩数であり、目標を提示できた論文である。 Neg: 歩数については調査しているが、運動機能については調査していない。

+****+ CRP; C-reactive protein
NYHA; New York Heart Association

Izawa KP, et al. (2012)	Relation between physical activity and exercise capacity of ≥ 5 metabolic equivalents in middle- and older-aged patients with chronic heart failure	Disabil Rehabil 2012; 34: 2018-2024.	横断的研究	30歳以上のCHF患者157名	ADL 低下に関連する運動耐容能の下限値である5 METs レベルの壮年群と高齢群での日常生活における身体活動について明らかにすることであった。	身体活動のカットオフ値は、壮年群は 6,045.2 日歩数、高齢群は 6,070.1 日歩数であった。本研究成果は、CHF 患者に対する運動耐容能向上のための一指標として活用できる可能性がある。	身体活動量が運動耐容能を規定する一要因であることを示唆している。
----------------------------	--	--------------------------------------	-------	-----------------	--	---	----------------------------------

表 1.5 運動耐容能と生命予後、再入院率との関連について

著者, 発表年	タイトル	掲載誌	Design, Setting and description of intervention	対象	Outcome measures and assessment point	Results	コメント
American College of Sports Medicine (2009)	American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults	Med Sci Sports Exerc 2009; 41: 1510-1530.	2008年アメリカ人身体活動ガイドラインに関する米国のスポーツ医学会の声明	一般高齢者		生物学的老化過程を止めることはできないが、規則的な運動は、慢性疾患の発症および進行を制限することによって、生活の余命を延ばすことができる。運動耐容能は加齢とともに低下し、10歳加齢すると、酸素摂取量は5~10%低下する。	There is a progressive reduction of functional capacity related to aging, due to declines of more than 5-10% of the maximal aerobic capacity for every 10 years of life. 運動耐容能は加齢とともに低下し、10歳加齢すると、酸素摂取量は5~10%低下する。
Nakanishi M, et al. (2014)	Targeting of High Peak Respiratory Exchange Ratio Is Safe and Enhances the Prognostic Power of Peak Oxygen Uptake for Heart Failure Patients	Circulation Journal 2014; 78: 2268-2275.	後ろ向きコホート研究	心不全患者連続283名 (LVEF ≤ 45%) を対象。	• CPXで測定する Peak $\dot{V}O_2$ と換気効率	<ul style="list-style-type: none"> • 平均追跡期間 47 ヶ月中に死亡者または心不全による入院患者が111名 (39%) であった。 • Peak $\dot{V}O_2$ が最も強力な予後予測因子であった。 • 多変量解析によると Peak $\dot{V}O_2$ は有意の独立予後予測因子であったが、換気効率、BNP、LVEF は有意な因子ではなかった。 	Peak $\dot{V}O_2$ が最も強力な予後予測因子であった。
木下弘喜ら (2014)	運動時周期性呼吸変動 (Exercise Oscillatory Ventilation;EOV) は非虚血性心不全患者において生命予後・心血管イベントのリスク予測因子である	心臓 2014; 46: 1532-1537.	前向きコホート研究	2009年4月~2011年12月の間にCPXを実施した重症心不全患者 (NYHA 分類 class III/IV) 76名	<ul style="list-style-type: none"> • 運動時周期性呼吸変動 (Exercise Oscillatory Ventilation;EOV) • 心血管イベント発生率 • 追跡期間: 20 ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> • EOV を認めた 25 名 (EOV 群) と、認めなかった 51 名 (非 EOV 群) の二群間で比較したところ、死亡率は EOV 群で 20% と、非 EOV 群 9.8% と比較して有意に高かった ($p < 0.05$)。 • 心不全入院を含む有害事象も EOV 群 32%, 非 EOV 群 25% と、EOV 群で高頻度であった ($p < 0.05$)。 	EOV は非虚血性心不全患者において、生命予後・心血管イベントの予測因子となりうる可能性があることが示唆された。 <u>Neg:</u> 解析が複雑な可能性がある。
Kodama S, et al. (2009)	Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis	JAMA 2009; 301: 2024-2035.	心機能とイベント発生率、および死亡率をみたメタ解析	MEDLINE (1966年から2008年) と EMBASE (1980年から2008年) での観察コホート研究のための体系的な文献検索 33 論文, 6,910 名	<ul style="list-style-type: none"> • 運動耐容性, 運動試験, 運動/生理学, 体力, 酸素消費, 心臓血管疾患, 心筋虚血, 死亡率, 発生率または罹患率 	<ul style="list-style-type: none"> • 低下した心肺機能 (男性; 7 METs, 女性; 5 METs) では、心疾患イベント率と死亡率が関係していた。 	A lower cardiorespiratory fitness level (7 METs for men and 5 METs for women) is associated with cardiovascular disease events and mortality from all. <u>Pos:</u> 運動耐容能と全死亡率との関係をみた論文。

<p>Knoops KT, et al. (2004)</p>	<p>Mediterranean diet, lifestyle factors, and 10-year mortality in elderly European men and women: the HALE project</p>	<p>JAMA 2004; 292: 1433-1439.</p>	<p>前向きコホート研究</p>	<p>健康な男性 1,507名, 女性 832名 (70~90歳)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・食事パターンと生活習慣因子 ・冠動脈心疾患, 心臓血管疾患, および癌 ・10年間の死亡率 	<ul style="list-style-type: none"> ・冠動脈心疾患, 心血管疾患, および癌からの10年間の死亡率を調査した。 ・フォローアップ中に935名が死亡した。 ・心疾患由来が371名, 悪性新生物由来が233名, 他の原因が145名であった。 ・中程度のアルコール使用 (HR, 0.78; 95%CI, 0.67-0.91), 低身体活動量 (HR, 0.63), 喫煙者の健康状態 (HR 0.77; 95%CI: 0.68-0.88); 95%CI, 0.55-0.72), 非喫煙 (HR 0.65; 95%CI: 0.57-0.75) は, 全死因死亡率の低下と関連していた。 	<p>A lower cardiorespiratory fitness level is could be explained, in part, by coronary risk factors. 低下した心肺機能の原因の一つとして, 冠危険因子によって説明することができた。 Pos Positive アルコール, 低身体活動量, 喫煙の摂取により, 心肺機能が低下する。</p>
<p>McAuley P, et al. (2006)</p>	<p>Evaluation of a specific activity questionnaire to predict mortality in men referred for exercise testing</p>	<p>Am Heart J 2006; 151: 890 e891-897.</p>	<p>前向きコホート研究</p>	<p>1,185名の連続した男性患者 (平均年齢 58±12歳)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・質問紙法の Veterans Specific Activity Questionnaire (VSAQ) スコア ・慢性心不全の病歴, 喫煙歴, および糖尿病の有無 ・全死亡率 	<ul style="list-style-type: none"> ・VSAQスコア<5 METs, 5~8 METs および> 8 METs の3つのグループに分類した。 ・平均フォローアップ期間は4.5±2.9年であった。 ・フォローアップ期間中に合計132名の死亡があり, 年間平均死亡率は2.7%であった。 ・VSAQスコアにて8 METs 以上の場合, 死亡リスクを75%以上, 軽減させることが示された。 	<p>VSAQスコアにて8 METs 以上の場合, 死亡リスクを75%以上, 軽減させることが示された</p>
<p>Myers JP, et al. (2002)</p>	<p>Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing</p>	<p>The New England Journal of Medicine 2002; 346: 793-801.</p>	<p>前向きコホート研究</p>	<p>6,213名の連続した男性患者 (平均年齢 58±12歳)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・Peak VO₂ ・最大心拍数 ・対象を前期・後期の二群に無作為に割り付け, 二期クロスコアオーバー法により検討した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・結果フォローアップ期間中に合計1,256名の死亡があり, 年間平均死亡率は2.6%であった。死亡した男性は運動能力が低い人よりも高齢であった。運動能力の1-MET増加は, 生存率を12%向上させた。 	<p>Peak VO₂ が1 MET 上昇すると, ハザード比が0.91になると報告している</p>
<p>島田ら (2011)</p>	<p>高齢冠動脈疾患患者における維持期心臓リハビリテーションの臨床的有用性: メタボリックシンドローム構成因子および予後改善効果についての検討</p>	<p>Therapeutic Research 32: 704-709.</p>	<p>前向きコホート研究</p>	<p>発症から6ヵ月以上経過した, 65歳以上の男性CHD患者</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・維持期CRの介入により, BMI・ウエスト径・脂肪重量・中性脂肪・空腹時血糖値の有意な改善をはじめ, 脚筋力・柔軟性の有意な向上や運動耐容能の保持が示された。 ・QOLは痛みに関する指標, 全般的な健康感, パイタリテイ, メンタルヘルスの改善, 気分, 生活に対する不安感の解消が示された。 ・維持期CR介入群では総死亡率の低下傾向, 主要心血管イベントの有意な低下が認められた。 	<p>維持期CRの介入により, BMI・ウエスト径・脂肪重量・中性脂肪・空腹時血糖値の有意な改善をはじめ, 脚筋力・柔軟性の有意な向上や運動耐容能の保持が示された。</p>	
<p>桑原ら (2009)</p>	<p>左室形成術後患者の入院期および回復期心大血管疾患リハビリテーションの現状</p>	<p>心臓リハ 2009; 14: 355-357.</p>	<p>前向きコホート研究</p>	<p>2005年~2008年に, 左室形成術を施行した20名 (男性16名, 女性4名, 67±12歳) と, CABGを施行した396名 (男性327名, 女性69名, 67±10歳) (CABG群)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・対象を前期・後期の二群に無作為に割り付け, 二期クロスコアオーバー法により検討した。 ・年齢, 性別, 手術時間, 放管病日, 術前経胸壁心エコー所見, ICU滞在期間, 在院日数, 病棟歩行自立病日, 回復期CR参加率, 回復期CR開始時の運動耐容能, 退院後6ヵ月以内の再入院率, 再入院理由について調査した。 	<p>左室形成術群はCABG群に比べて, 左室駆出率・左室拡張/収縮末期径および在院日数・病棟歩行自立病日有意に低値であった (p<0.05)。回復期CRに参加した左室形成術群は, CABG群に比べて運動耐容能が有意に低値を示した (p<0.05)。また左室形成術群はCABG後患者に比べて, 再入院率が高値を示し, 左室形成術群の再入院理由の40%が心不全であった。</p>	<p>本研究により, 左室形成術群は心機能が低く, 病棟歩行自立に至るまで時間を要することが確認できた。</p>

Goda et al. (2009)	Prognostic Value of Heart Rate Profiles During Cardiorespiratory Exercise Testing in Patients With Cardiac Disease	International Heart Journal 2009; 50: 59-71.	前向きコホート研究	安定した心疾患患者 550名 (63.4±9.9歳)	<ul style="list-style-type: none"> CPXを行い、Peak $\dot{V}O_2$、$\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ 傾斜、心拍数増加度、心拍数回復 (最大値を負荷終了2分後値との差) を測定した。 4年間追跡中に心臓死が28名 (5.09%) あった。 	<ul style="list-style-type: none"> 多変量解析の結果、$\dot{V}O_2$ (3.44, 1.37-8.62, $p=0.008$) と $VE/\dot{V}CO_2$ (1.52, 1.11-2.08) は、心臓死に対する有意な予測因子であった 拍増加度、心拍回復は独立予測因子ではなかった。 	$\dot{V}O_2$ と $VE/\dot{V}CO_2$ は、心臓死に対する有意な予測因子であった。
Kallistratos et al. (2012)	Prognostic significance of blood pressure response to exercise in patients with systolic heart failure	Heart and Vessels 2012; 27: 46-52.	前向きコホート研究	収縮性心不全患者 160名	<ul style="list-style-type: none"> 安静時および運動後の収縮期血圧 (SBP)、拡張期血圧 (DBP) および脈圧 (PP) を調査した。 観察期間は平均2.5年間であった。 	<ul style="list-style-type: none"> 追跡期間中、22名が死亡し、5名が心臓移植を受けた。 安静時に高いSBPとDBPを示す患者、および最大運動後にSBP > 160mmHgとPP ≥ 75mmHgを示す患者は好ましい予後を示した。 最大運動時にSBP < 160mmHgを示した患者では、心死亡率が4倍上昇し、最大運動時にPP < 75mmHgを示した患者では3倍上昇した。 	運動負荷試験時の血圧変動にも着目した方が良いかもしれない。
Nishiyama et al. (2010)	Systolic Blood Pressure Response to Exercise as a Predictor of Mortality in Patients With Chronic Heart Failure	International Heart Journal 2010; 51: 111-115.	前向きコホート研究	慢性心不全患者 136名 (男93名, 女43名)	<ul style="list-style-type: none"> 症候限界性運動負荷試験を行い、運動時、運動誘発性心拍数 (HR)、収縮期血圧 (SBP) および代謝当量 (MET) を測定した。 観察期間は平均6.2±2.5年間であった。 	<ul style="list-style-type: none"> 34名が死亡し、3年後および5年後生存率はそれぞれ90%、83%であった。 非生存群は生存群に比べて体格指数が有意に小さく、NYHA分類によるクラス III の罹患率が高かった。単分散分析では、ピーク運動時におけるHRとSBP、運動によるHRとSBPの増加、運動後1分目のHRとSBP、運動後3分目のHRが死亡の予測因子であった。 β-阻害薬の使用は予後と関係がなかった。Coxハザードモデルによる解析では、SBPの増加と運動後3分間のHRおよびMETが死亡の独立した予測因子であった。 	長期予後には、体格も影響してくる。運動終了後1分目と3分目の変動も指標になる。
Kubozono et al. (2008)	Peak $\dot{V}O_2$ is More Potent Than B-Type Natriuretic Peptide as a Prognostic Parameter in Cardiac Patients	Circulation Journal 2008; 72: 575-581.	後ろ向きコホート研究	心疾患患者の連続 609名。1997年4月から2002年10月の間に運動負荷試験を実施し、2003年に患者の生死を確認した	対象は運動負荷試験によりPeak $\dot{V}O_2$ を測定し、運動負荷前に採血してB型Na利尿ペプチド濃度を測定した。平均追跡期間502.5日中に心臓死が29名あった。	<ul style="list-style-type: none"> 単変量Cox比例ハザード解析ではPeak $\dot{V}O_2$ もBNPも有意の予測因子であった。時間依存ROC曲線解析では$\dot{V}O_2$の方がBNPよりも強力な予測因子であった。 	$\dot{V}O_2$ の方がBNPよりも強力な予測因子であった。
Hirakawa et al. (2007)	Age-related differences in clinical characteristics, early outcomes and cardiac management of acute myocardial infarction in Japan: Lessons from the Tokai Acute Myocardial Infarction Study (TAMIS)	Geriatrics & Gerontology International 2007; 7: 131-136.	後ろ向きコホート研究	Tokai Acute Myocardial Infarction Studyのサンプルに含まれる救急治療病院13施設のデータを使用した	<ul style="list-style-type: none"> トレッドミル試験、冠動脈造影、経皮冠動脈介入カテーテルの実施率は年齢の上昇と共に低下した。血拴溶解療法は高齢群で処方頻度が少なかった。退院時にアスピリン、β-遮断薬、アンジオテンシン変換酵素阻害剤、硝酸薬、カルシウム拮抗薬、抗脂血症薬の処方頻度は高齢群が低かったが、利尿薬の処方頻度は高齢群が高かった。本結果は、高齢患者の方が過小治療の傾向があった。 	有意に高い院内死亡率の危険性を有することを示唆したデータであるので、今後の参考とする。転帰も調査することとする。	

Bisfel et al. (2006)	Abnormal Heart Rate Recovery Immediately After Cardiorespiratory Exercise Testing in Heart Failure Patients	International Heart Journal 2006; 47: 431-440.	前向きコホート研究	左心室駆出率 40% 以下の NYHA クラス II or III の CHF 患者 84 名	<ul style="list-style-type: none"> CPX を行い、II 群の方がトレッドミル検査の成績は良好であり、特に労作時間が長く、周期変動指数が多くなり、最大心拍数が高かった。Peak VO₂ は I 群の方が低値であった。ベータ遮断薬の服用は HRR に有意な影響を及ぼさなかった。経過観察中、14 名が死亡し、異常 HRR と Peak VO₂ 低値 (≤ 14 ml/kg/分) が有意な死亡関連因子であった。 	<ul style="list-style-type: none"> CPX を行い、II 群の方がトレッドミル検査の成績は良好であり、特に労作時間が長く、周期変動指数が多くなり、最大心拍数が高かった。Peak VO₂ は I 群の方が低値であった。ベータ遮断薬の服用は HRR に有意な影響を及ぼさなかった。経過観察中、14 名が死亡し、異常 HRR と Peak VO₂ 低値 (≤ 14 ml/kg/分) が有意な死亡関連因子であった。
浅田 (2004)	虚血性心疾患が疑われる患者における運動負荷時 Heart Rate Recovery による死亡予測; 負荷心エコー図での検討	関西医科大学雑誌 2004; 56: 206-211.	前向きコホート研究	被検者総数 5438 名	<ul style="list-style-type: none"> HRR、エコーでの LVEF を調査した。 追跡期間は中央値で 3 年間であった。 	HRR に関する検討。LVEF を指標としている。
Swift et al. (2013)	Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness, and Exercise Training in Primary and Secondary Coronary Prevention	Circulation Journal 2013; 77: 281-292.		CHD 患者を対象とした文献 3,316 名	<ul style="list-style-type: none"> PA、運動療法について調査。 	CHD 患者に対する CR を支持した論文である。また、PA を高めることは、うつ症状を軽減させることを示唆している。
Koba et al. (2011)	Physical Activity in the Japanese Population: Association with Blood Lipid Levels and Effects in Reducing Cardiovascular and All-Cause Mortality	Journal of Atherosclerosis and Thrombosis 2011; 18: 833-845.	全国栄養調査	高齢群と壮年群	<ul style="list-style-type: none"> 毎年の全国栄養調査での、過去 10 年間の性別、年齢別の日歩数を調査した。 	身体活動のレベルは、特に若年層で減少傾向にあることが確認できた。
相原ら (2008)	先進医療としての心リハの意義; 不整脈・ICD 患者に対する心臓リハビリテーション	心臓リハ 2008; 13: 36-38.	後ろ向きコホート研究	ICD 植込み患者で CR エントリを一を行った 25 名を対象とした	<ul style="list-style-type: none"> 観察期間を 3 カ月間設け、運動療法が持続できている継続群と、継続できていない脱落群の二群に分けた。 	ICD 症例という重症不整脈症例でも、CR は安全に行われ、運動効果も認められた。不整脈患者でも運動療法は有用であることが示唆された。
田中ら (2007)	拡張不全患者の BNP、BRS の意義	心臓リハ 2007; 12: 227-229.	前向きコホート研究	85 歳未満の心収縮機能が保たれている (左室駆出率 > 40%) CHF 患者 95 名	<ul style="list-style-type: none"> BNP と圧受容体反射 (BRS) を測定し、予後の関連について検討した。 一年以上以内に再入院または死亡 (心事故) した患者 11 名 (再入院群) と再入院しなかった 84 名 (コントロール群) で比較した。 	BRS は測定が煩雑になる可能性が高い。BNP の感度が高く、調査すべきである。

++++ CPX; cardiopulmonary exercise testing; 心肺運動負荷試験

SSSSS HRR; heart rate recovery

***** PA; physical activity; 身体活動量

+++++ ICD; implantable cardioverter defibrillator; 植込み型除細動器

山崎ら (2005)	Myers/Jonathan, Froelcher/Victor: 運動負荷心電図で認められた無症候性心筋虚血症例の予後	心臓 2005; 37: 6-7.	前向きコホート研究	トレッドミル運動負荷試験を行った3745名(全例男性)	心電図上虚血性変化なし2817名(A群), 胸痛を伴う虚血性変化あり236名(B群), 胸痛なく虚血性変化あり472名(C群)に分け, 予後を比較した。	・糖尿病,高血圧,高脂血症,喫煙,BMI 27以上の冠危険因子保有率はB群とC群との間に有意差はなかった。 ・平均追跡期間7年で215名の心血管死亡を確認し,年間死亡率はA群0.4%,B群1.4%,C群1.2%で,B群およびC群はA群に比較して有意に高率であった。	運動負荷試験時の虚血反応の有無も確認する必要がある。
Keteyian et al. (2012)	Relation between volume of exercise and clinical outcomes in patients with heart failure	J Am Coll Cardiol 2012; 60: 1899-1905.	RCT	無作為に割り付けられたCH患者959名	・追跡期間は28.2ヵ月 ・全死亡率,または再入院率 ・3ヵ月間の運動療法	心疾患患者において低強度の活動ではなく,中強度以上で活動する時間を高く維持することは,その後の心血管イベント発生減少に強く関与することを報告している。	心疾患患者において低強度の活動ではなく,中強度以上で活動する時間を高く維持することが重要。
Hawkins S, et al. (2003)	Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging: implications for exercise training	Sports Med 2003; 33: 877-888.		--	・ $\dot{V}O_2$	加齢に伴い, Peak $\dot{V}O_2$ は低下し, 全死亡率, もしくは心臓血管疾患の罹患率は高くなる。運動は, 長期間維持されている場合, 若年男性および中年男性でこの損失を最大50%減少させることができるが, 高齢男性では減少させない。中年および高齢の女性は, $\dot{V}O_2$ maxの損失率を10年ごとに10%未満に減らすことができないうようにあり, これはエストロゲン状態に関連する可能性が考えられる。	高齢者において, Peak $\dot{V}O_2$ の低下は, 通常ADLの困難さと関連している。
Bortz WM 2nd (2002)	A conceptual framework of frailty	J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2002; 57: M283-288.		--	・パフォーマンステスト	加齢に伴い, Peak $\dot{V}O_2$ は低下し, 全死亡率, もしくは心臓血管疾患の罹患率は高くなる。ADL低下は, 依存性の危険性と, 自律性の喪失, および虚弱を助長する。特に, 高齢者における障害とパフォーマンスの低下は, 心機能と下肢筋力の低下に起因している。	ADL低下は, 依存性の危険性と, 自律性の喪失, および虚弱を助長する。特に, 高齢者における障害とパフォーマンスの低下は, 心機能と下肢筋力の低下に起因している。

1.5 先行研究から得られた動向

心疾患（or 冠動脈疾患 or 心不全 or 心筋梗塞）と再入院率（or 死亡率）と、身体運動機能（運動耐容能 or 歩行能力 or 骨格筋筋力 or バランス能力）の関連をみた研究は 50 件であり、身体運動機能との関連をみた研究も多く存在していることが分かった。しかし、身体運動機能の中でも骨格筋筋力、バランス能力、および歩行能力の全ての項目と運動耐容能を扱っている論文は、Oliveira ら（2014）の報告のみであった。Oliveria らは、運動耐容能を質問紙である間接法で求めており、バランス能力の評価指標についても、8-foot up-and-go テストを採用している。8-foot up-and-go テストは、立ち上がり動作、歩行（約 2.4 m）、180 度方向変換を含めた複合的なパフォーマンスバッテリーであり、8-foot up-and-go スコアが低値を示した場合に、立ち上がり時のバランス能力が低下しているのか、立ち上がり時の下肢筋力が足りないのか、歩行速度が低下しているのかが、明らかにならないことが欠点であるといえる。一方、本研究で採用する身体運動機能指標は、 $\dot{V}O_2$ 、OLS 時間、FR 距離、膝伸展筋力、握力、最大歩行速度と簡便であるが、それぞれの運動機能特性を検査する指標であり、より詳細な事後分析が可能であると考えている。

第2章 研究目的と研究構成

2.1 本研究の新規性

心疾患患者の治療や効果判定には CPX の実施が有用であり、心移植の判断基準や生命予後および QOL などと関連がある。しかし、超高齢社会になり、高齢や虚弱および重複障害などの影響で症候限界下で行う CPX が実施できない症例が増加している。CPX の実施が困難である高齢心疾患患者に対し、CPX の代替えとして身体運動機能評価を用いて自立した社会生活を送ることができるか否か予測することは、CR を提供している理学療法士にとっても重要な判断基準となる。

心臓関連死亡や再入院など、予後に関わる因子として、握力 (Izawa et al., 2009; Leong et al., 2015)、膝伸展筋力 (Kamiya et al., 2015)、歩行速度 (山本ら, 2013)、身体活動量 (Takahashi et al., 2015)、および Peak $\dot{V}O_2$ (Tstutsui et al., 2007) 等が報告されているが、バランス能力を含めた身体運動機能と歩行能力、再入院率を扱っている報告はない。本研究で採用する身体運動機能指標は、片脚立位時間、前方リーチ距離、膝伸展筋力、握力、最大歩行速度と簡便であるが、それぞれの運動機能特性を検査する指標であり、より詳細な事後分析が可能であると考えている。

2.2 目的

本研究では、心疾患患者における運動耐容能に関わる身体運動機能指標の相互関係、および再入院との関連について明らかにし、予後向上のための CR における身体運動機能の目標値を提案することを目的とする。本研究の構成を研究 1 から研究 5 に分け、それぞれの研究目的を以下の 5 点とした。

- ① 立位バランス機能に関する簡便な測定方法を検証する。
- ② 心血管疾患患者における退院時年齢・性別の身体運動機能について明らかにする。
- ③ 心血管疾患患者における下肢筋力、立位バランス能力との関連について明らかにする。
- ④ 心血管疾患患者における運動耐容能に関わる身体運動機能指標の相互関係を明らかにする。
- ⑤ 心疾患患者における運動機能と予後との関連について明らかにし、予後向上のための CR における身体運動機能の目標値を提案する。

2.3 研究構成

上記①～⑤の目的を達成するため、実証検証は、第3章（研究1）～第7章（研究5）からなる（図 2.1）。主に高齢心疾患患者の身体運動機能に着目した研究である。

研究1では、「立位バランス機能に関する簡便な測定方法の開発」として、バランス能力を簡便に測定するための指示棒を用いたファンクショナルリーチテスト（**modified functional reach test**: 以下 **M-FR**）を開発する。

次に、研究2では、「心血管疾患患者における退院時年齢・性別の身体運動機能について」として、心疾患患者の身体運動機能の予備能力について調査する。調査項目は **M-FR** の他に、一般的に用いられている **OLS**、等尺性膝伸展筋力、握力、最大歩行速度とし、心血管疾患患者での身体運動機能が年代とともにどの程度変化するのかを検討する。

研究3では、「心血管疾患患者における下肢筋力、立位バランス能力と歩行自立度との関連」として、身体運動機能のリスクを層別化するために歩行自立度を調査する。等尺性膝伸展筋力だけでは判断できなかった症例群に対しても **M-FR** を加えて検討することで、歩行自立の正診率が増加するかを検証する。

研究4では、「心血管疾患患者における運動耐容能に関わる身体運動機能指標の相互関係」とし、生命予後や再入院率に関わる因子とされる **Peak $\dot{V}O_2$** に着目し、各種身体運動機能がどのように運動耐容能に関わってくるかについて調査する。壮年群と高齢群に分けて分析し、運動耐容能に関わってくるモデルが異なるかを検証する。

以上を踏まえ、研究5では「心血管疾患患者における身体運動機能と再入院率との関連」として、心血管疾患で入院し、再入院される患者と入院に至らない患者の退院時の身体運動機能を比べる調査する。ここで得られる指標が明らかになれば、予後向上のための **CR** における身体運動機能の目標値が提案できるのではないかと考えている。

第I部 序論	第1章 研究の背景
	第2章 研究目的と研究構成
第II部 本論	第3章 立位バランス機能に関する簡便な測定方法の開発 【研究1】
	第4章 心血管疾患患者における退院時年齢・性別の身体運動機能について 【研究2】
	第5章 心血管疾患患者における下肢筋力, 立位バランス能力と歩行自立度との関連 【研究3】
	第6章 心血管疾患患者における運動耐容能に関わる身体運動機能指標の相互関係 【研究4】
	第7章 心血管疾患患者における身体運動機能と再入院率との関連 【研究5】
第III部 結論	第8章 総合考察

図 2.1 本研究の研究構成

実証検証は、第3章（研究1）～第7章（研究5）からなる。

2.4 倫理的配慮

研究1～4は、聖マリアンナ医科大学生命倫理委員会の承諾を得た（承認番号 340 号）。本研究への参加に際し、事前に患者に研究の趣旨、内容および調査結果の取扱い等に関して説明し同意を得た。また調査実施に際しては、患者に対する負担を可能な限り抑えるように配慮した。

研究5は、聖マリアンナ医科大学生命倫理委員会の承諾を得た（承認番号 3171 号）。個人情報取り扱いには十分注意し、データは匿名化して管理した。

第II部 本論

第3章 立位バランス機能に関する簡便な測定方法の開発【研究1】

3.1 研究背景

歩行自立度や転倒は認知機能を含んだ身体機能と環境の要因に大きく分けられる。身体機能の中でも関連の強い因子は、年齢、性別、視覚、関節可動域、筋力、ADL、バランス、認知などがあり、それらの中でも立位や歩行中のバランス能力の低下が重要なことが先行研究から明らかとなっている (Ghlsen et al., 1990; 眞野ら, 1999)。

バランス能力は、捉える視点の違いによって様々な評価方法があるが、中でも functional reach test (以下FR) は Duncan ら (1990; 1992) により開発され、簡便な測定により動的バランス能力や転倒のリスクを把握できることから、広く用いられている。しかしFRには、

(1) 対象者の肩峰の高さに合わせてヤードスティック (定規) を設置しなければならない煩雑性。(2) 測定値を目視によって瞬時に読み取るための測定精度低下 (工藤ら, 2003)。

(3) 定規やメジャーなどを壁に固定するスペースが必要であり (図 1.10, P13), 在宅療養患者や病棟患者では FR が実施できない場合がある, などの問題点が挙げられる。そこで従来の FR の問題点を解消する新たな方法として、伸縮可能な指示棒を用いた改良版 FR (M-FR) を考案した。本法は、伸縮可能な指示棒と壁、そして壁との間に 2m 程度の空間があれば測定が可能である。また、定規を壁に固定する必要もない上に携帯性にも優れており、訪問業務や病棟での評価で迅速に対応できる特徴がある。すでに M-FR の基準検査である FR は諸家 (Duncan et al., 1990; Duncan et al., 1992; Weiner et al., 1993; Franchignoni et al., 1998; Smith et al., 2004) によって再現性、妥当性について報告されており、M-FR を今後、臨床応用、在宅医療、他職種の領域で活用していくためにも、従来の FR と同様に M-FR の再現性や基準関連妥当性について検討する必要がある。また臨床的な有用性や予測的妥当性については明らかになっておらず、転倒危険性や、歩行能力など、具体的な臨床指標との関連を検討する必要がある。そこで本研究では、M-FR の再現性と妥当性を検討するために2つの研究を行った。

3.2 研究 1-1: M-FR の再現性と基準関連妥当性について

3.2.1 研究目的

M-FR の検者間再現性、検者内再現性および基準関連妥当性について検討することを目的とした。

3.2.2 対象

立位保持が可能な、65 歳未満の健常成人（以下、成人群）と明らかな荷重関節の整形外科疾患を有さない 65 歳以上の高齢患者（以下、高齢群）の合計 63 名（成人群 34 名、高齢群 29 名）を対象とした（表 3.1）。高齢群における疾病の内訳は心疾患（14 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（7 名）、呼吸器疾患（6 名）、胸腹部外科術前・術後患者（2 名）であった。

表 3.1 研究 1-1 における対象者の属性

	成人群	高齢群	全体
人数 [男性/女性]	34 名 [14/20]	29 名 [17/12]	63 名 [31/32]
年齢 [歳]	33.4 ± 10.9	76.0 ± 6.3	53.4 ± 22.7
身長 [cm]	163.5 ± 8.5	154.6 ± 8.5	159.3 ± 9.4
体重 [kg]	57.8 ± 9.9	52.2 ± 9.7	54.9 ± 10.1
BMI* [kg/m ²]	21.5 ± 2.7	21.8 ± 3.5	21.6 ± 3.1

* BMI: Body Mass Index, 平均値±標準偏差

3.2.3 測定項目および方法

検者間再現性の検討に際しては、同一被検者に対し、検者 A と B がそれぞれ数日後に測定した。なお、検者 A と B との測定順序はランダムとした。検者内再現性の検討には、検者 A が一回目の測定施行数日後に二回目の測定を行った。また M-FR の基準関連妥当性を検討するために、従来の FR との関連をみた。いずれの方法も測定前に検者が説明と模範を示し、対象者には測定前の十分な練習を施した。各測定の間隔は 30 秒以上あけて、二回実施し、最大値を採用した。

3.2.4 測定機器

M-FR の測定は市販の 12.4 cm から 60.0 cm まで伸縮可能な指示棒（アンテナボールペン；レモン社製）を用いた（図 3.1）。なお、予備実験で行った指示棒を縮める際の反作用力は 0.77kg（標準偏差 = 0.15，範囲 0.53-1.07）であった。

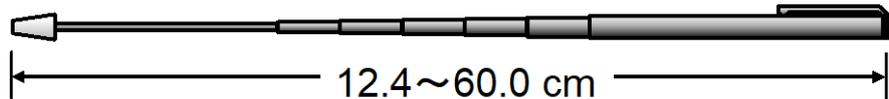


図 3.1 M-FR で用いた伸縮可能な指示棒（アンテナボールペン；レモン社製）

3.2.5 FR の測定方法

FR は原法の測定法に従い実施した。すなわち対象者の肩峰の高さに定規を水平に壁に固定する。肩幅に足を開いた立位を保持し、利き手の肩関節を 90 度挙上する。挙上した側の手指を軽く握り、第 III 指中手骨の末端の位置を目視にて開始地点を読み取る。壁にもたれかかることなく、定規に沿って可能な範囲で上肢を前方に伸ばす（図 1.10, P13）。支持基底面を変えずに最も遠くまで到達した終了地点を目視にて読み取る。終了地点から開始地点を引いた値を、前方リーチ距離として記録する。

3.2.6 M-FRの測定方法

M-FRの測定方法を以下に示す。検者は最長（60.0 cm）に伸ばした指示棒を、被検者に利き手で把持させる。なお、被検者の立つ位置は、肩関節屈曲90度挙上にて指示棒の先端が壁に接する位置とする。その後、被検者は、FRと同様、可能な限り前方へリーチする（図3.2）。測定終了後検者は、短縮した指示棒の長さをメジャーで計測し、差し引いた長さを前方リーチ距離として算出する。



図 3.2 M-FRの測定場面

伸縮可能な指示棒を用いて測定する。測定中は患者の転倒予防に専念できるため、検査自体の転倒危険性を軽減することができる。

M-FR: modified functional reach test

3.2.7 分析方法

統計学的解析には SPSS 12.0J を使用した。統計学的手法は、検者間再現性と検者内再現性については級内相関係数 (Intraclass Correlation; 以下 ICC) を用いた。また M-FR の基準関連妥当性については、ピアソンの相関係数を用いて FR との関連をみた。いずれの統計学的手法も有意水準は 5% 未満とした。

3.2.8 結果

表 3.2 に ICC および M-FR と FR の相関係数を示す。成人群、高齢群を合わせた全体の検者間および検者内再現性は、それぞれ ICC (2, 1) = 0.948, ICC (1, 2) = 0.966 であった。さらに、各々の群ごとにみた場合、成人群、高齢群の順に検者間 ICC (2, 1) が 0.900, 0.933, 検者内 ICC (1, 2) が 0.931, 0.957 であった。

基準関連妥当性の検討として、M-FR は FR と有意な正相関を認めた ($r = 0.948$, $p < 0.05$) (図 3.3)。また成人群、高齢群の群ごとの検討でもそれぞれ有意な正相関を認めた (成人群; $r = 0.912$, $p < 0.05$, 高齢群; $r = 0.903$, $p < 0.05$)。

表 3.2 ICC および FR と M-FR の相関係数

	成人群 (n= 34)	高齢群 (n= 29)	全体 (n= 63)
検者間再現性 ICC*	0.900	0.933	0.948
検者内再現性 ICC*	0.931	0.957	0.966
FRT [†] と M-FRT [‡] の相関係数	0.912	0.903	0.948

* ICC: Intraclass Correlation, [†]FRT: Functional Reach Test, [‡]M-FRT: Modified Functional Reach Test.

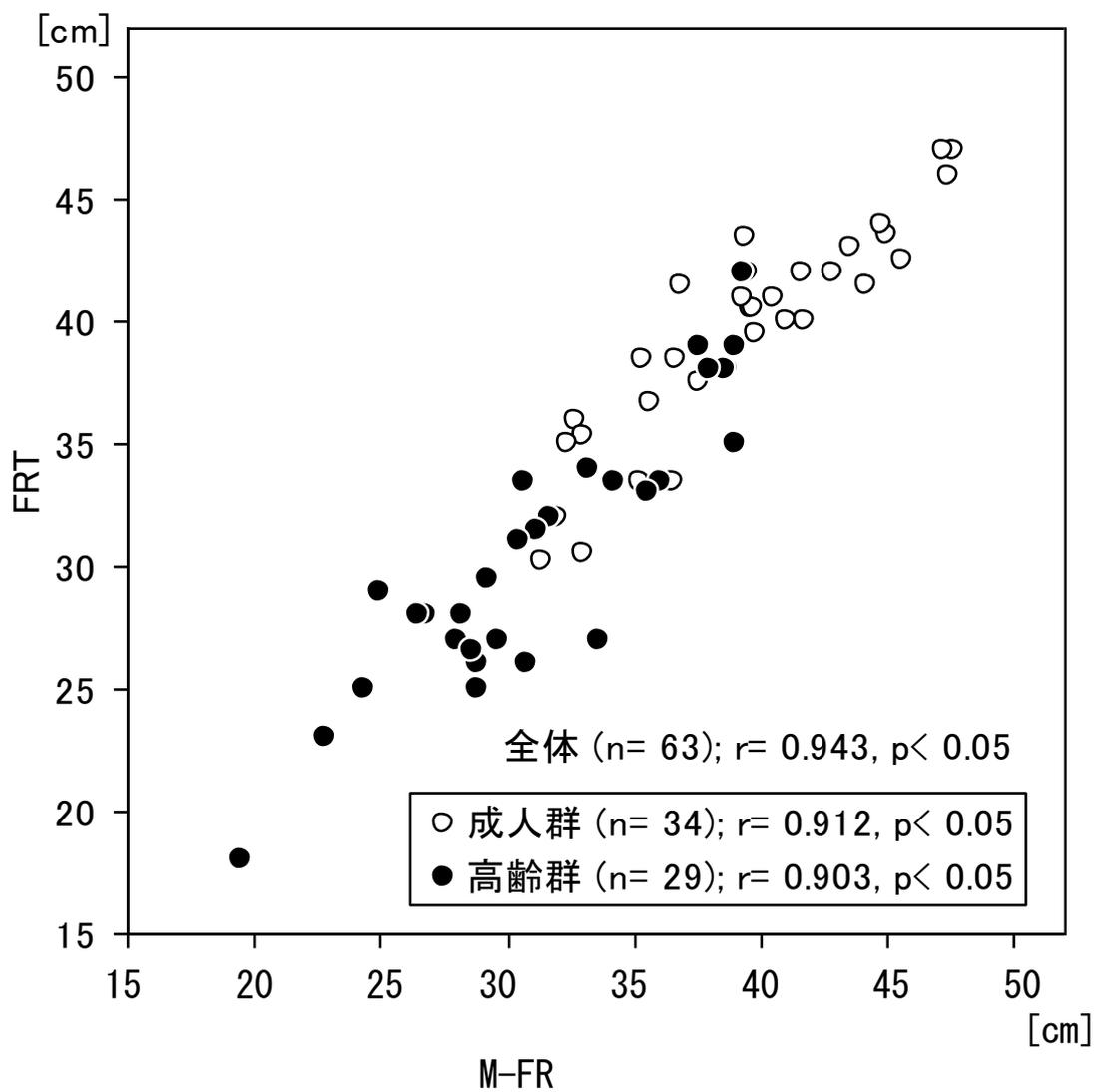


図 3.3 FR 値と M-FR 値の関係

3.3 研究 1-2: M-FR と転倒・歩行自立度との関連

3.3.1 目的

転倒危険性および歩行自立度を判定するカットオフ値を求め、M-FR の予測的妥当性を明らかにすることを目的とした。

3.3.2 対象

対象は 30 秒以上の立位保持が可能で、明らかな荷重関節の整形外科疾患を有さない 65 歳以上の高齢患者の合計 226 名とした。

3.3.3 測定項目および方法

3.3.3.1 転倒歴

転倒歴の調査は、鈴木ら（1999）の先行研究に則り、聴き取り調査にて過去一年間の転倒の有無を調査し、二回以上転倒経験のある対象者を転倒群、転倒経験が二回未満の対象者を非転倒群とした。なお、転倒は、「故意によらず身体バランスを崩し、膝より上の身体の一部が地面や床に触れた場合」と定義した。

3.3.3.2 歩行自立度

歩行自立度の評価には、ADL 評価で用いられる機能的自立度評価（functional independence measure: 以下 FIM）（Granger et al., 1990）の下位項目である移動自立度（Locomotion FIM: 以下 L-FIM）に従い、分類した。すなわち、50 m の平地歩行が完全自立であれば 7 点、修正自立であれば 6 点。対照的に 50 m の平地歩行で監視が必要であれば 5 点、最小介助で 4 点、中等度介助で 3 点、最大介助で 2 点、全介助で 1 点である（里宇ら; 1997）。著者らは、対象者を自立群か、非自立群かを判別するために、50 m の平地歩行が自立できる者を自立群（L-FIM が 6 点以上の者）、監視、もしくは介助が必要な者を非自立群（L-FIM が 5 点以下の者）の二群に分類した。なお、歩行自立度の評価に当たっては、二名以上の理学療法士が判定した。

3.3.3.3 M-FR の測定

第3章の M-FR 測定法（3.2.6, P.47）に準じて施行した。なお、脳卒中片麻痺患者に対しては、非麻痺側で把持するように指示した。測定は二回行い、最大値を採用した。

3.3.3.4 統計学的解析

統計学的手法は、転倒群と非転倒群、歩行の非自立群と自立群のそれぞれで、性別、年齢、身長、体重、M-FR 値を対応のない t 検定を用いて両群で比較した。M-FR は、転倒危険性、および歩行自立度を判別するうえで有用な因子か否かについて受信者動作特性 (Receiver Operating Characteristic; 以下 ROC) 曲線を描き、それぞれの因子の感度・特異度・陽性的中率・陰性的中率・正診率・曲線下面積 (area under the curve: 以下 AUC) を比較した。転倒危険性、歩行自立度を判別する際、M-FR のカットオフ値に関しては、Youden Index を用いて算出した。統計検定の有意水準はいずれも 5%未満とした。

3.4 結果

3.4.1 対象者の抽出

対象者 226 名の年齢は 77.1 ± 7.0 歳（平均値 \pm 標準偏差），身長は 156.5 ± 8.7 cm，体重は 52.3 ± 10.3 kg であった。対象の 136 名（60.2%）は男性，90 名（39.8%）は女性であった。主たる疾病の内訳は心疾患（149 名），脳梗塞，脳出血，パーキンソン病などの中枢神経疾患（20 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（20 名），胸腹部外科術前・術後患者（18 名），呼吸器疾患（12 名），神経筋疾患（2 名），その他（5 名）であった。対象者は L-FIM3 が 1 名，L-FIM4 が 13 名，L-FIM5 が 47 名，L-FIM6 が 56 名，および L-FIM7 が 109 名であった。本対象者 226 名を転倒群（過去一年以内に二回以上転倒した群）（22 名）と非転倒群（204 名）に選別した。また，同じ対象者 226 名を，L-FIM6 と L-FIM7 を合わせた歩行自立群（164 名）と L-FIM5 以下の歩行非自立群（62 名）に選別した（図 3.4）。

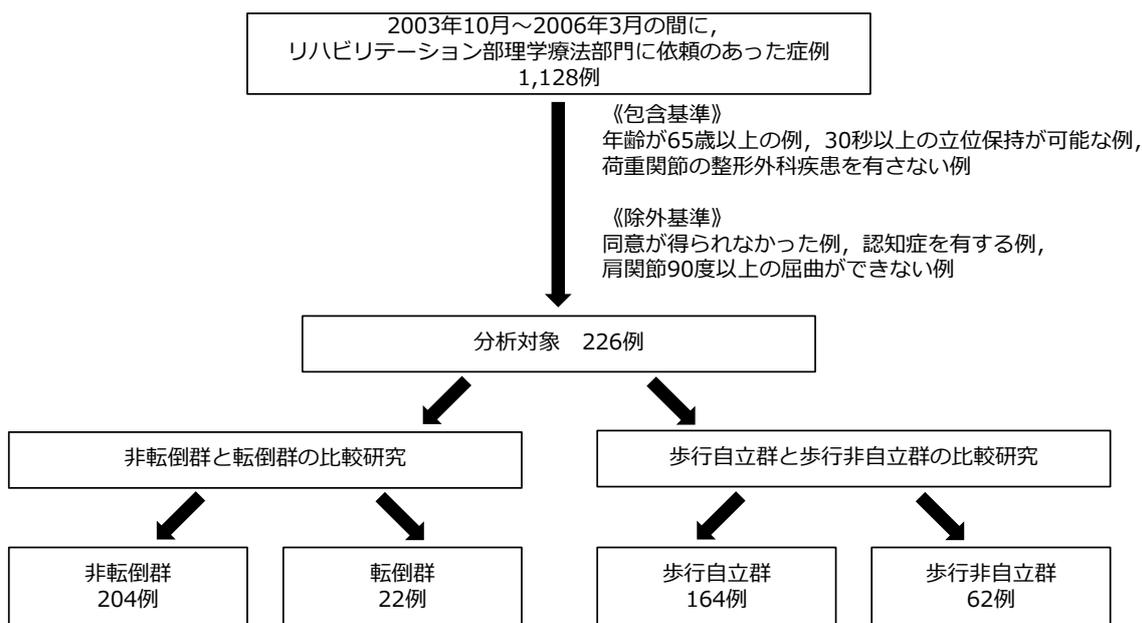


図 3.4 対象者の抽出

3.4.2 非転倒群と転倒群の比較

過去一年以内に二回以上転倒した転倒群（22名）と非転倒群（204名）を比較した。対象者の内訳、および対応のないt検定の結果を表3.3に示す。非転倒群と転倒群の順に、M-FR値は 31.0 ± 7.1 cm（平均値±標準偏差）、 24.1 ± 8.1 cmであり、二群間で有意差があった（ $p < 0.05$ ）。また、年齢でも有意差を認めたが、性別、身長、体重は二群間で有意差がなかった。転倒群を判別する際の感度と特異度を示したROC曲線を図3.5に示す。AUCは0.735であり、M-FRは転倒群を有意に判別することが可能な因子であった（ $p < 0.05$ ）。AUCの上部および左部に縁取る黒線がROC曲線を示す。ROC曲線上の丸印で示す点は、偽陽性度が24.5%、感度が63.6%、特異度が75.5%であり、Youden Index（望月, 2010）が最も高い点であった。この点に相当するM-FR値は26.3 cmであった。M-FR 26.3 cmをカットオフ値とした場合、正診率は74.3%（M-FR 26.3 cmによって、転倒群と非転倒群とに正しく判別されたものの割合）、陽性適中率は21.9%（M-FR 26.3 cm未満の対象者中に占める転倒群の割合）であった。

表 3.3 非転倒群と転倒群*の内訳(N = 226)

	非転倒群 N = 204 (90.3%)	転倒群 N = 22 (9.7%)	p 値
年齢（歳）	76.7 ± 7.1	80.7 ± 4.8	< 0.05
男性 / 女性（N）	122 / 82	14 / 8	0.729
身長（cm）	156.7 ± 8.8	155.5 ± 8.0	0.570
体重（kg）	52.5 ± 10.3	50.2 ± 9.7	0.315
M-FR（cm）	31.0 ± 7.1	24.1 ± 8.1	< 0.05

* 転倒群の選別: 過去一年間における二回以上の転倒がある場合に転倒群としている。

M-FR modified functional reach test

平均値±標準偏差

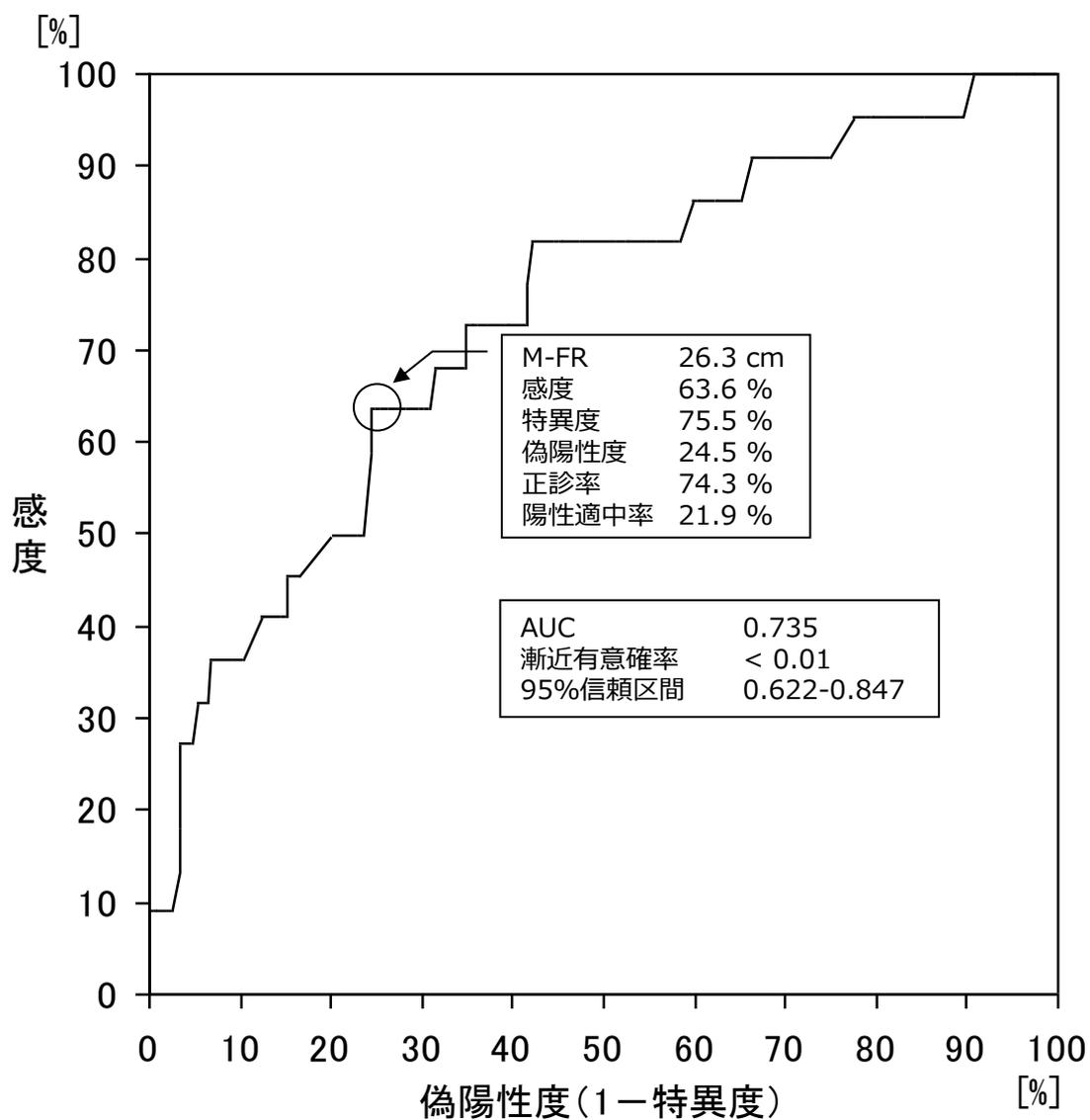


図 3.5 ROC 曲線による転倒危険性の判別精度

3.4.3 M-FR でみた歩行自立群と非自立群の比較

歩行自立群（164名）と非自立群（62名）で比較した。対象者の内訳および対応のないt検定の結果を表3.4に示す。自立群と非自立群の順に、M-FR値は 33.5 ± 5.4 cm（平均値±標準偏差）、 22.0 ± 5.5 cmであり、二群間で有意差があった（ $p < 0.05$ ）。また、性別、年齢、身長、体重でも二群間で有意差を認めた。歩行の自立群を判別する際の感度と特異度を示したROC曲線を図3.6に示す。AUCは0.946であり、M-FRは歩行自立度を有意に判別することが可能な因子であった（ $p < 0.05$ ）。AUCの上部および左部に縁取る黒線がROC曲線を示す。ROC曲線上の丸印で示した点である偽陽性度が12.9%、感度が94.5%、特異度が87.1%であり、Youden Indexが最も高い点であった。この点に相当するM-FR値は26.0 cmであった。M-FR 26.0 cmをカットオフ値とした場合、正診率は92.5%（M-FR 26.0 cmによって、歩行非自立群と自立群とに正しく判別されたものの割合）、陽性適中率は95.1%（M-FR 26.0 cm以上の対象者中に占める歩行自立群の割合）であり、いずれも高値を示した。

表 3.4 歩行の自立群と非自立群*の内訳(N = 226)

	歩行自立群 N = 164 (72.9%)	歩行非自立群 N = 62 (27.4%)	p 値
年齢（歳）	75.8 ± 6.6	80.5 ± 6.9	< 0.05
男性 / 女性（N）	109 / 55	27 / 35	< 0.05
身長（cm）	158.0 ± 8.4	152.7 ± 8.6	< 0.05
体重（kg）	53.7 ± 9.6	48.6 ± 11.2	< 0.05
M-FR（cm）	35.5 ± 5.4	22.0 ± 5.5	< 0.05

* 歩行の自立度: 自立群はL-FIM 6点以上、非自立群はL-FIM 5点以下の症例としている。

M-FR modified functional reach test

平均値±標準偏差

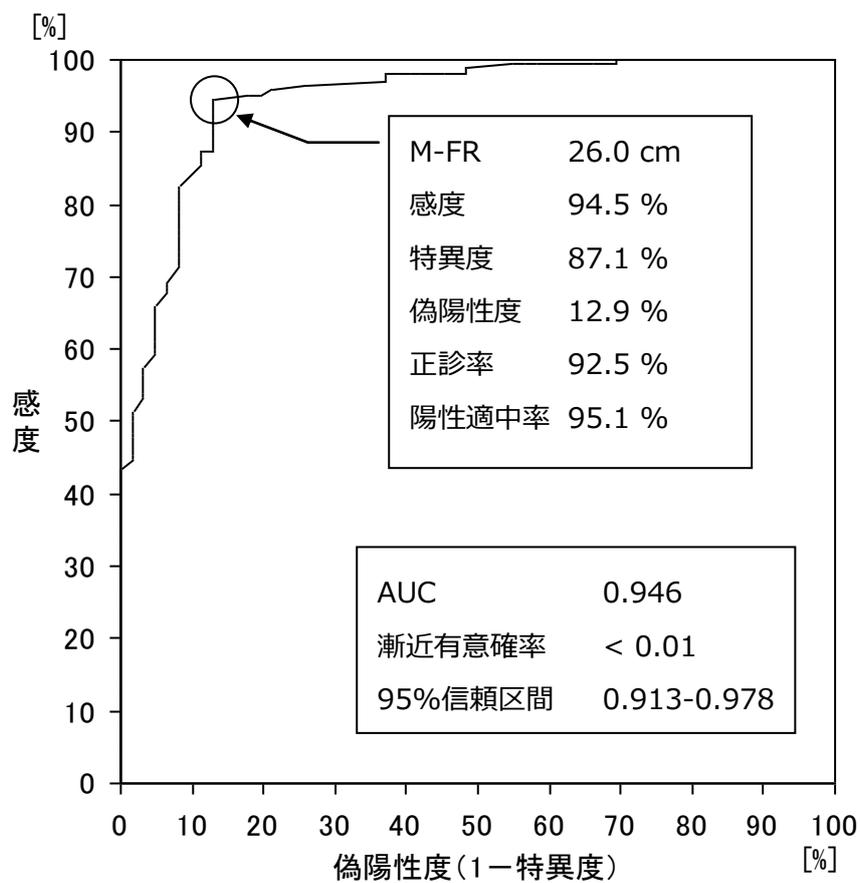


図 3.6 M-FR テストの歩行自立のためのカットオフ値

3.5 考察

転倒要因や歩行自立度を探るバランス評価法には数多くの方法があるが、測定場所や測定時間など、各施設、疾患にあった測定方法を選択し、総合的に評価する必要がある。臨床でバランス評価指標を使用する場合には、短時間で簡便に測定できる方法が実用的と考えられる。しかし、在宅療養者を対象にバランス能力を測定し、転倒との関係を検討した報告は我々の知る限りではない。この理由の一つとしては、在宅で用いることの出来るバランス能力指標が、その測定の再現性や妥当性といった客観性に限界がある、あるいは測定場所が限られること等が考えられる。在宅の医療現場において測定可能で客観的なバランス評価を用いて在宅療養者の転倒との関連を検討した場合、在宅療養している多数の高齢者の転倒予防や歩行自立度に関する情報となりえると考えられる。

そこで今回我々は伸縮可能な指示棒を用いた M-FR を考案した。M-FR の利点は、リーチ動作終了後に測定値を読み取れ、前方リーチ中は患者の転倒予防に専念できるため、検査自体の転倒危険性を軽減することにある。さらに M-FR は測定機器が小さく、簡便かつ在宅療養患者や病棟患者でも比較的場所を選ばずに測定できる。

研究 1-1 は、63 名を対象とし M-FR の検者間再現性と検者内再現性を検討することであった。本測定方法の検者間再現性および検者内再現性はいずれも ICC が 0.900 以上であり、優秀な再現性を有するものと考えられた（桑原ら, 1993）。Franchignoni ら（1998）が行った FR に関する先行研究では、55～71 歳の健常女性 45 名における検者間再現性 ICC (2, 1) は 0.96, 検者内再現性 (1, 2) は 0.86 であったと報告しており、これらは本研究の結果と同等の値を示した。したがって M-FR は FR と同等の再現性を有しているものと考えられた。また高齢患者群でも優秀な ICC が得られたことから、高齢患者を対象とした M-FR の測定値も十分に再現性があるものと考えられた。M-FR 値の基準関連妥当性の検討では FR 値と M-FR 値は有意な正相関を認めた ($r = 0.948, p < 0.05$)。したがって M-FR の基準関連妥当性は問題ないと考えられた。また FR と同等の測定値が得られたことから、M-FR は動的バランス能力を反映する指標となりうることが示された。しかし FR と M-FR は動作様式こそ同様であるものの、M-FR は指示棒を用いる点や、壁に向かった立位で測定する点など FR とは異なる。以上より FR 値と M-FR 値を混合して使用することは避けるべきであり、臨床的有用性を構築するためにも M-FR でのさらなるデータ収集が必要と考えられる。

M-FR の問題点として、伸縮可能な指示棒を用いることから生じる測定限界が挙げられる。アンテナボールペンで測定できるリーチ距離は、物理上 47.6 cm が上限となる。ファンクショナルリーチは年齢・身長を反映する（大熊ら, 2001）ため、若年者かつ、身長が高いものでは測定限界を超えてしまう可能性もあり得る。しかし 47.6 cm という値は、FR の報告（Duncan et al., 1990）でも最大値（対象者は 20～40 歳群の健常者）のリーチ距離に相当しており、一般的にリハビリテーションの多くの対象者は、この前方リーチ距離を下回ることが予測される。したがって M-FR を臨床場面に応用することに影響はないも

のと推測される。

研究 1-2 の目的は M-FR の予測的妥当性を検討するために転倒危険性および歩行自立度を判定するカットオフ値を明らかにすることであった。ROC 曲線を算出した結果、M-FR は転倒危険性および歩行自立度を判別する有用な因子になることが示された。そのカットオフ値は、転倒危険性は 26.3cm、歩行自立度は 26.0cm にて判別できることが明らかとなった。

今回、歩行自立度の判定では高い判別精度を認めたものの、転倒危険性の検定では陽性適中率は 21.9 % であり、易転倒者を予測するには判別精度が乏しいかもしれない。しかし Duncan ら (1992) は転倒リスクの予測指標の境界値を 10 インチ (25.4 cm) と報告しており、本研究の結果 (26.3 cm) に近似した値であった。このカットオフ値の差異 (0.9 cm) は、測定手法や統計手法の違い、あるいは使用している単位の違いが関与している可能性もある。また転倒はバランス能力のみならず、他の身体的因子や環境因子をも含めた多因子が関与しているから、今後さらにデータを蓄積することで、転倒の予測因子として活用することが可能と考えられる。

以上のことから M-FR は転倒危険性や歩行自立度のスクリーニングとして有用であるものと考えられた。M-FR は場所を選ばず、検者間再現性も高く、さらに簡便に歩行自立度を評価できる測定法であり、測定値の扱いも簡単である。この利点を活かし、今後、M-FR を在宅療養している多数の高齢者の転倒予防や、歩行自立度に役立たせることが重要である。

今後の課題としては、M-FR を在宅医療現場や病棟に活用させるため評価の有用性をさらに深める必要がある。つまり M-FR を施行することによって、どれだけ転倒予防に寄与できたか、あるいはより早期に歩行自立に結びつけたか等、縦断的な介入研究が不可欠と考えられる。また、リハビリテーションに関わる様々な職種との連携ツールとして広げることにも必要である。この M-FR を理学療法士だけでなく、病棟看護師や訪問看護師に広めていくことで、リハビリテーションスタッフの共通言語になりえる可能性が高い。そしてこの共通言語が、患者や利用者へ貢献できるものと考えている。

[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 2007; 35: 487-493. (査読有) 掲載済]

第4章 心血管疾患患者における退院時年齢・性別の身体運動機能について【研究2】

4.1 研究背景

CR 対象者の下肢機能は、心機能と同様に運動耐容能と密接に関連し (Suzuki et al., 2004), 退院時 ADL を規定する一要因である (横山ら, 2007)。また, 高齢者の運動機能に着目し, 運動耐容能を向上させる一要因として, バランス能力や歩行能力も関連する可能性がある。したがって, CR 対象者の運動機能指標は重要な評価判定基準であると考えられている。しかし, 健常者や回復期 CR 実施者の年代, 性別の運動機能水準に関する報告は散見されるものの (Izawa et al., 2005; Izawa et al., 2008), 入院期 CR における退院時の運動機能水準については少ない。

本研究の目的は, 独歩にて自宅退院が可能であった心大血管疾患患者の各年代・性別における運動機能水準について明らかにすることである。

4.2 対象

対象は, 2004 年 10 月から 2008 年 9 月の間に, 聖マリアンナ医科大学病院に心大血管疾患で入院し, 急性期 CR プログラムを終了, 独歩にて自宅退院に至った 480 例とした。なお, 後述する運動機能指標の退院時水準値を明らかにするため, 心筋虚血や不整脈など不良な心血管反応が運動の制限因子になっている症例, 重度の呼吸器疾患を有する症例, 片麻痺や荷重関節痛などの運動器疾患や認知症を有する症例については対象から除外した。主たる疾病の内訳は虚血性心疾患 172 例 (35.8%), 心不全 162 例 (33.8%), 冠状動脈バイパス術後 62 例 (12.9%), 弁置換術後 46 例 (9.6%), 大血管疾患 36 例 (7.5%), ペースメーカー埋め込み術後 2 例 (0.4%) であった。

これらの対象者を, 年齢を基準に壮年群 (35~59 歳) の 122 例, 60 歳代の 140 例, 70 歳代の 156 例, および 80 歳代の 62 例に選別し, さらに年代別, 性別の検討を行った (図 4.1)。

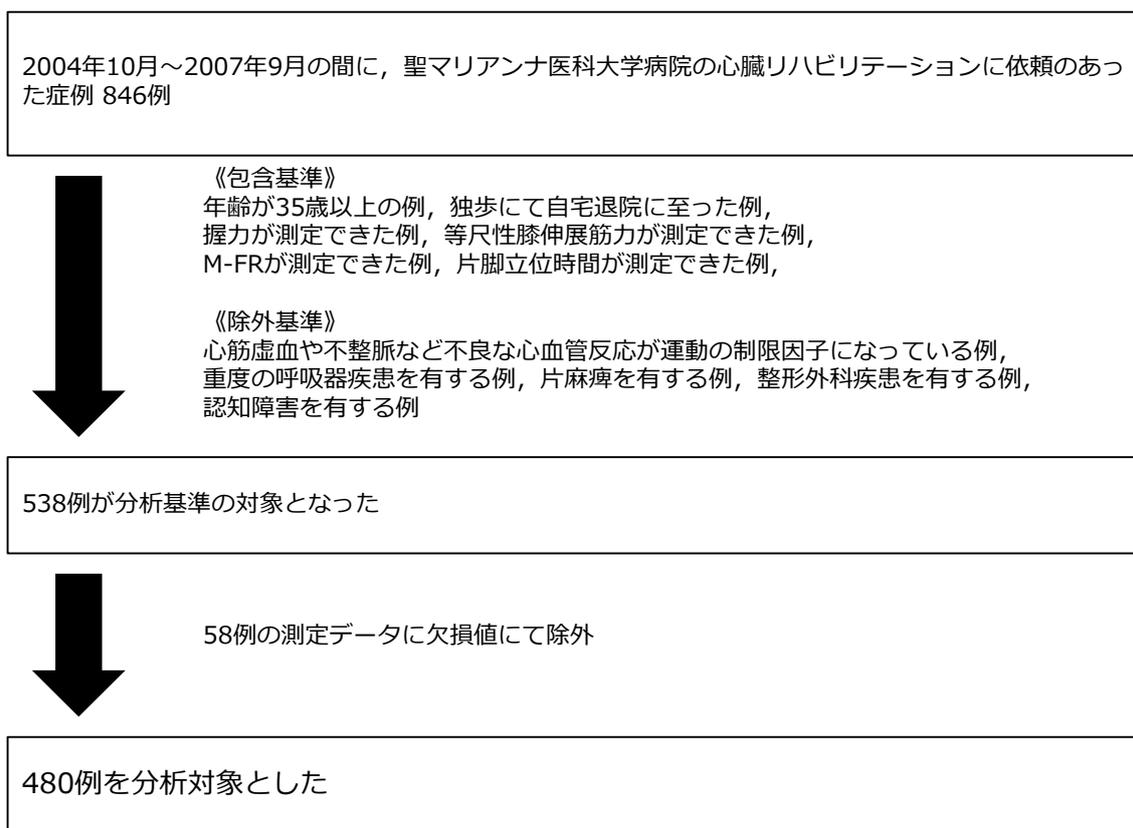


図 4.1 対象者の抽出

4.3 調査・測定項目

4.3.1 基礎疾患及び属性に関する情報

基礎疾患および属性に関する情報は診療記録より調査した。その内容は年齢、性別、診断名である。身長および体重は運動機能測定時に測定し、Body Mass Index（以下BMI）を算出した。

4.3.2 バランス能力

バランス能力の指標は、OLS と M-FR を採用した。

4.3.2.1 片脚立位時間(OLS)の測定

OLS は開眼にて上肢で手すりを保持した姿勢から一侧の下肢を静かに挙上し、さらに両上肢を手すりから離し、検者はできるだけ片足で立ち続けるよう指示した。どちらかの上肢や骨盤が手すりに触れた場合、あるいは支持側以外の下肢が床に触れるまでの時間を測定した。測定時間の上限は60秒とした。

4.3.2.2 M-FR の測定

第3章のM-FR測定法（3.2.6, P.47）に準じて施行した。なお、それぞれの測定は十分な練習を施した後、二回実施し、最高値を採用した。

4.3.3 骨格筋筋力

骨格筋力の指標は、等尺性膝伸展筋力と握力を採用した。

4.3.3.1 等尺性膝伸展筋力の測定

等尺性膝伸展筋力の測定はアニマ社製徒手筋力測定器を用い、加藤ら（2001）が報告した固定用ベルトを用いたHHDによる等尺性膝伸展筋力の測定方法に準じて行った（図4.2）。測定は対象者に端座位で下腿を下垂した膝屈曲90度位をとらせ、3秒間、できるだけ強く膝を伸展するように指示した。測定は左右各脚二回行い、左右の最大値の平均（kgf）を体重（kg）で除した値を算出し、等尺性膝伸展筋力値（kgf/kg）とした。



図 4.2 等尺性膝伸展筋力の測定場面

4.3.3.2 握力の測定

握力測定には、JAMAR 型握力計（Sammons Preston 社製, Bolingbrook, JAMAR Plus）を用いた。握力の測定肢位は、座位、肘関節屈曲 90 度、前腕中間位とし（図 4.3）、測定回数は左右二回とした。我々は、その最高値の左右の平均値を握力値 [kgf] として採用した（Izawa et al., 2004）。筋力測定中のリスク管理としては、心電図モニターにて心電図、心拍数を監視し、終了直後には聴診法によって血圧測定を行った。



図 4.3 握力の測定場面

4.3.4 歩行能力

歩行能力の指標として、10 m の最大歩行速度を採用した。測定は、助走路を設け、計測開始地点のテープを越えた接床から 10 m 先のテープを越えた接床までの時間を測定した。歩行はできるだけ速く歩くよう指導し、二回の計測のうち時間の短い記録を採用した。そして、最大歩行速度 (m/秒) (山崎ら, 1998) を算出した。

4.3.5 統計学的解析

年代・性別の各運動機能指標の水準値を調査するため、正規性の検定として、Kolmogorov-Smirnov 検定を用いた。正規性が保たれている項目については、パラメトリック検定を行い、平均値、およびその標準偏差を求めた。正規性が保たれていない場合は、ノンパラメトリック検定を行い、中央値、およびその四分位偏差を求めた。また、年代・性別の各運動機能指標の差異の検定は、一元配置分散分析、もしくは Kruskal-Wallis 検定を行い、ポストホックテストとして、Scheffé 法を用いた。統計学的有意差判定基準はいずれも、5%未満とした。以上の統計解析にはアプリケーションソフトウェア SPSS 12.0J を用いた。

4.4 結果

対象者の年齢は 66.6 ± 12.0 歳（平均値 \pm 標準偏差）、身長は 161.3 ± 8.3 cm、体重は 58.7 ± 11.7 kg、BMI は 22.4 ± 3.4 kg/m² であった。また、対象の 356 例（74.2%）は男性、124 例（25.8%）は女性であった。なお、入院から測定までの期間は、 25.3 ± 16.7 日であった。

表 4.1 に独歩にて自宅退院に至った心大血管疾患患者 480 例の退院時における年代・性別の運動機能指標の結果を示す。また、図 4.4 には各運動機能指標を年代・性別ごとにグラフ化したものを示した。性別（男/女）ごとの OLS の中央値は壮年群: 60.0/60.0, 60 歳代: 60.0/31.2, 70 歳代: 14.1/13.9, 80 歳代: 5.1/3.5（秒）であった。M-FR の平均値は、それぞれ 40.7/36.8, 37.9/35.7, 36.2/32.0, 33.1/31.6（cm）であった。膝伸展筋力の平均値は、それぞれ 0.67/0.52, 0.62/0.47, 0.51/0.40, 0.44/0.36（kgf/kg）であった。握力の平均値は、それぞれ 41.8/25.6, 36.3/23.6, 31.3/20.0, 25.9/17.2（kgf）であった。また、最大歩行速度の中央値は、それぞれ 2.01/1.83, 1.86/1.74, 1.68/1.39, 1.37/1.06（m/秒）であった。

表 4.1 年代別・性別の身体機能指標

OLS 時間 (秒)						
	症例数	男性群		女性群		p 値
	男性 / 女性	中央値 (四分位偏差)		中央値 (四分位偏差)		
壮年群	100 / 22	60.0	(13.5)	60.0	(14.3)	1.00
60 歳代	110 / 30	60.0	(15.0)	31.2	(25.4)	0.27
70 歳代	106 / 50	14.1	(14.8)	13.9	(8.6)	1.00
80 歳代	40 / 22	5.1	(3.9)	3.5	(2.6)	0.99

M-FR 距離 (cm)						
	症例数	男性群		女性群		p 値
	男性 / 女性	平均値 ± 標準偏差		平均値 ± 標準偏差		
壮年群	100 / 22	40.7	± 4.9	36.8	± 4.8	0.17
60 歳代	110 / 30	37.9	± 5.5	35.7	± 4.9	0.64
70 歳代	106 / 50	36.2	± 5.2	32.0	± 4.7	< 0.01
80 歳代	40 / 22	33.1	± 4.4	31.6	± 4.2	0.99

等尺性膝伸展筋力 (kgf/kg)						
	症例数	男性群		女性群		p 値
	男性 / 女性	平均値 ± 標準偏差		平均値 ± 標準偏差		
壮年群	100 / 22	0.67	± 0.16	0.52	± 0.09	< 0.01
60 歳代	110 / 30	0.62	± 0.15	0.47	± 0.11	< 0.01
70 歳代	106 / 50	0.51	± 0.12	0.40	± 0.11	< 0.01
80 歳代	40 / 22	0.44	± 0.10	0.36	± 0.08	0.73

握力 (kgf)						
	症例数	男性群		女性群		p 値
	男性 / 女性	平均値 ± 標準偏差		平均値 ± 標準偏差		
壮年群	100 / 22	41.8	± 7.9	25.6	± 5.2	< 0.01
60 歳代	110 / 30	36.3	± 6.8	23.6	± 5.4	< 0.01
70 歳代	106 / 50	31.3	± 6.3	20.0	± 4.3	< 0.01
80 歳代	40 / 22	25.9	± 6.3	17.2	± 3.5	< 0.01

最大歩行速度 (m/秒)						
	症例数	男性群		女性群		p 値
	男性 / 女性	中央値 (四分位偏差)		中央値 (四分位偏差)		
壮年群	100 / 22	2.01	(0.17)	1.83	(0.17)	0.07
60 歳代	110 / 30	1.86	(0.18)	1.74	(0.18)	0.09
70 歳代	106 / 50	1.68	(0.21)	1.39	(0.20)	0.07
80 歳代	40 / 22	1.37	(0.24)	1.06	(0.22)	0.08

* OLS の上限: 60 秒としている。

OLS one-leg standing time, M-FR modified functional reach test

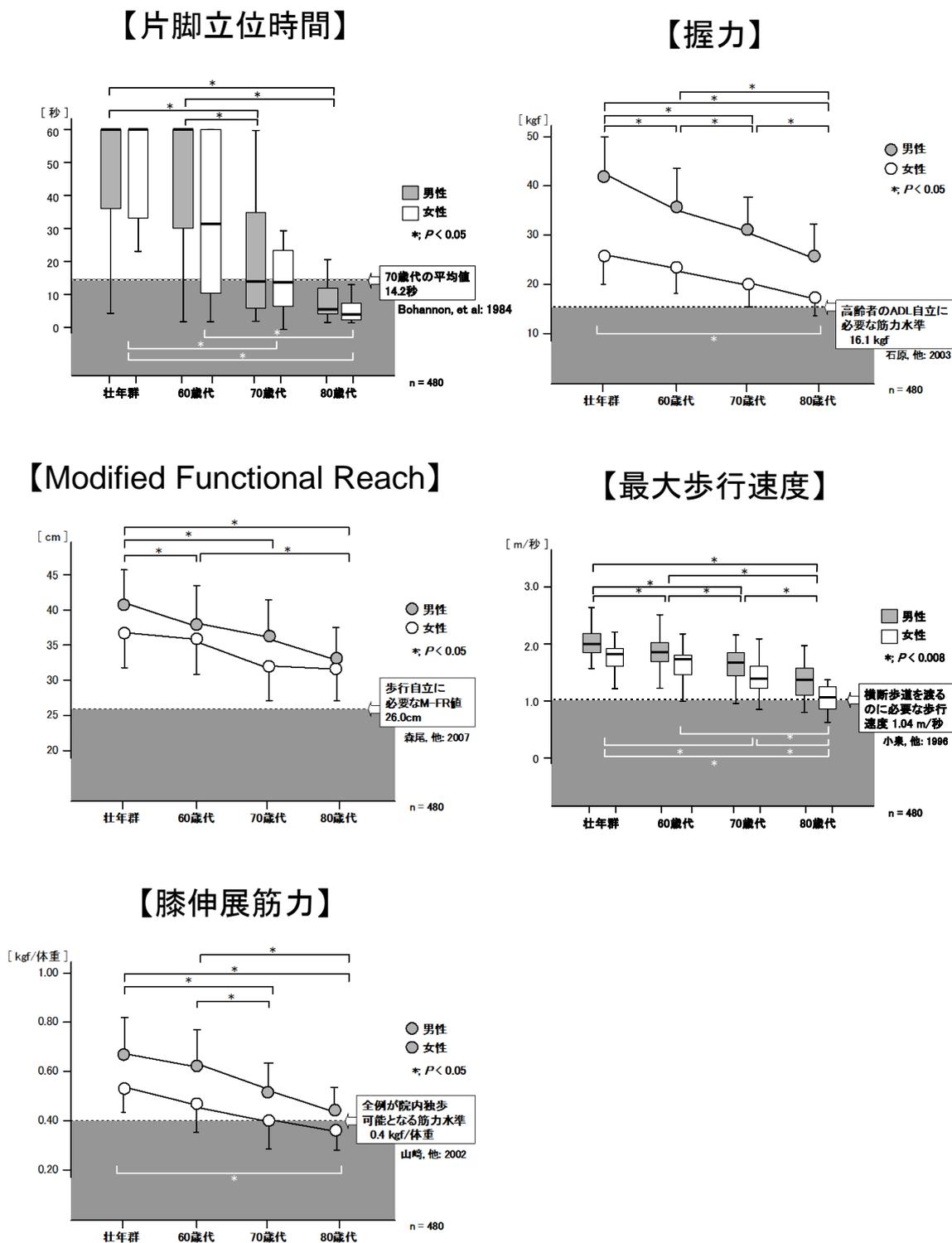


図 4.4 年代・性別の運動機能水準と先行研究との比較

*: $p < 0.05$, †M-FR: modified functional reach test,

§: 正規性は保たれずノンパラメトリックな手法を施した。

‡: 正規性は保たれパラメトリックな手法を施した。

4.5 考察

OLS は、各年代群で男女差を認めず、男性は 60 歳代から 70 歳代にかけて低下し、女性は緩徐に低下する傾向を示した。Bohannon ら (1984) は、健常者の OLS は 70 歳代で 14.2 ± 9.3 秒であったと報告している。本研究との比較では、70 歳代データにおいて、ほぼ同等の結果となり、健常高齢者を対象とした先行研究を支持する結果となった。また、高齢虚血性心疾患患者の ADL を規定する一要因として、OLS やファンクショナルリーチ距離などのバランス機能が報告されており (神谷ら, 2004)、定期的なフォローを実施し、ADL に必要な予備能力を向上することが、課題であると考えられた。

M-FR 値は、70 歳代のみ、男女差があり、他の年代群では男女差は認めなかった。年代別の変化は、男性は壮年群から 60 歳代にかけて低下を示した。しかし、女性は年代とともに緩徐に低下するものの、明らかな有意差を認めなかった。先行研究において我々は、歩行自立に必要な M-FR 値は 26.0cm 以上であることを報告しており (森尾ら, 2007a; 森尾ら, 2007b)、本研究と比較すると、70 歳代女性、および 80 歳代の男女で予備能力が低下していることが確認された。M-FR 値は OLS と同様、歩行能力や転倒危険性を予測する因子であり、他の指標と同様に予備能力を向上する必要がある。

膝伸展筋力は、80 歳代を除く各年代群で男女差を認めた。年代別の変化は、男性は壮年群から 60 歳代にかけて低下を示すのに対し、女性は年代とともに緩徐に低下した。山崎ら (2002) は、膝伸展筋力が 0.40 kgf/kg を上回る全例で院内独歩可能であったと報告している。本研究では、膝伸展筋力は 70 歳代の女性と、80 歳代の男女で 0.40 kgf/kg に近似していることから、予備能力が低いことが確認された。高齢患者において、膝伸展筋力と歩行能力は関連がある (山崎ら, 2002) ことから、容易に歩行能力の低下に帰結されることが予測された。

握力は、全ての年代群で男女差を認めた。年代別の変化は、男性は壮年群から 60 歳代にかけて低下し、女性の低下は緩徐であった。先行研究において、心不全患者における握力の低下は生命予後に関する一要因であることが示されている (Izawa et al., 2009)。また、石原ら (2003) は、高齢者が在宅での自立生活に必要な握力水準は 16.1 kgf であったと報告している。本研究で示された握力と先行研究を比較すると、70 歳代と 80 歳代の女性で予備能力が低いことが確認された。これらのことから、入院期においても厳密なリスク管理のもと、各疾患に応じた握力向上のための上肢トレーニングを推奨すべきと考えられた。

最大歩行速度は、各年代群で男女差を認めなかった。年代別の変化は、男性は全ての群間で年代とともに低下し、女性の低下は緩徐であった。小泉ら (1996) は、横断歩道を青信号点灯中に渡るのに必要な 10m の歩行速度は $0.15 \sim 1.04 \text{ m/秒}$ 、平均で 0.83 m/秒 であったと報告している。本研究で示された最大歩行速度と先行研究を比較すると、80 歳代の男女において予備能力が不足しており、特に女性で顕著であることが確認された。

以上のことから、各運動機能指標において、ADL に必要な予備能力は年代ごとに低下していることが示された。特に、高齢女性ではその影響が顕著であり、急性期の治療を終え、

独歩にて退院した症例でも、退院後にはADLに支障を来す可能性が高いと考えられた。

したがって、高齢心大血管疾患患者に対するCR方策としては、心機能だけでなく、入院期からの運動機能評価が重要であると考えられた。また、回復期において、特に運動機能が低下している症例に対しては、定期的なフォローを実施し、ADLに必要な予備能力を向上する必要がある。

4.6 研究の限界

本研究は、単一施設での結果で、独歩にて自宅退院する患者に限定しており、重篤な合併症を有する症例は対象から除外している。近年、脳血管障害や整形外科疾患などの合併症を有する症例が増えており（西山ら, 2007）、合併症を有している症例に対するデータの蓄積を要する。

4.7 結語

独歩にて自宅退院した心大血管疾患患者の入院期、運動機能水準について検討した。運動機能は、年齢とともに低下し、特に高齢女性では、予備能力の低さが明確となった。これらの結果は、運動機能水準の目標値として運動指導やADL指導に有益な指標と考えられた。以上より、回復期に向けて運動機能水準を客観的に評価することが重要と考えられた。

[森尾裕志, 井澤和大, 渡辺 敏, 他: 心大血管疾患患者における退院時年齢・性別の運動機能指標について. 心臓リハ 2009b; 14: 89-93. (査読有) 掲載済]

第5章 心疾患患者における下肢筋力、立位バランス能力と歩行自立度との関連【研究3】

5.1 研究背景

心疾患患者に対する入院期 CR の目的の一つは、退院後の運動継続を容易にし、ADL の向上につなげることにある（齋藤ら, 2002）。ADL は、その遂行において生活活動の土台となる移動動作などの基本動作が重要であり（福屋ら, 1999）、その中でも ADL の向上には、歩行能力の改善を含んだ CR プログラムの立案、実施が必要となる。また、CR 対象者の高齢化が報告されており（Izawa et al., 2006）、安静による deconditioning を生じやすいことへの留意が必要となる（齋藤ら, 1999）。このため、CR に携わるスタッフは、個々の対象者に適した歩行移動様式を選択する必要がある。

高齢者の歩行能力は認知機能を含んだ身体機能と環境の大きく二つの要因に規定され、身体機能では特に下肢筋力やバランス能力によって影響される（Gehlsen et al., 1990; 眞野ら, 1999）。歩行能力と下肢筋力に関しては、近年、比較的安価で持ち運びも簡便な HHD を用いて下肢筋力を測定し、一定の歩行能力を有するための下肢筋力閾値に関する報告が散見される（加藤ら, 2001; 山崎ら, 2002; 大森ら, 2005; 山崎ら, 2003）。山崎ら（2002）は、運動器疾患のない入院中の虚弱高齢患者を対象として、HHD によって測定される等尺性膝伸展筋力が 0.4 kgf/kg を超える区分では全例が院内連続歩行自立し、一方 0.25 kgf/kg 未満の区分では院内歩行の自立例を認めなかったとし、歩行自立に必要な下肢筋力閾値を報告している。しかし、下肢筋力のみでは歩行自立の判定が困難な筋力範囲があり、このような筋力範囲ではバランス指標を加えることで高い判別精度を得られる可能性が考えられる。

そこで本研究の目的は、高齢心大血管疾患患者を対象にバランス能力の指標として M-FR を測定し、等尺性膝伸展筋力と歩行自立度との関連にバランス能力指標を加えて検討することである。

5.2 方法

5.2.1 対象

対象は30秒以上の開眼立位保持が可能で、明らかな荷重関節の整形外科疾患を有するものを除く65歳以上の心大血管疾患患者217例とした。また、全ての症例はベッドサイドでのCRプログラムを終了している症例とした。年齢は76.8±7.1歳（平均値±標準偏差）、身長は156.8±8.3cm、体重は52.7±10.9kg、BMIは21.3±3.6kg/m²であった。また、対象の136例（62.7%）は男性、81例（37.3%）は女性であった。主たる疾病の内訳は心不全82例（37.8%）、虚血性心疾患57例（26.3%）、冠状動脈バイパス術38例（17.5%）、大血管疾患26例（12.0%）、弁置換術後12例（5.5%）、ペースメーカー埋込み術後2例（0.9%）であった（図5.1）。

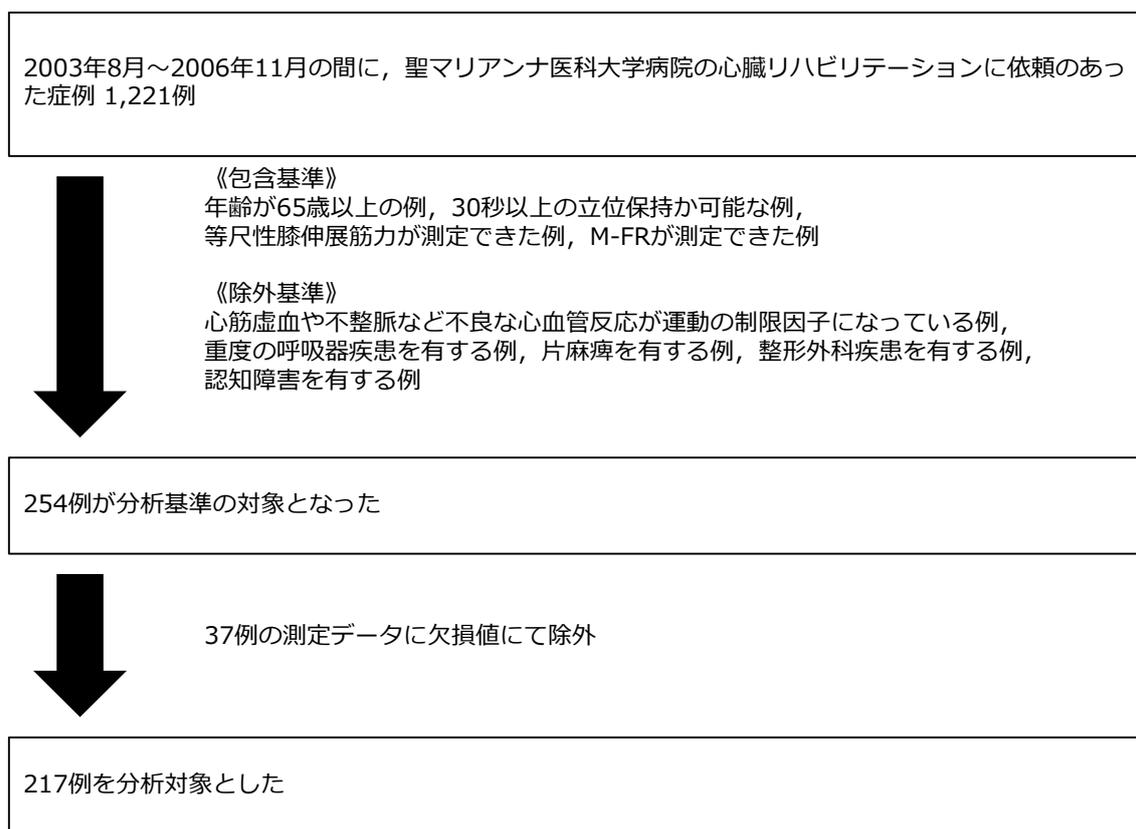


図 5.1 対象者の抽出

5.2.2 歩行自立度の判定

歩行自立度は歩行能力に限定した L-FIM（里宇ら, 1997）に従い、歩行の自立群（L-FIM6 以上の症例）と非自立群（L-FIM5 以下の症例）の二群に選別した。歩行自立度の内訳は L-FIM3 が 2 例, L-FIM4 が 9 例, L-FIM5 が 29 例, L-FIM6 が 55 例, および L-FIM7 が 122 例であった。なお歩行自立度の評価にあたっては、2 名以上の理学療法士が判定した。

5.2.3 バランス能力の測定

バランス能力の指標には M-FR を用いた。第3章の M-FR 測定法（3.2.6, P.47）に準じて施行した。

5.2.4 下肢筋力の測定

下肢筋力の指標は、等尺性膝伸展筋力を用いた。第4章の等尺性膝伸展筋力の測定法（4.3.3.1, P.61）に準じて施行した。

5.2.5 統計学的検討

統計学的解析には SPSS 12.0J を使用した。統計学的手法は、歩行の自立群と非自立群のそれぞれで、年齢、身長、体重、M-FR 値を対応のない t 検定、性別は χ^2 検定を用いて両群で比較した。M-FR は、歩行自立度を判別するうえで有用な因子か否かについて ROC 曲線を描き、それぞれの因子の感度・特異度・陽性的中率・陰性的中率・正診率・AUC を算出した。次に、歩行自立を判別する歳の M-FR のカットオフ値に関しては、Youden Index を用いて算出した。

等尺性膝伸展筋力と M-FR との関連をみるためにピアソンの相関係数を用いた。また、M-FR 値、および等尺性膝伸展筋力値と歩行自立度との関連をみるために、歩行の自立群と非自立群が混在している等尺性膝伸展筋力水準が 0.4 kgf/kg 以上の症例を A 群、0.2 kgf/kg 以上から 0.4 kgf/kg 未満の症例を B 群、0.2 kgf/kg 未満の症例を C 群の三群に選別した。さらに、歩行自立度の判別が困難な B 群を対象とし、得られた M-FR のカットオフ値で選別し、その際の正診率および陽性的中率を求めた。統計学的有意差判定の基準はいずれも 5%未満とした。

5.3 結果

本研究中、対象者の転倒、およびモニター心電図上 1mm 以上の ST 区分の上昇、低下ならびに新たな不整脈の出現は認めなかった。

5.3.1 M-FR を指標とした歩行自立群と非自立群の比較

歩行の自立群は 177 例 (82.7%)、非自立群は 40 例 (18.7%) であった。自立群と非自立群の内訳と対応のない t 検定、および χ^2 乗検定の結果を表 5.1 に示す。自立群と非自立群の順に、M-FR 値は 31.3 ± 4.8 cm (平均値 \pm 標準偏差)、 23.7 ± 4.1 cm であり、二群間で有意差があった ($p < 0.01$)。また、性別、年齢、身長、体重、BMI でも二群間で有意差を認めた ($p < 0.01$)。歩行の自立群を判別する際の感度、特異度、偽陽性度を示した ROC 曲線を図 5.2 に示す。AUC は 0.955 であり、M-FR は歩行自立度を有意に判別することが可能な因子であった ($p < 0.01$)。ROC 曲線上の丸印で示す点は、偽陽性度が 17.5%、感度が 96.0%、特異度が 82.5% であり、Youden Index が最も高い点であった。この点に相当する M-FR 値は 26.0 cm であった。

全症例 217 例で M-FR 26.0 cm をカットオフ値とした場合、正診率は 93.5% (M-FR 26.0 cm によって、歩行非自立群と自立群とに正しく判別されたものの割合)、陽性適中率は 96.0% (M-FR 26.0 cm 以上の対象者中に占める歩行自立群の割合) であった。

表 5.1 歩行自立群と歩行非自立群の内訳

	歩行自立群 N = 177 (81.6%)	歩行非自立群 N = 40 (18.4%)	p 値
年齢 (歳)	76.1 \pm 6.8	80.2 \pm 7.5	< 0.01
男性 / 女性 (N)	121 / 56	15 / 25	< 0.01
身長 (cm)	158.1 \pm 7.9	151.1 \pm 8.1	< 0.01
体重 (kg)	54.3 \pm 9.7	45.6 \pm 11.4	< 0.01
BMI (kg/m ²)	21.7 \pm 3.034	19.8 \pm 4.0	< 0.01
等尺性膝伸展筋力 (kgf/kg)	0.47 \pm 0.14	0.27 \pm 0.07	< 0.01
M-FR (cm)	34.4 \pm 5.4	23.7 \pm 3.9	< 0.01

* 歩行の自立度: 自立群は L-FIM 6 点以上、非自立群は L-FIM 5 点以下の症例としている。

BMI body mass index, M-FR modified functional reach test

平均値 \pm 標準偏差

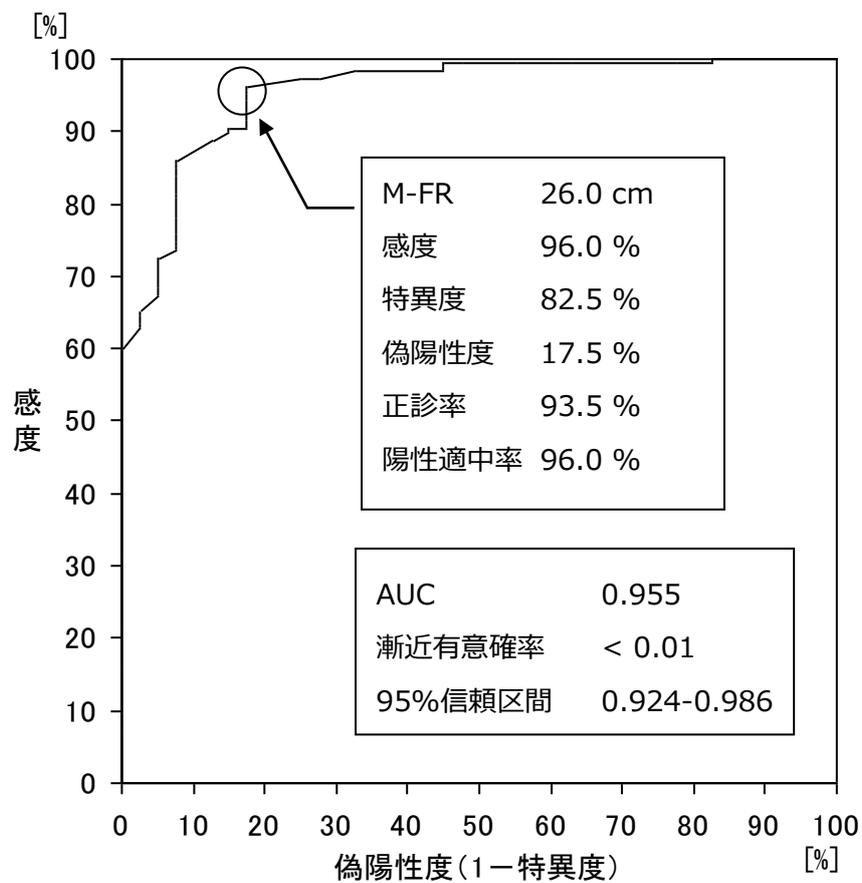


図 5.2 ROC 曲線による歩行自立度の判別精度

5.3.2 等尺性膝伸展筋力および M-FR と歩行自立度の関連

等尺性膝伸展筋力と M-FR で得られた前方リーチ距離を図 5.3 に示す。等尺性膝伸展筋力は M-FR と有意な正相関を認めた ($r=0.663$, $p<0.01$)。等尺性膝伸展筋力が 0.4 kgf/kg を超える A 群 (123 例) では全例が歩行自立していたのに対し、B 群以下の区分では筋力の低下にしたがって自立例が減少し、C 群 (8 例) の 0.2 kgf/kg を下回る症例では全例が、歩行自立に至らなかった。B 群 (86 例) は歩行自立群 (51 例) と非自立群 (30 例) が混在している境界域であった。B 群における歩行自立群の割合は 62.8% であった。

次に、全 217 例中歩行自立度の判別が困難な B 群の 86 例を対象とし、前述で得られた M-FR のカットオフ値を 26.0 cm として、さらに選別した。その結果、歩行の自立群と非自立群が混在する B 群でも、M-FR は歩行自立度を有意に判別することが可能であった ($p<0.01$)。なお、正診率は 90.7%，陽性適中率は 91.1% であった。

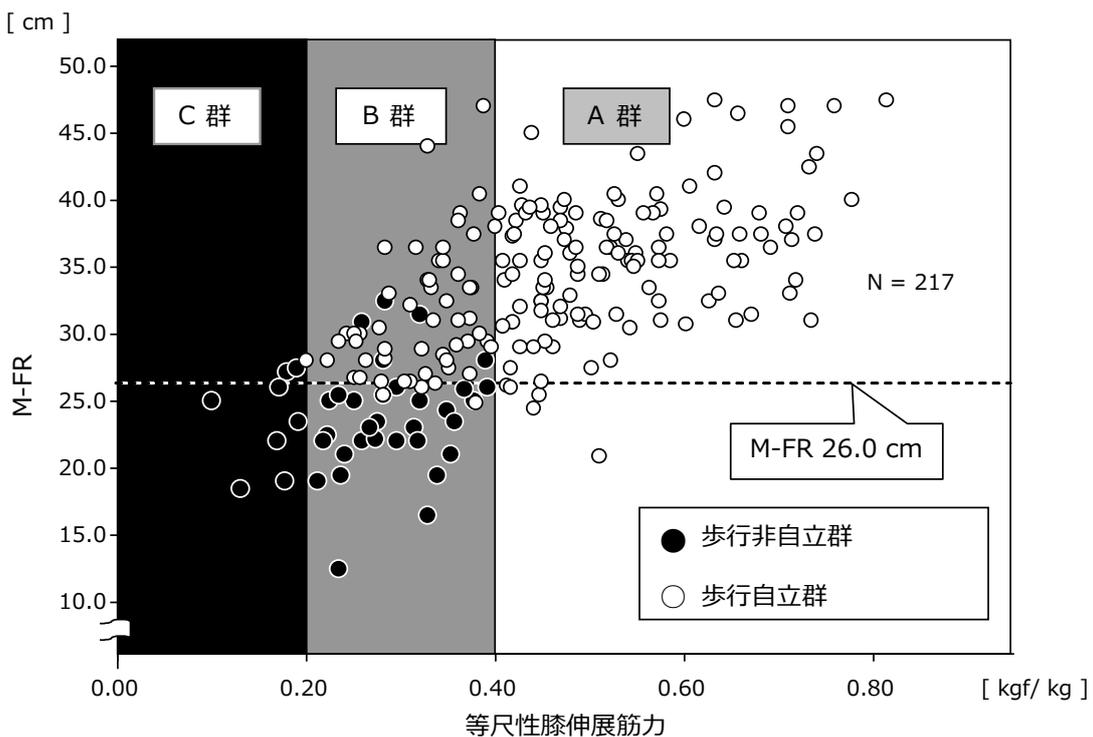


図 5.3 等尺性膝伸展筋力区分と M-FR の関係

- A 群: 等尺性膝伸展筋力が 0.4 kgf/kg 以上の症例である。
- B 群: 等尺性膝伸展筋力が 0.2 kgf/kg 以上, 0.4 kgf/kg 未満の症例である。
- C 群: 等尺性膝伸展筋力が 0.2 kgf/kg 未満の症例である。
- M-FR: modified functional reach test

5.4 考察

本研究では、M-FR の予測的妥当性を検討するために歩行自立度を判定するカットオフ値を求めた。ROC 曲線を算出した結果、M-FR は歩行自立度を有意に判別することが可能な因子であることが示された。M-FR 26.0 cm をカットオフ値とした場合、感度、特異度、陽性適中率、および正診率はいずれも高値を示した。このことから M-FR は歩行自立度のスクリーニングとして有用であり、そのカットオフ値は 26.0cm で歩行自立度を判別できることが明らかとなった。

FR の先行研究で Duncan ら (1992) はロジスティック解析にて転倒リスクの予測指標のカットオフ値を 10 インチ (25.4 cm) と報告しており、本研究の結果と概ね一致した値であった。このカットオフ値の差異 (0.6 cm) は、「転倒」と「歩行自立度」という目的変数の違い、測定手法や統計手法の違い、あるいは使用している単位の違いが関与しているものと考えられた。

また、M-FR と等尺性膝伸展筋力の関連については有意な正相関を認めた ($r = 0.663, p < 0.01$)。このことから、M-FR は等尺性膝伸展筋力の影響を受けている可能性が示唆された。等尺性膝伸展筋力区分で検討すると、等尺性膝伸展筋力が 0.4 kgf/kg を超える A 群では全例が歩行自立に至ったが、それ以下の区分では筋力低下にしたがって自立例が減少し、0.2 kgf/kg を下回る C 群では全例が歩行自立に至らなかった。これらの結果は、山崎ら (2003) の先行研究を支持する結果となった。一方、等尺性膝伸展筋力区分が 0.2~0.4 kgf/kg の B 群は対象者 217 例中 86 例存在していた。B 群は歩行の自立群と非自立群が混在している境界域にあたり、下肢筋力だけでは歩行自立度の判定は困難であると考えられた。そこで、この境界域の 86 例に対して M-FR のカットオフ値を 26.0 cm とし、さらに選別すると、62.8%だった正診率が 90.7%まで改善し、かつ陽性適中率も 94.5%と高値を示した。

高齢の虚血性心疾患患者を対象とした先行研究で、神谷ら (2004) は ADL を低下させる要因として陳旧性心筋梗塞合併とバランス能力の指標である FR 値が有意な因子であったことを報告している。このことから、歩行自立度を評価するためには、等尺性膝伸展筋力だけでなく、M-FR 等での前方リーチ距離の評価が重要であることが示された。また、等尺性膝伸展筋力水準が境界域で歩行自立に至っている症例は、M-FR 値の高値を示すことから、下肢筋力水準が中等度の症例が歩行の自立を獲得するためには、バランス能力などの代償が必要であることが示された。

さらに、下肢筋力水準が 0.2 kgf/kg を下回った症例では M-FR も低値であり、全例が歩行自立に至らなかった。つまり等尺性膝伸展筋力水準が 0.20 kgf/kg を下回る症例は、バランス能力低下の因子より下肢筋力低下の因子が強いと考えられ、バランストレーニングや歩行などの有酸素トレーニング自体が転倒リスクや心負荷を高めることが予測される。このような高齢かつ虚弱な症例に対しては、下肢筋力トレーニングや deconditioning の改善を中心に実施する方が、より安全に、かつ早期に歩行自立に導けるものと考えられる。しかし、

この方策はあくまで想定にすぎず、トレーニング効果を主眼においた縦断的な介入研究が今後の課題である。

5.5 結語

歩行自立度を判別するためのM-FRのカットオフ値は26.0 cmであった。また、下肢筋力評価のみでは歩行自立度の判別が困難な症例に対しても、M-FRを併用することで90.7%の正診率が得られた。以上のことから、下肢筋力評価のみならず、M-FR値を測定することで歩行自立度を推測できると考えられた。

[森尾裕志, 井澤和夫, 渡辺 敏, 他: 高齢心大血管疾患患者における下肢筋力, 前方リーチ距離と歩行自立度との関連について. 心臓リハ 2007; 12: 113-117. (査読有) 掲載済]

第6章 心疾患患者における運動耐容能に関わる身体機能指標の相互関係【研究4】

6.1 研究背景

CRの予期しうる効果として、運動耐容能の改善、症状軽減、健康関連QOLの改善等が挙げられている(Wenger et al., 1995)。中でも運動耐容能を推測するための指標であるPeak $\dot{V}O_2$ は、生命予後の独立予測因子の一つである(Mancini et al., 1991)。したがって、運動耐容能をいかに改善できるかがCRを施行する上での一つの課題となる。社会的な背景として心大血管疾患患者の著しい高齢化が報告されているが(Izawa et al., 2006)、一般的に加齢に伴い骨格筋筋力(平澤ら, 2004)やバランス能力、歩行能力(金ら, 2000)、および運動耐容能(Ades et al., 2006)などの運動機能は低下する。そのため、高齢心大血管冠疾患患者に対するCRの一方策として、運動耐容能を向上するためのプログラムの検討が必要である。

そこで、本研究は運動耐容能に関わる運動機能指標の相互関係を明らかにし、高齢群と壮年群での適合モデルを検討することで、年齢を考慮したCRの方策について提案することを目的とした。

6.2 対象および調査・測定項目

6.2.1 対象

対象は、2005年10月から2007年9月の間に、聖マリアンナ医科大学病院ハートセンターにおいて急性心筋梗塞発症または心臓外科手術後に、急性期CRプログラムを終了、かつ発症または術後1ヵ月時点においてCPX、ならびに測定に際し同意が得られた心疾患患者108例（平均年齢62.8歳）である。主たる疾病の内訳は虚血性心疾患74例（68.5%）、冠状動脈バイパス術24例（22.2%）、弁置換術後10例（9.3%）であった。これらの対象者を高齢群（65歳以上）と壮年群（35～64歳）の二群に選別し、検討した（図6.1）。

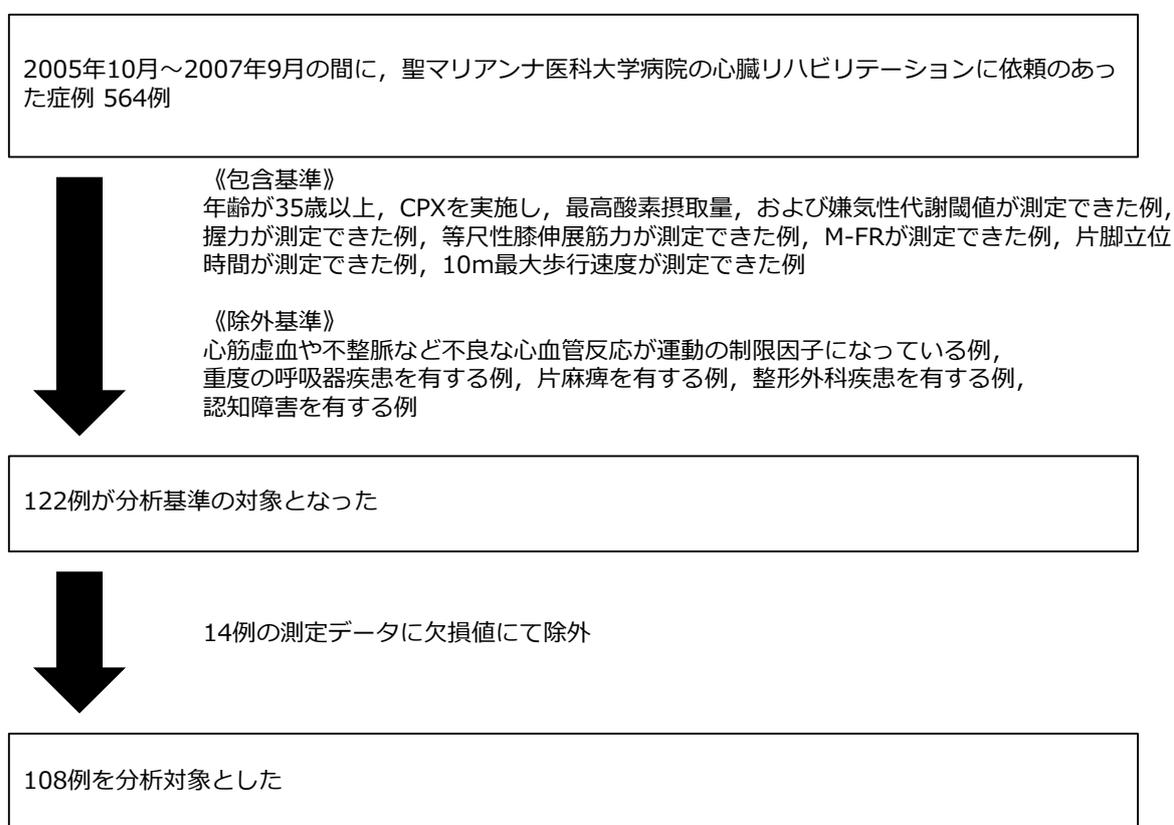


図 6.1 対象者の抽出

6.2.2 調査・測定項目

6.2.2.1 基礎疾患及び属性に関する情報

基礎疾患および属性に関する情報は診療記録より調査した。その内容は年齢、性別、左室駆出率（left ventricular ejection fraction: 以下 LVEF）である。身長および体重は CPX 時に測定し、BMI を算出した。

6.2.2.2 運動耐容能

運動耐容能の指標は、Peak $\dot{V}O_2$ と AT とし、これらは CPX より求めた。運動負荷にはトレッドミルによる当院のランプ負荷プロトコルを用い（Izawa et al., 2000）、呼気ガスの測定にはミナト医科学社製 aero monitor 300S にて行った（Izawa et al., 2004）。なお後述する運動機能指標との関連を明確にするため、運動負荷試験を心筋虚血や不整脈など不良な心血管反応にて終了した症例、呼吸器疾患を有する症例については対象から除外した。

6.2.2.3 骨格筋筋力

骨格筋力の指標は、握力と等尺性膝伸展筋力を採用した。

6.2.2.3.1 握力の測定

第4章の握力の測定法（4.3.3.2, P.62）に準じて施行した。

6.2.2.3.2 等尺性膝伸展筋力の測定

第4章の等尺性膝伸展筋力の測定法（4.3.3.1, P.61）に準じて施行した。

6.2.2.4 バランス能力

バランス能力の指標は、片脚立位時間（OLS）と前方リーチ距離（M-FR）を採用した。

6.2.2.4.1 片脚立位時間(OLS)の測定

第4章の OLS の測定法（4.3.2.1, P.60）に準じて施行した。

6.2.2.4.2 M-FR の測定

第3章の M-FR 測定法（3.2.6, P.47）に準じて施行した。

6.2.2.5 歩行能力

歩行能力の指標として、10m の最大歩行速度と歩幅を採用した。

6.2.2.5.1 最大歩行速度の測定

第4章の歩行能力の測定（4.3.4, P.63）に準じて施行した。

6.2.2.5.2 歩幅の測定

歩幅は10m最大歩行速度測定時に計測した歩数（歩）をもとに、10mを歩数（歩）で除した値を算出した（大森ら, 2016; 多田ら, 2018; Morio et al., 2019）。なお10m最大歩行速度の測定は二回行い、所要時間の短い測定での歩数を採用した。

6.1.1 統計処理

Peak $\dot{V}O_2$, $\dot{V}O_2$ at AT, 握力, 膝伸展筋力, M-FR, 片脚立位時間, 歩行速度, 歩幅の各変数間の関連性を検討するために、ピアソンの相関係数を求めた。なお、統計学的判定の基準は5%とした。また、運動耐容能に対して筋力, バランス能力, 歩行能力に関わるという仮説モデルを検証するため、多重指標モデルを用いた共分散構造分析（田部井, 2001; 小塩, 2004）を行った。仮説モデルは高齢群と壮年群でそれぞれ設定し、モデル適合度にはGFI, AGFI, RMR, CF, NFI, RMSEAを用いた。モデル修正は、パス係数の有意性, 修正指数（Amos 5.0J）に基づいて行い、モデル修正に伴うモデル適合度の変化はAICによって確認した。GFIおよびAGFIは、推定された共分散構造分析と標本分散行列とのくいちがいの程度により適合度を示し、これらの値が1に近いときに良い当てはまりを示す。また、RMRの値は0に近いほど良い当てはまりを示す。回帰分析では、GFIは重相関係数, AGFIは自由度調整済みの重相関係数に対応する。CFIおよびNFIは、モデルが独立モデルと飽和モデルを結ぶ直線上の位置により適合度を示し、1に近いときに良い当てはまりを示す。RMSEAは、モデルの複雑さによる見かけ上の適合度の上昇を調整する適合度指標の一つである。0.08以下であれば適合度が高いとされており、0.10以上であればモデルを採択すべきではないとされている。AICは相対的なモデルの良さを示す指標であり、モデル間の比較に適している（金ら, 2000; 田部井, 2001; 小塩, 2004）。以上の統計解析にはアプリケーションソフトウェアAmos 5.0JおよびSPSS 12.0Jを用いた。

6.3 結果

表 6.1 に高齢群 (57 例) と壮年群 (51 例) の対象者の属性と各指標の平均値を示した。高齢群では壮年群に比べて、LVEF を除く各指標で有意に低値を示した。

表 6.2 は高齢群と壮年群における、各測定指標の間の相関係数を示したものである。高齢群において Peak $\dot{V}O_2$ と各運動機能指標との間には有意な相関関係が認められた。壮年群では $\dot{V}O_2$ と握力、膝伸展筋力、歩行速度、歩幅との間に有意な相関関係が認められた。しかし、Peak $\dot{V}O_2$ と M-FR、片脚立位時間の間には有意な相関関係は認められなかった。

図 6.2 および図 6.3 には、筋力、バランス能力、歩行能力が運動耐容能に影響するという因果モデルについての共分散構造分析結果を高齢群、壮年群別に示した。

表 6.1 対象の属性および身体運動機能指標

	高齢群		壮年群		p 値
症例数 (男性 / 女性)	57	(38 / 19)	51	(45 / 6)	
年齢 (歳)	71.1	± 5.0	53.5	± 9.2	< 0.01
BMI (kg/m ²)	22.5	± 3.0	24.3	± 3.2	< 0.01
LVEF (%)	58.2	± 13.9	52.6	± 14.7	0.09
身体運動機能指標					
Peak $\dot{V}O_2$ (ml/kg/分)	20.9	± 4.8	25.4	± 5.6	< 0.01
$\dot{V}O_2$ at AT (ml/kg/分)	16.9	± 3.6	18.6	± 4.5	0.03
握力 (kgf)	34.1	± 10.4	41.8	± 8.2	< 0.01
膝伸展筋力 (kgf/kg)	0.57	± 0.15	0.70	± 0.17	< 0.01
M-FR (cm)	7.3	± 4.9	42.2	± 4.9	< 0.01
OLS 時間 (秒)	24.5	± 8.4	29.7	± 1.6	< 0.01
歩行速度 (m/秒)	1.9	± 0.4	2.1	± 0.4	< 0.01
歩幅 (cm)	77.7	± 10.6	84.8	± 9.2	< 0.01
基礎疾患 (N)					
心筋梗塞	37		37		
冠動脈バイパス術後	14		10		
弁置換術後	6		4		

BMI body mass index, LVEF left ventricular ejection fraction, $\dot{V}O_2$ oxygen uptake, M-FR modified functional reach test, OLS one-leg standing time, 平均値±標準偏差

高齢群のモデル適合度指標は、GFIは0.921、AGFIは0.817、RMRは1.592、RMSEAは0.047を示し、因果モデルは十分な適合であると判断された。歩行能力→運動耐容能間のパス係数は0.43、筋力→歩行能力間のパス係数は0.35、バランス能力→歩行能力間のパス係数は0.57を示し、統計的に有意な因果関係を示した ($p < 0.05$)。また、筋力、バランス能力、歩行能力、運動耐容能の潜在変数とそれぞれを構成する各観測変数との間には、0.50~1.05といずれも統計的に有意なパス係数が示された ($p < 0.05$)。さらに、筋力とバランス能力の二変数は共変動であり、0.83の相関係数が導かれた (図 6.2)。

壮年群では、GFIは0.952、AGFIは0.857、RMRは1.986、RMSEAは0.044を示し、高齢群の因果モデル同様に十分な適合であると判断された。筋力→運動耐容能間のパス係数は0.61、筋力→歩行能力間のパス係数は0.42を示し、統計的に有意な因果関係が示された ($p < 0.05$)。なお、バランス能力は、どの潜在変数とも統計的に有意ではなく、因果モデルから削除された (図 6.3)。

表 6.2 高齢群と壮年群における各測定指標間の相関係数

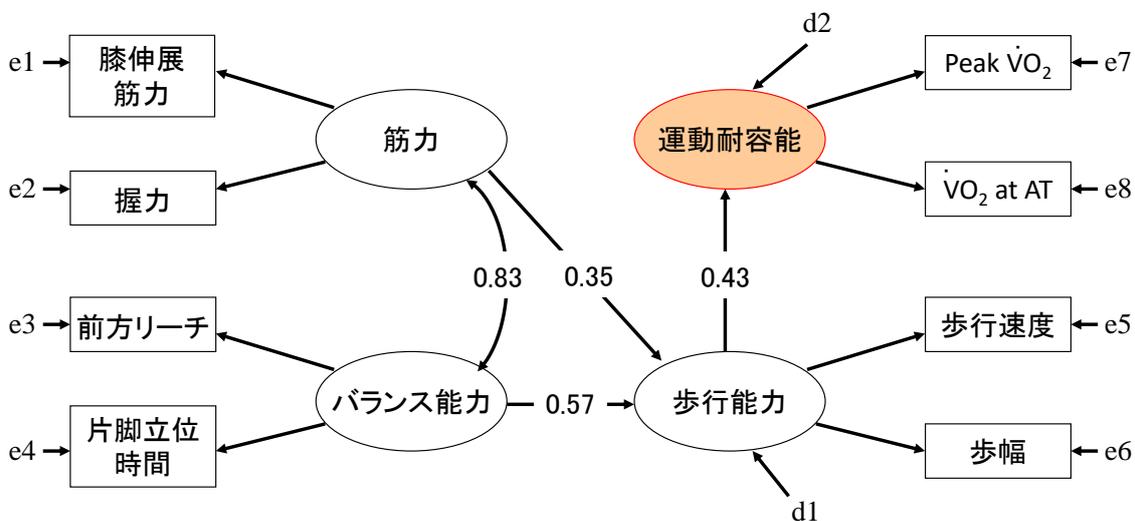
高齢群

	年齢							
Peak $\dot{V}O_2$	-0.433 **	Peak $\dot{V}O_2$						
$\dot{V}O_2$ at AT	-0.326 *	0.897 **	$\dot{V}O_2$ at AT					
握力	-0.348 **	0.479 **	0.328 *	握力				
膝伸展筋力	-0.226	0.363 **	0.305 *	0.676 **	膝伸展筋力			
M-FR	-0.300 *	0.370 **	0.130	0.583 **	0.345 **	M-FR		
OLS	-0.437 **	0.316 *	0.316 *	0.446 **	0.354 **	0.276 *	OLS	
歩行速度	-0.383 **	0.423 **	0.353 **	0.608 **	0.591 **	0.481 **	0.414 **	歩行速度
歩幅	-0.340 **	0.477 **	0.414 **	0.709 **	0.579 **	0.580 **	0.498 **	0.809 **

壮年群

	年齢							
Peak $\dot{V}O_2$	-0.396 **	Peak $\dot{V}O_2$						
$\dot{V}O_2$ at AT	-0.284 *	0.863 **	$\dot{V}O_2$ at AT					
握力	-0.279 *	0.309 *	0.221	握力				
膝伸展筋力	-0.062	0.515 **	0.320 *	0.397 **	膝伸展筋力			
M-FR	-0.270	0.239	0.178	0.230	0.196	M-FR		
OLS	-0.066	0.127	0.119	-0.031	0.155	0.043	OLS	
歩行速度	-0.149	0.281 *	0.274	0.173	0.251	0.208	0.056	歩行速度
歩幅	-0.186	0.382 **	0.428 **	0.273	0.301 *	0.285 *	0.125	0.773 **

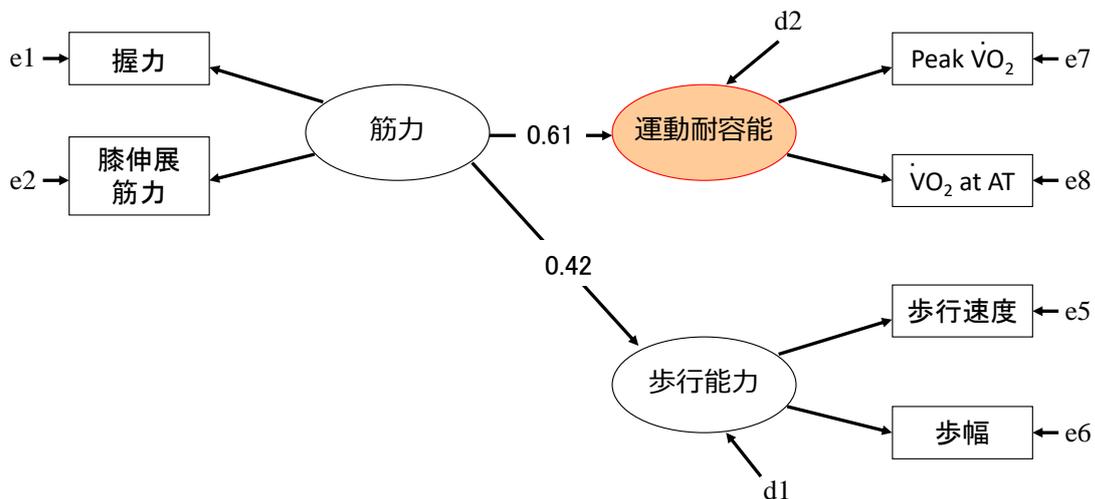
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, $\dot{V}O_2$ oxygen uptake, AT anaerobic threshold, M-FR modified functional reach test, OLS one-leg standing time



(GFI=0.921, AGFI=0.817, RMR= 1.592, AIC=120.335, RMSEA=0.047, CFI=0.983, NFI=0.921)

図 6.2 高齢群における運動耐容能と身体運動機能指標の関連性の検討

運動耐容能には、歩行能力が関わる。



(GFI=0.952, AGFI=0.857, RMR= 1.986, AIC=72.907, RMSEA=0.044, CFI=0.992, NFI=0.959)

図 6.3 壮年群における運動耐容能と身体運動機能指標の関連性の検討

運動耐容能には、筋力などの末梢因子が関わる。

6.4 考察

本研究では、因果モデルを総合的に検討するために、共分散構造分析を行った。その結果、運動耐容能に関わる運動機能指標は高齢群と壮年群で異なることが示された。壮年群においては、「筋力」の増減要因が「運動耐容能」に直接的に関わるのに対し、高齢群の場合、「バランス能力」と「筋力」が、「歩行能力」を介して「運動耐容能」に間接的に影響することが明らかとなった。筋力低下やバランス能力の低下が要因で、歩行能力や運動耐容能が制限されることは先行研究で報告されており（山崎ら, 1994; 松永ら, 2003; Izawa et al., 2004; 森尾ら, 2007b), CR プログラム遅延例を防ぐためにも、早期から個々の症例に応じた個別プログラムの立案が必要とされている（高橋ら, 2001)。今回の研究結果は、これらの先行研究を裏付ける結果となったが、本研究で得られた知見として、高齢群で運動耐容能向上には、歩行能力の向上が必要であり、その要因として筋力とバランス能力の改善が必要であることが示唆された。以上のことは、筋力やバランス能力の低下によって歩行能力や運動耐容能が制限される可能性を示唆しており、高齢群の CR プログラム施行に際しては、筋力、バランス能力の把握とともにその維持増強が重要であると考えられた。しかし、本研究では、運動機能以外の運動耐容能に関わる要因については言及できておらず、今後はそれらを踏まえた検討が必要と考えられる。

6.5 本研究の限界

本研究で採用した CPX のプロトコールはトレッドミルを使用したものであり、全対象者がトレッドミルでの歩行が可能であった。また、歩行能力と運動耐容能の評価様式が同じ「歩行」であり、運動耐容能に対する分析バイアスが少なからず生じた可能性がある。

6.6 結語

高齢群では、筋力やバランス能力の低下によって歩行能力や運動耐容能が制限される可能性があることから、高齢群の CR プログラム施行に際しては、筋力、バランス能力の把握とともにその維持増強が重要であると考えられた。

[森尾裕志, 井澤和夫, 渡辺 敏, 他: 心疾患患者における運動耐容能に関わる運動機能指標の相互関係について; 高齢群および壮年群での検討. 心臓リハ 2008; 13: 299-303. (査読有) 掲載済]

第7章 心血管疾患患者における身体運動機能と再入院率との関連【研究5】

7.1 研究背景

高齢者人口の増加は、様々な内部障害、特に心疾患患者の増加を意味している。高齢者が心疾患を患い長期入院に至ればADLは低下し、患者にとってのみならず医療経済的な側面からも問題となる。さらに、エビデンス不足、安全性とコストの問題から高齢者に対する医療提供は難しいものとなっている（秋下, 2012）。このような背景を踏まえ、理学療法士には高齢者、および心不全患者の増加に対し、いかに再入院のリスクを捉えられるかが現在の課題といえる。CRの予期しうる効果として、運動耐容能の改善、症状軽減、健康関連QOLの改善等が挙げられている（Wenger et al., 1995）。中でも運動耐容能を推測するための指標であるPeak $\dot{V}O_2$ は、生命予後の独立予測因子の一つであるとされている（Mancini et al., 1991）が、高齢者に対してCPXを施行するのは難しい。他に、理学療法士が行える手段として、身体運動機能評価があり、CPXに代わるものとして実施されている（渡辺ら, 2017）。

そこで、本研究では、CRプログラムを実施後退院した高齢心疾患患者を対象として、再入院に関わる因子を、身体運動機能指標から明らかにすることを目的とした。

7.2 対象

対象者は2006年10月から2014年9月の間に、聖マリアンナ医科大学病院に心大血管疾患で入院し、急性期CRプログラムを行い終了した者のうち、①年齢が65歳以上の例、②独歩にて自宅退院に至った例、③身体運動機能の測定が実施できた例の3つの全てを満たす者とした。除外基準は、片麻痺、運動器疾患、および認知症を有する例、退院後の観察ができない例とした。

7.3 方法

研究方法は後ろ向きコホートデザインである。観察期間は退院日からとし、退院後一年以内に再入院した者としなかった者の間で退院時の患者は意見因子を比較した。なお再入院の定義は、退院してから新たに発症した心筋梗塞ならびに心不全の増悪による入院と定義した。

7.3.1 患者背景因子

基礎疾患および属性、身体運動機能指標の情報を調査した。基礎疾患および属性は、退院時の情報を調査し採用した。調査した内容は、年齢、性別、BMI、診断名、LVEF（%）、geriatric nutritional risk index（以下GNRI）、脳性ナトリウム利尿ペプチド（BNP）（pg/ml）、血中ヘモグロビン濃度（g/dl）、アルブミン値（g/ml）、C反応性蛋白（mg/dl）である。

7.3.2 身体運動機能

身体運動機能は、前回入院時の急性期治療を終え、状態が安定した退院前の情報を採用した。調査項目は、握力、等尺性膝伸展筋力、OLS 時間、M-FR 距離、歩行速度である。

各測定に際しては症例に対するリスク管理のもと、必要な場合は測定前後や測定中の心電図モニタリングや血圧測定を実施した。

7.3.2.1 握力

第4章の握力の測定法（4.3.3.2, P.62）に準じて施行した。

7.3.2.2 等尺性膝伸展筋力

第4章の等尺性膝伸展筋力の測定法（4.3.3.1, P.61）に準じて施行した。

7.3.2.3 片脚立位時間(OLS)

第4章の OLS の測定法（4.3.2.1, P.60）に準じて施行した。

7.3.2.4 M-FR

第3章の M-FR 測定法（3.2.6, P.47）に準じて施行した。

7.3.3 歩行能力

歩行能力の指標として、10m の最大歩行速度を採用した。測定は、第4章の歩行能力の測定（4.3.4, P.63）に準じて施行した。

7.3.4 統計学的解析

男性群と女性群に選別し、退院後一年以内の心臓関連再入院の有無により、非再入院群と再入院群に分けた。シャピロ・ウィルク検定でデータの正規性を確認したのち、両群の基本情報および身体機能の結果を、 χ^2 検定、対応のない t 検定、Mann-Whitney の U 検定を用いて検討した。次いで、退院後一年以内の再入院への影響の強さを検討する目的で、退院後一年以内の再入院の有無を従属変数（再入院あり：1，再入院なし：0）とし、退院時の患者背景因子、および身体運動機能指標を独立変数として、ステップワイズ法によるロジスティック回帰分析を行い検討した。

次に、ロジスティック回帰分析で抽出された独立因子の予測精度を比較することを目的として、ROC 曲線を描き、それぞれの因子の感度・特異度・陽性的中率・陰性的中率・正診率・AUC を比較した。この際、各因子のカットオフ値に関しては、Youden Index を用いて算出した。

最後に、再入院が発生するまでの時間的な変数を含めて分析するため、Kaplan-Meier 法で算出し、Log-rank 検定にて検討した。その際、抽出された各因子のカットオフ値を基に二群に分けて、各群における再入院発生率の群間比較を行った。診療録の最終観察時期は2018年9月とした。再入院および死亡をイベントと定義し、データ入力に際して、退院日からイベント発生までの期間を「生存期間」に割り当てた。「打ち切り」については、「打ち切り」を1、「打ち切りなし」を0とした。一年以上のイベントがなく観察できたものは、最後に確認できた日数を「生存期間」とし「打ち切り：0」とした。一年以内に心臓関連疾患でイベントが発生したものはイベント発生までの日数を「生存期間」に入力し、「打ち切り：0」とした。また、一年以内に心臓関連疾患以外でイベントが発生したものはイベント発生までの日数を「生存期間」に入力し、「打ち切り：1」とした。最後に退院してから一年以上経過し、イベントの発生がなく、2018年9月時点まで観察が継続できたものは最後に観察ができた日数を「生存期間」に入力し、「打ち切り：1」とした。なお全ての統計解析はSPSS 25.0 Statistics (IBM 社製) を用い、有意水準を5%未満で判定した。

7.4 結果

本研究の対象者は435例（男性群308例，女性群127例）であった（図7.1）。男性の再入院群は46例（14.9%）であり，非再入院群に比べ，年齢は高く，OLSで低値を示した。一方，女性の再入院群は27例（21.3%）であり，非再入院群に比べ，OLS，M-FR，歩行速度で低値を示した（表7.1）。

ロジスティック回帰分析の結果，男性群における再入院に関わる因子は年齢のみが抽出された。ROC曲線から算出したカットオフ値は75歳であり，再入院予測のAUCは0.67であった。また，75歳以上か否かで分割した際の一年以内の再入院率は有意差を認め（Log-rank; $p < 0.01$ ），75歳以上で再入院率が高まる結果となった（表7.2）。一方，女性群では，M-FRと歩行速度が再入院に関わる因子として抽出された。M-FRと歩行速度のカットオフ値は，それぞれ28.5 cm，1.31 m/秒であり，一年以内の再入院予測のAUCは0.64と0.67であった（表7.3）。また，Kaplan-Meier法で算出した一年以内の再入院率に有意差を認めた（M-FR; $p < 0.01$ ，歩行速度; $p < 0.01$ ）（表7.4）。

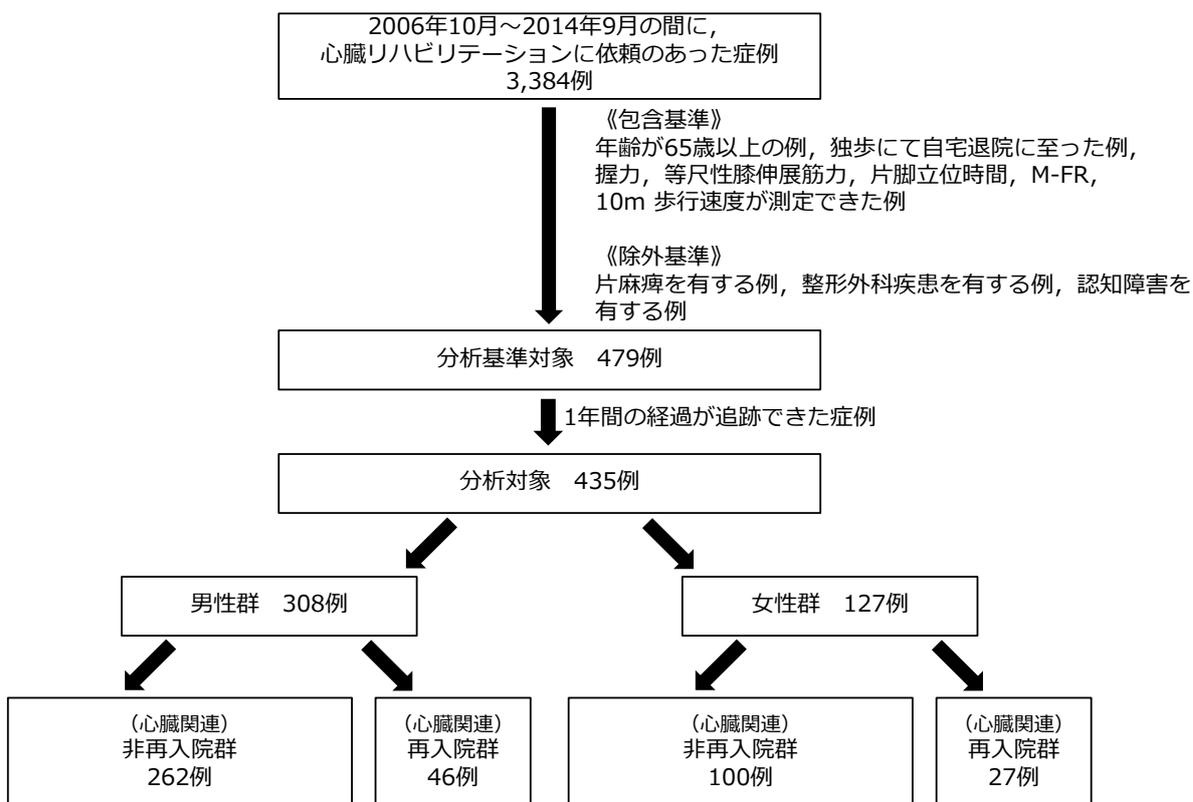


図 7.1 対象者の抽出

表 7.1 対象の属性および身体運動機能の内訳(N = 435)

項目	男性群, N = 308		女性群, N = 127		p 値
	再入院群, N = 46	非再入院群, N = 262	再入院群, N = 27	非再入院群, N = 100	
年齢, 歳 ^{a)}	76.8 ± 5.9	74.1 ± 6.4	74.0 ± 6.1	74.9 ± 6.6	0.52 ^{c)}
BMI ^{a)}	22.1 ± 2.5	22.1 ± 2.9	23.3 ± 3.6	21.7 ± 3.1	0.06 ^{c)}
LVEF, % ^{a)}	44.8 ± 16.3	49.4 ± 15.2	49.0 ± 15.8	48.5 ± 15.9	0.89 ^{c)}
GNRI ^{a)}	93.7 ± 5.8	95.0 ± 6.0	96.2 ± 6.6	93.6 ± 6.1	0.06 ^{c)}
BNP, pg/mL ^{b)}	264.9 (352.8)	298.8 (214.3)	399.9 (312.2)	295.5 (240.6)	0.47 ^{d)}
血中ヘモグロビン濃度, g/dL ^{a)}	11.9 ± 1.9	11.6 ± 1.8	11.7 ± 1.7	11.4 ± 2.2	0.49 ^{c)}
アルブミン値, g/mL ^{a)}	3.6 ± 0.4	3.7 ± 0.3	3.8 ± 0.4	3.7 ± 0.4	0.19 ^{c)}
C反応性蛋白, mg/dL ^{b)}	0.47 (0.98)	0.63 (0.99)	0.55 (0.72)	0.61 (1.21)	0.09 ^{d)}
握力, kgf ^{a)}	27.1 ± 7.5	29.2 ± 7.7	17.0 ± 4.6	17.0 ± 5.6	0.94 ^{c)}
等尺性膝伸展筋力, kgf/kg ^{a)}	0.48 ± 0.12	0.52 ± 0.13	0.35 ± 0.12	0.38 ± 0.10	0.25 ^{c)}
OLS, 秒 ^{b)}	9.6 (28.4)	22.0 (53.8)	3.4 (4.6)	13.1 (26.9)	< 0.01 ^{d)}
M-FR, cm ^{a)}	34.2 ± 5.2	35.2 ± 5.8	28.5 ± 6.8	32.0 ± 5.1	0.01 ^{c)}
歩行速度, m/秒 ^{a)}	1.55 ± 0.34	1.67 ± 0.38	1.18 ± 0.38	1.37 ± 0.37	0.03 ^{c)}
基礎疾患, N (%)					
虚血性心疾患	13	93	5	34	
心不全	23	72	17	27	
心臓術後	10	92	3	37	
その他	0	5	0	2	

BMI body mass index, LVEF left ventricular ejection fraction, GNRI geriatric nutritional risk index, BNP brain natriuretic peptide, OLS one-leg standing time, M-FR modified functional reach test

a) 平均値±標準偏差 b) 中央値 (四分位範囲) c) 対応のないt-検定 d) Mann-Whitney のU検定

表 7.2 男性群における再入院の予測に関する因子

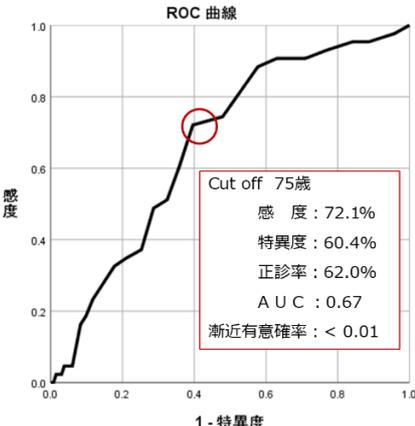
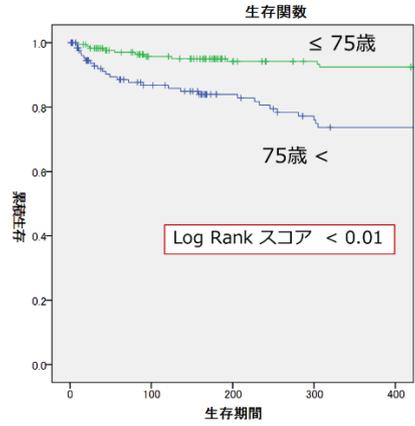
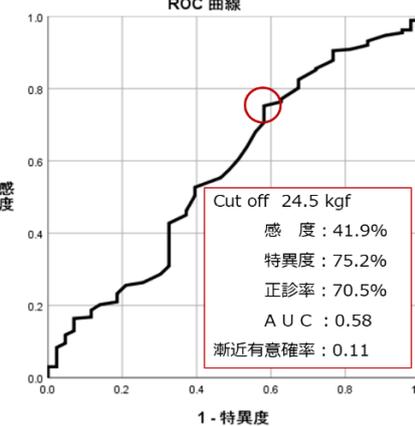
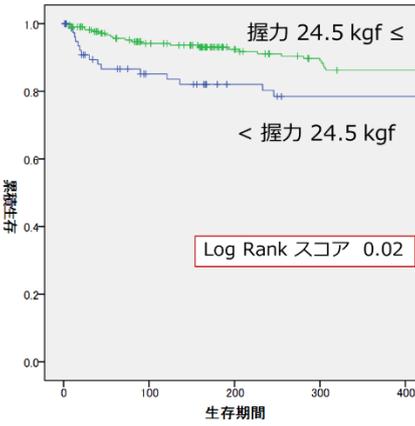
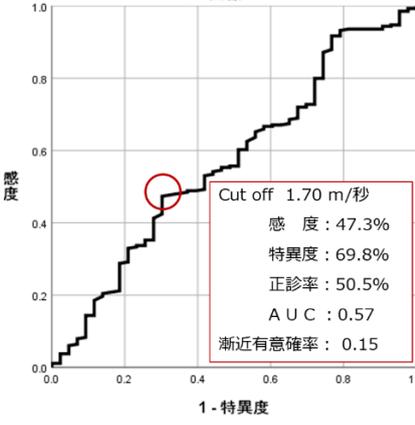
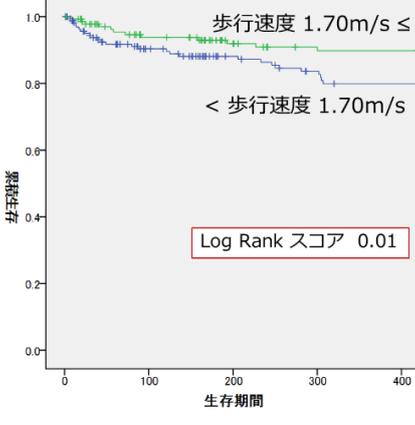
	ROC 曲線	再入院発生比較
年齢	 <p>ROC 曲線</p> <p>感度</p> <p>1 - 特異度</p> <p>Cut off 75歳</p> <p>感度：72.1%</p> <p>特異度：60.4%</p> <p>正診率：62.0%</p> <p>AUC：0.67</p> <p>漸近有意確率：< 0.01</p>	 <p>生存関数</p> <p>≤ 75歳</p> <p>75歳 <</p> <p>Log Rank スコア < 0.01</p> <p>累積生存</p> <p>生存期間</p> <p>(75歳以上か未満で分類した二群間比較)</p>
握力	 <p>ROC 曲線</p> <p>感度</p> <p>1 - 特異度</p> <p>Cut off 24.5 kgf</p> <p>感度：41.9%</p> <p>特異度：75.2%</p> <p>正診率：70.5%</p> <p>AUC：0.58</p> <p>漸近有意確率：0.11</p>	 <p>生存関数</p> <p>握力 24.5 kgf ≤</p> <p>< 握力 24.5 kgf</p> <p>Log Rank スコア 0.02</p> <p>累積生存</p> <p>生存期間</p> <p>(24.5 kgf 以上か未満で分類した二群間比較)</p>
歩行速度	 <p>ROC 曲線</p> <p>感度</p> <p>1 - 特異度</p> <p>Cut off 1.70 m/秒</p> <p>感度：47.3%</p> <p>特異度：69.8%</p> <p>正診率：50.5%</p> <p>AUC：0.57</p> <p>漸近有意確率：0.15</p>	 <p>生存関数</p> <p>歩行速度 1.70m/s ≤</p> <p>< 歩行速度 1.70m/s</p> <p>Log Rank スコア 0.01</p> <p>累積生存</p> <p>生存期間</p> <p>(1.70 m/秒以上か未満で分類した二群間比較)</p>

表 7.3 女性群における再入院の予測に関する因子

	ROC 曲線	再入院発生比較
M-FR	<p>ROC 曲線</p> <p>感度</p> <p>1 - 特異度</p> <p>Cut off 28.5cm</p> <p>感度 : 73.8%</p> <p>特異度 : 56.0%</p> <p>正診率 : 70.3%</p> <p>AUC : 0.64</p> <p>漸近有意確率 : 0.03</p>	<p>生存関数</p> <p>FR 28.5 cm ≤</p> <p>< FR 28.5 cm</p> <p>Log Rank スコア 0.03</p> <p>生存率</p> <p>生存期間</p> <p>(28.5cm 以上か未満で分類した二群間比較)</p>
歩行速度	<p>ROC 曲線</p> <p>感度</p> <p>1 - 特異度</p> <p>Cut off 1.31m/秒</p> <p>感度 : 58.8%</p> <p>特異度 : 76.0%</p> <p>正診率 : 70.3%</p> <p>AUC : 0.64</p> <p>漸近有意確率 : < 0.01</p>	<p>生存関数</p> <p>歩行速度 1.31m/s ≤</p> <p>< 歩行速度 1.31m/s</p> <p>Log Rank スコア < 0.01</p> <p>生存率</p> <p>生存期間</p> <p>(1.31m/秒以上か未満で分類した二群間比較)</p>

表 7.4 各群における再入院の予測に関する因子(N = 435)

	カット オフ値	感度, %	特異度, %	陽性 的中率, %	陰性 的中率, %	正診率, %	AUC	p 値
男性群, N = 308 年齢, 歳	75	72.1	60.4	22.8	93.0	62.0	0.67	< 0.01
女性群, N = 127 M-FR, cm	28.5	73.8	56.0	34.1	87.4	70.3	0.64	0.03
歩行速度, m/秒	1.31	58.8	76.0	31.1	90.9	62.2	0.67	< 0.01

AUC area under the curve, M-FR modified functional reach test, p 漸近有意確率

7.5 考察

本研究は、一年以内の再入院に関わる因子について、身体運動機能に着目し分析を行った。性差による身体運動機能水準差異の影響を除去するため、本研究では対象者を男女に分けて調査、検討することとしている。

心臓関連再入院に関する因子について、男性群では非再入院群に比し、年齢が高く、OLSは低値を示す結果となった。ロジスティック解析ではOLSは抽出されはしなかったものの、女性群でも同様の結果がみられており、バランス能力指標が再入院率に関わるといふ知見は非常に興味深い結果となった。Matsuzawaら(2019)は、診察室ベースで行える身体運動機能評価として、OLSの有用性を示しており、簡便にできるスクリーニングとして期待できるとしている。OLSの欠点としては、70歳以降の減衰率が著しく、40歳代の平均値を100%とした場合、80歳代のOLS時間は5~6%まで低下する(Bohannon et al., 1984)ことが挙げられる。したがって、OLSのみで身体運動機能の推移を観察することは、変化に追従できない可能性があり、注意が必要かもしれない。

一方、女性群で、再入院の可能性を高める指標の一つとして、M-FRが抽出された。M-FRもOLS同様に立位バランス能力の指標であるとされているが、筆者は加齢に伴うM-FR値の減衰率はOLSほど顕著ではないと考えている。第4章【研究2】でも40歳代の平均値(36.8 cm)を100%とした場合、80歳代のM-FR(31.6cm)は85~86%までにしか低下しておらず、OLSに比べて減衰率は緩徐であるといえる。したがって、長期にわたって身体運動機能を観察するツールとしては、M-FRの方が適しているのかもしれない。

本研究の男性群では再入院群と非再入院群の間で年齢以外の有意差を認めず、M-FRで再入院の危険性を予測することは難しい結果となった。本研究対象者の男性再入院群の平均歩行速度が1.55 m/秒であったことを鑑みると、身体運動機能は比較的保たれていた母集団であった可能性がある。Dumurgierら(2009)は、男性で歩行速度が1.50 m/秒(女性で1.35 m/秒)を下回ると、総死亡率だけでなく心血管疾患由来の死亡率が高くなることを報告しており、本研究の対象者には、採用した身体運動機能指標では、再入院の予測まではできなかった可能性が考えられた。女性群は1.31 m/秒(感度 58.8%, 特異度 76.0%, AUC 0.67)であり、有意差を認めた。山本ら(2013)も同様に歩行速度が1.35 m/秒を下回ると再入院率が上昇することを報告しており、歩行速度と立位バランス能力の因子は、高齢心疾患患者の再入院予防のための指標になり得ると考えられた。

今回の研究は後方視的コホート研究であり、身体運動機能と再入院との因果関係については述べることはできていない。しかし、今後は、より細分化したリスク管理が可能になることにより、より高リスク者に着目して効率の良い理学療法の提供に繋げられる可能性はある。

本研究の意義としては、再入院のサロゲートマーカーとして、高齢男性群で年齢の因子、高齢女性群でM-FRと歩行速度が活用できる可能性を提言できたことである。

[森尾裕志, 井澤和夫, 大森圭貢, 他: 高齢心疾患患者における身体運動機能と再入院の関係について. 専門リハビリテーション 2019; 18. (査読有)]

第 III 部 総合考察・結論

第8章 総合考察; 高齢心疾患患者に対する予後向上のための身体機能目標値の提案

8.1 総合考察

心疾患患者に対する CR の目的は、「医学的な評価, 運動療法, 冠危険因子の是正, 教育およびカウンセリングから成る長期的で包括的なプログラムである。このプログラムは、個々の患者の心疾患に基づく身体的・精神的影響をできるだけ軽減し、突然死や再梗塞のリスクを是正し、症状を調整し、動脈硬化の過程を抑制あるいは逆転させ、心理社会的ならびに職業的な状況を改善すること (Wenger et al., 1995)」とされている。すなわち、CR の目的は、運動耐容能の是正と早期社会復帰, 冠危険因子の是正と二次予防, および QOL の向上に集約される (日本心臓リハビリテーション学会, 2011)。

CR の中でも理学療法士が介入する運動療法は中心的な役割を担っており、Peak $\dot{V}O_2$ の増加, 同一負荷強度での心拍数減少, 炎症性指標の減少, 冠危険因子の是正, などの身体効果が証明されている (日本循環器学会, 2012)。我が国の健康保険制度においても 1988 年から心筋梗塞の理学療法算定が可能となり, 1996 年から狭心症・心臓病の術後の理学療法, そして, 2006 年からは慢性心不全の理学療法算定ができるようになった。その背景には, 我が国が超高齢社会であること, そして心疾患で死亡率が, 悪性新生物に次ぐ 2 位であること (厚生労働省, 2014) が挙げられる。

心疾患患者の治療や効果判定には CPX の実施が有用であり, 心移植の判断基準や生命予後および QOL などと関連がある。しかし, 超高齢社会になり, 高齢や虚弱および重複障害などの影響で症候限界下で行う CPX が実施できない症例が増加している。CPX の実施が困難である高齢心疾患患者に対し, CPX の代替えとして身体運動機能評価を用いて自立した社会生活を送ることができるか否かを予測することは, CR を提供している理学療法士にとっても重要な判断基準となると考えている。

本研究では, 心疾患患者における運動耐容能に関わる身体運動機能指標の相互関係, および再入院との関連について明らかにし, 予後向上のための CR における身体運動機能の目標値を提案することを目的とした。本研究の構成を研究 1 から研究 5 に分け, それぞれの研究目的を以下の 5 点として研究を行った。

- ① 立位バランス機能に関する簡便な測定方法を検証する【研究 1】
- ② 心血管疾患患者における退院時年齢・性別の身体運動機能について明らかにする【研究 2】
- ③ 心血管疾患患者における下肢筋力, 立位バランス能力との関連について明らかにする【研究 3】

- ④ 心血管疾患患者における運動耐容能に関わる身体運動機能指標の相互関係を明らかにする【研究4】
- ⑤ 心疾患患者における運動機能と予後との関連について明らかにし、予後向上のためのCRにおける身体運動機能の目標値を提案する【研究5】

第3章【研究1】では、「立位バランス機能に関する簡便な測定方法を検証する」ことを目的に(研究1-1)と(研究1-2)に分けて実証研究を行った。(研究1-1)では、M-FRテストを考案し、その再現性と妥当性について検討した。検者間再現性、検者内再現性ともに良好であった。また、基準関連妥当性についてもM-FR値はFR値と有意な正相関を示し、基準関連妥当性は問題ないと考えられた。また、(研究1-2)では、65歳以上の高齢患者226例を対象とし、転倒および歩行自立度におけるM-FRの判別閾値(カットオフ値)を求めた。その結果、転倒のカットオフ値は26.3 cm、歩行自立度のカットオフ値は26.0 cmとするのが妥当であると考えられた。

第4章【研究2】では、「心血管疾患患者における退院時年齢・性別の身体運動機能について明らかにする」ことを目的に、独歩で退院している心大血管疾患患者の身体運動機能水準を調査した。対象者は、入院期CRにおいて身体運動機能指標を測定し、独歩にて自宅退院に至った心大血管疾患患者480例(平均年齢66.6歳)である。身体運動機能指標は、バランス能力(OLS, M-FR)、筋力(等尺性膝伸展筋力、握力)、歩行能力(最大歩行速度)を測定した。これらの対象者を壮年群(40~59歳)、60歳代、70歳代、80歳代の4群に選別し検討した。分析の結果、各身体運動機能水準の目標値が明らかとなり、CR方策や日常生活動作指導に有益な指標と考えられた。また、高齢者は予備能力の低さが明確であり、身体運動機能水準を客観的に評価することの重要性が示唆された。

第5章【研究3】では、「心血管疾患患者における下肢筋力、立位バランス能力との関連について明らかにする」ことを目的に、下肢筋力、立位バランス能力と歩行自立度との関連について調査した。高齢心大血管疾患患者217例を対象に、M-FR値、KE値と歩行自立度との関連について検討した。その結果、KE値だけでは、歩行自立度の判別が困難であった86例を対象とし、M-FR値のカットオフ値である26.0 cmでさらに選別したところ、90.7%の正診率が得られた。これらのことから、歩行自立度の判定が困難な高齢心大血管疾患患者に対しては、下肢筋力評価のみならず、M-FR値を測定することで、歩行自立度をより正確に判定することが示された。

第6章【研究4】では、「心血管疾患患者における運動耐容能に関わる身体運動機能指標の相互関係を明らかにする」ことを目的に、心疾患患者における運動耐容能に関わる運動機能指標の相互関係について検討した。対象は急性期CRプログラムを終了した108例で、65歳以上の高齢群57例と64歳以下の壮年群51例である。運動耐容能($\dot{V}O_2$, AT)を従属変数とし、関わる因子について共分散構造分析を用いて分析した。その結果、壮年群では筋力(握力、等尺性膝伸展筋力)が運動耐容能に直接関わっていたが、高齢群では筋力とバランス能力(M-FR, OLS)が歩行能力(歩幅、最大歩行速度)を介して運動耐

容能に間接的に関わっていることが明らかになった。以上のことから、高齢群では、筋力やバランス能力の低下によって歩行能力や運動耐容能が制限される可能性があることが示唆された。また、CR プログラム施行に際しては、筋力、バランス能力の把握とともに、特に高齢群においては、その維持増強が重要であることが明らかになった。

第7章【研究5】では、「心疾患患者における運動機能と予後との関連について明らかにし、予後向上のためのCRにおける身体運動機能の目標値を提案する」ことを目的に、身体運動機能と再入院率との関連について調査した。対象は2006年10月から2014年11月の間に、入院期CRプログラムを施行し、自宅退院した65歳以上の高齢心疾患患者で435例である。対象を男性群308例と、女性群127例に分類し、さらに再入院群と非再入院群に分けて調査した。調査方法は後ろ向きコホート研究とし、退院時の患者背景因子{年齢、性別、BMI、診断名、併存疾患の有無、投薬内容、左室駆出分画(%), GNRI, 脳性ナトリウム利尿ペプチド(pg/ml), 血中ヘモグロビン濃度(g/dl), アルブミン値(g/ml), C反応性蛋白(mg/dl)}, および身体運動機能指標{握力, KE, OLS, M-FR, 最大歩行速度}を調査した。観察期間は退院日から一年間とし、再入院の定義は、心臓関連入院によるものに限定した。統計学的解析の結果、男性群における再入院に関わる因子は年齢が抽出され、そのカットオフ値は75歳であった。また、75歳以上か否かで分割した際の一年以内の再入院率は有意差を認め($p < 0.01$), 75歳以上でリスクが高まることが示唆された。一方、女性群では、M-FRと歩行速度が再入院に関わる因子として抽出された。M-FRと歩行速度のカットオフ値は、それぞれ28.5cm, 1.31m/秒であり、一年以内の再入院率に有意差を認めた(M-FR; $p < 0.01$, 歩行速度; $p < 0.01$)。

本研究では、男性群では、身体運動機能指標と一年以内の心臓関連入院との間に有意な関係を見いだすことができなかった。今回の対象群は、再入院群と非再入院群の間で年齢以外の有意差を認めず、平均歩行速度も1.65m/秒であり、研究2で得られた70歳代の平均歩行速度(1.68m/秒)と同程度であった。歩行速度が予後に与える閾値として、Dumurgierら(2009)は、1.50m/秒であるとして提言している。比較すると、今回の対象群は、再入院群ともに比較的歩行速度も保たれた症例であり、今回採用した身体運動機能指標では、再入院の予測まではできなかった可能性がある。一方、女性群では、再入院の可能性を高める指標として、M-FRで28.5cm, 歩行速度で1.31m/秒の閾値が算出された。これらの指標は、高齢心疾患患者の再入院予防のための指標になり得ると考えられた。

これらの研究により、高齢心疾患患者の予備能力の低下が明らかになり、身体運動機能と運動耐容能、再入院危険性との関連が確認できた。高齢群では、歩行能力を介して身体運動機能が運動耐容能に関わってくることから、歩行能力を保つこと、骨格筋筋力、バランス能力ともに重要であることが示唆された。特に、高齢女性群においては予備能力の低さが目立つことから、身体運動機能の維持向上に理学療法士として寄与できる可能性があると考えられた。

以上の本研究における実践研究【研究1】～【研究5】をまとめると、高齢入院患者、

ひいては高齢心疾患患者において、身体運動機能が歩行自立、あるいは再入院の危険性に関わる重要な因子であることが明らかになった。特に、心疾患患者において従来あまり注目されることのなかった立位バランス能力は、歩行自立、再入院に関わる因子としてサロゲートマーカーになり得ることが示唆された。【研究1】、【研究2】、【研究5】で、転倒予防、歩行自立、再入院予防の目標値が示されたことから、これらを一覧として表 8.1 に示した。まず、M-FR のカットオフ値について着目したい。データセットが異なることから一概には言えないが、歩行自立のカットオフ値 (M-FR : 26.0 cm) に比べて、転倒予防のためのカットオフ値 (M-FR : 26.3 cm) の方が、やや高い結果となった。M-FR が高値を示すほど、より高い立位バランス能力を示しており、転倒予防のカットオフ値の方がやや高位に偏移するのは転倒にはバランス能力だけでなく、他の要素が多く関わっていることが要因と考えられた。感度と特異度は、歩行自立の目標値で 94.5~96.0% (感度)、82.5~87.1% (特異度) であるのに対し、転倒予防の目標値は 63.6% (感度)、75.5% (特異度) と低い。これは、AUC にも表れており歩行自立の目標値で AUC が 0.95~0.96 に対し、転倒予防の目標値で AUC が 0.74 と低値を示している。Swets (1988) は、AUC と検査価値の関係について、AUC 0.5~0.7 では検査価値は低く、0.7~0.9 で中等度、0.9 以上では高い検査価値を有すると述べている。このことから、歩行自立の目標値は検査価値として高値であり、転倒予防の目標値は検査価値としては中等度であったと考えられた。一方、さらに低く算出されたのが、一年以内の心臓関連疾患再入院予防のための目標値である。独歩にて自宅退院に至った 65 歳以上の心疾患患者で各種身体運動機能が測定できた女性群 127 名において、M-FR が関わる指標として抽出されたのにも関わらず、AUC は 0.64 と低く、Swets (1988) が提唱している基準では低値 (0.5~0.7) に該当してしまう結果となった。歩行速度でも同様に再入院に関わる因子として抽出されたものの AUC は 0.67 であり、0.7 を下回る結果となった。一年以内の心臓関連疾患再入院に関しては、転倒以上に様々な要因 (家族背景、食生活、教育歴、経済面、通院のしやすさ、など) が関わっていることが考えられ、今回のデータセットで、身体運動機能因子以外の要素について、十分に統制が保てなかったことが要因と考えられた。

しかし、臨床現場においては、簡便に測定することのできる M-FR や歩行速度で、ある程度の再入院の危険性を把握できることは重要であり、再入院の危険性を把握した上で退院後の生活指導を行えることは有用であると考えている。これらのことから、M-FR のサロゲートマーカーとしての働きは、十分に担うことができたと考えている。

表 8.1 本研究で得られた身体運動機能の目標値

研究名	目標課題	対象	身体運動機能指標	カットオフ値	感度	特異度	陽性的中率	陰性的中率	正診率	AUC	p 値
【研究1】	転倒予防のための目標値 (転倒群: 過去1年以内に2回以上転倒した者と定義した)	<ul style="list-style-type: none"> 65歳以上の入院患者, 30秒以上の立位保持可能, N = 226 	M-FR	26.3 cm 以上	63.6%	75.5%	21.9%	95.1%	74.3%	0.74	< 0.01
				26.0 cm 以上	94.5%	87.1%	95.1%	92.5%	0.95	< 0.01	
【研究3】	歩行自立のための目標値 (歩行自立群: 50m以上の独歩が可能な者と定義した)	<ul style="list-style-type: none"> 65歳以上の心疾患患者, 30秒以上の立位保持可能, N = 217 	M-FR	26.0 cm 以上	96.0%	82.5%	96.0%	82.5%	93.5%	0.96	< 0.01
				28.5 cm 以上	73.8%	56.0%	34.1%	87.4%	70.3%	0.64	0.03
【研究5】	一年以内の心臓関連疾患再入院予防のための目標値	<ul style="list-style-type: none"> 65歳以上の心疾患患者, 独歩にて自宅退院に至った者, 握力, 等尺性膝伸展筋力, OLS, M-FR, 10m 歩行速度 	歩行速度	1.31 m/秒 以上	58.8%	76.0%	31.1%	90.9%	62.2%	0.67	< 0.01

OLS one-leg standing, M-FR modified functional reach test, AUC area under the curve, p 漸近有意確率

8.2 本研究の限界と課題

本研究の対象者はいずれも NYHA 分類 IV 度などの重篤な心疾患患者は除外されていることに注意しなければならない。あくまで、担当医師から CR の依頼があり、身体運動機能測定が行えた者が対象になっている。重篤な心疾患症例の場合には、疾病そのものが身体活動に影響を及ぼすことも十分に考えられるため、本研究の結果をそのまま重症例に適応することは避けるべきである。さらに、本研究では高齢女性の予備能力の低さが明らかになったが、本当に早期に要介護状態に陥るかについては、疑問が残る。実際に平均寿命は男性が 80.79 年であるのに対し、女性は 87.05 年と、女性の方が長い（厚生労働省, 2016）。性差の検討も含めて、今後検証していく必要がある。

さらに、一年以内の心臓関連疾患再入院に関しては、身体運動機能因子の他に様々な要因（家族背景、食生活、教育歴、経済面、通院のしやすさ、など）が関わっていることが考えられる。今回のデータセットで、身体運動機能因子以外の要素について、十分に統制が保てなかったことから課題は残る。

文献

- Ades PA, Savage PD, Brawner CA, et al.: Aerobic Capacity in patients entering cardiac rehabilitation. *Circulation* 2006; 113: 2706-2712.
- Afilalo J, Eisenberg MJ, Morin JF, et al.: Gait speed as an incremental predictor of mortality and major morbidity in elderly patients undergoing cardiac surgery. *J Am Coll Cardiol* 2010; 56: 1668-1676.
- 相原直彦, 後藤葉一: 先進医療としての心リハの意義: 不整脈・ICD 患者に対する心臓リハビリテーション. *心臓リハ* 2008; 13: 36-38.
- 秋下雅弘: 高齢者における循環器疾患の管理と問題: 高齢者の循環器疾患へのアプローチ. *Circulation* 2012; 2: 10-17.
- American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, et al.: American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41: 1510-1530.
- Anderson L, Oldridge N, Thompson DR, et al.: Exercise-Based Cardiac Rehabilitation for Coronary Heart Disease: Cochrane Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol* 2016; 67: 1-12.
- Arena R, Myers J, Williams MA, et al.: Assessment of functional capacity in clinical and research settings: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology and the Council on Cardiovascular Nursing. *Circulation* 2007; 116: 329-343.
- 浅田潤子: 虚血性心疾患が疑われる患者における運動負荷時 Heart Rate Recovery による死亡予測: 負荷心エコー図での検討. *関西医科大学雑誌* 2004; 56: 206-211.
- Audelin MC, Savage PD, Ades PA: Exercise-based cardiac rehabilitation for very old patients (≥ 75 years): focus on physical function. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2008; 28: 163-173.
- Berg K, Wood-Dauphinée S, Williams JI, et al.: Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can* 1989; 41: 304-311.
- Bilsel T, Terzi S, Akbulut T, et al.: Abnormal Heart Rate Recovery Immediately After Cardiopulmonary Exercise Testing in Heart Failure Patients. *International Heart Journal* 2006; 47: 431-440.
- Bohannon RW, Larkin PA, Cook AC, et al.: Decrease in timed balance test scores with aging. *Phys Ther* 1984; 64: 1067-1070.

- Bortz WM 2nd: A conceptual framework of frailty: a review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002; 57: M283-288.
- Celis-Morales CA, Lyall DM, Anderson J, et al.: The association between physical activity and risk of mortality is modulated by grip strength and cardiorespiratory fitness: evidence from 498 135 UK-Biobank participants. *Eur Heart J* 2017; 38: 116-122.
- Cesari M, Kritchevsky SB, Penninx BW, et al.: Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people: results from the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53: 1675-1680.
- Chen LK, Liu LK, Woo J, et al.: Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2014; 15: 95-101.
- Clark BC, Manini TM: Sarcopenia \neq dynapenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008; 63: 829-834.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al.: Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39: 412-423.
- Daubney ME, Culham EG: Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Phys Ther* 1999; 79: 1177-1185.
- de Oliveira Brito LV, Maranhao Neto GA, Moraes H, et al.: Relationship between level of independence in activities of daily living and estimated cardiovascular capacity in elderly women. *Arch Gerontol Geriatr* 2014; 59: 367-371.
- Dumurgier J, Elbaz A, Ducimetiere P, et al.: Slow walking speed and cardiovascular death in well functioning older adults: prospective cohort study. *BMJ* 2009; 339: b4460.
- Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al.: Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 1990; 45: M192-197.
- Duncan PW, Studenski S, Chandler J, et al.: Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. *J Geront* 1992; 47: M93-M98.
- Franchignoni F, Tesio L, Martino MT, et al.: Reliability of four simple, quantitative tests of balance and mobility in healthy elderly females. *Aging (Milano)* 1998; 10: 26-31.
- 福屋靖子: 理学療法士の立場からみた評価法: 高齢者の生活機能評価ガイド; 小澤利夫, 江藤文夫 他 編. 医歯薬出版, pp287-298, 1999
- Gehlsen GM, Whaley MH: Falls in the elderly: Part II; Balance, strength, and flexibility. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71: 739-741.
- Goda A, Koike A, Hoshimoto-Iwamoto M, et al.: Prognostic Value of Heart Rate Profiles During Cardiopulmonary Exercise Testing in Patients With Cardiac Disease. *International Heart Journal* 2009; 50: 59-71.

- Graham I, Atar D, Borch-Johnsen K, et al.: European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: executive summary: Fourth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (Constituted by representatives of nine societies and by invited experts). *Eur Heart J* 2007; 28: 2375-2414.
- Granger C, Cotter A, Hamilton B, et al.: Functional assessment scales: a study of persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 1990; 71: 870-875.
- Hamaguchi S, Kinugawa S, Goto D, et al.: Predictors of long-term adverse outcomes in elderly patients over 80 years hospitalized with heart failure: A report from the Japanese Cardiac Registry of Heart Failure in Cardiology (JCARE-CARD). *Circ J* 2011; 75: 2403-2410.
- Hawkins S, Wiswell R: Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging: implications for exercise training. *Sports Med* 2003; 33: 877-888.
- Hirakawa Y, Masuda Y, Kuzuya M, et al.: Age-related differences in clinical characteristics, early outcomes and cardiac management of acute myocardial infarction in Japan: Lessons from the Tokai Acute Myocardial Infarction Study (TAMIS). *Geriatrics & Gerontology International* 2007; 7: 131-136.
- 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* 2004; 38: 330-333.
- Hulsmann M, Quittan M, Berger R, et al.: Muscle strength as a predictor of long-term survival in severe congestive heart failure. *Eur J Heart Fail* 2004; 6: 101-107.
- 井上康二, 大宮一人, 明石嘉浩, 他: 心筋梗塞患者の運動後酸素摂取量減衰時定数に及ぼす下肢筋力とリハビリテーションの影響. *心臓リハ* 2001; 6: 87-90.
- 石井 玲, 松永篤彦, 神谷健太郎, 他: 入院期心疾患患者の歩行自立度判定における片脚立位時間検査の有用性. *呼と循* 2006; 54: 295-300.
- 石川 朗, 武藤美穂子, 佐伯秀一, 他: 平衡機能検査を目的とした Cross Test の有効性. *理学療法学* 1994; 21: 186-194.
- 石原一成, 藤本繁夫, 田中繁宏, 他: 虚弱高齢者の自立生活に必要な身体機能水準の設定. *デサントスポーツ科学* 2003; 24: 193-201.
- Izawa K, Yamada S, Omori Y, et al.: The effect of stride walking on cardiovascular and electromyographic responses under different conditions in velocity or grade in healthy young women. *Japanese Journal of Physical Therapy Association* 2000; 3: 27-32.
- Izawa K, Hirano Y, Yamada S, et al.: Improvement in physiologic measures and health-related quality of life following cardiac rehabilitation in patients with acute myocardial infarction. *Circ J* 2004; 68: 315-320.
- 井澤和夫: 運動療法: 急性期から回復期まで. *理学療法 MOOK12 循環器疾患のリハビリテーション*; 山田純生, 他編. 三輪書店. 2005.

- 井澤和太, 森尾裕志, 渡辺 敏, 他: 心不全症例に対する理学療法プログラム: 入院期プログラムを中心として. 理学療法 2006; 23: 471-478.
- Izawa KP, Watanabe S, Yokoyama H, et al.: Muscle strength in relation to disease severity in patients with congestive heart failure. *Am J Phys Med Rehabil* 2007; 86: 893-900.
- Izawa KP, Oka K, Watanabe S, et al: Gender-related differences in clinical characteristics and physiological and psychosocial outcomes of Japanese patients at entry into phase II cardiac rehabilitation. *J Rehabil Med* 2008; 40: 225-230.
- Izawa KP, Watanabe S, Osada N, et al.: Handgrip strength as a predictor of prognosis in Japanese patients with congestive heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2009; 16: 21-27.
- Izawa KP, Watanabe S, Oka K, et al.: Relation between physical activity and exercise capacity of ≥ 5 metabolic equivalents in middle- and older-aged patients with chronic heart failure. *Disabil Rehabil* 2012; 34: 2018-2024.
- Kallistratos MS, Poulimenos LE, Pavlidis AN, et al.: Prognostic significance of blood pressure response to exercise in patients with systolic heart failure. *Heart and Vessels* 2012; 27: 46-52.
- 神谷健太郎, 松永篤彦, 齊藤正和, 他: 虚血性心疾患患者の運動機能が日常生活に及ぼす影響について. 心臓リハ 2004; 9: 89-92.
- Kamiya K, Masuda T, Tanaka S, et al.: Quadriceps Strength as a Predictor of Mortality in Coronary Artery Disease. *Am J Med* 2015; 128: 1212-1219.
- 笠原美千代, 山崎裕司, 青木詩子, 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 2001; 50: 369-373.
- 堅田紘頌, 森尾裕志, 井澤和太, 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 2013: 40-45.
- 加藤宗則, 山崎裕司, 終 幸伸, 他: ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定: 固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響. 総合リハ 2001; 29: 1047-1050.
- Keteyian SJ, Leifer ES, Houston-Miller N, et al.: Relation between volume of exercise and clinical outcomes in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2012; 60: 1899-1905.
- 金 俊東, 久野譜也, 相馬りか, 他: 加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響. 体力科学 2000; 49: 589-596.
- 木下弘喜, 土肥由裕, 佐田良治, 他: 運動時周期性呼吸変動 (Exercise Oscillatory Ventilation; EO) は非虚血性心不全患者において生命予後・心血管イベントのリスク予測因子である. 心臓 2014; 46: 1532-1537.
- Knoops KT, de Groot LC, Kromhout D, et al.: Mediterranean diet, lifestyle factors, and 10-year mortality in elderly European men and women: the HALE project. *JAMA* 2004; 292: 1433-1439.

- Koba S, Tanaka H, Maruyama C, et al.: Physical Activity in the Japan Population: Association with Blood Lipid Levels and Effects in Reducing Cardiovascular and All-Cause Mortality. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis* 2011; 18: 833-845.
- Kodama S, Saito K, Tanaka S, et al.: Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA* 2009; 301: 2024-2035.
- 小泉文昭, 鴛 春夫, 岡 陽子, 他: 高齢障害者の生活行動範囲に影響を及ぼす因子についての検討: 横断歩道を利用する際の問題点 (第1報). *四国理学療法士学会誌* 1996; 18: 73-74.
- 小塩真司: SPSS と Amos による心理・調査データ解析: 因子分析・共分散構造分析まで. 東京図書株式会社, pp160-210, 2004
- 厚生労働省: 厚生労働白書, 47-48. 日経印刷株式会社, 2014
- Kubozono T, Itoh H, Oikawa K, et al.: Peak VO₂ is More Potent Than B-Type Natriuretic Peptide as a Prognostic Parameter in Cardiac Patients. *Circulation Journal* 2008; 72: 575-581.
- 工藤俊輔, 大澤諭樹彦: Functional Reach Test (FRT) 簡易測定装置の開発. *秋田大学医学部保健学科紀要* 2003; 11: 158-162.
- Kumahara H, Schutz Y, Ayabe M, et al.: The use of uniaxial accelerometry for the assessment of physical-activity-related energy expenditure: a validation study against whole-body indirect calorimetry. *Br J Nutr* 2004; 91: 235-243.
- 桑原洋一, 斉藤俊弘, 稲垣義明: 検者内および検者間の Reliability (再現性, 信頼性) の検討. *呼と循* 1993; 41: 945-952.
- 桑原晶子, 齊藤正和, 山田智美, 他: 左室形成術後患者の入院期および回復期心大血管疾患リハビリテーションの現状. *心臓リハ* 2009; 14: 355-357.
- La RMT, Maestri R, Caporotondi A, et al.: Pre-Discharge Evaluation in Heart Failure: Additive Predictive Value of the 6-Minute Walking Test to Clinical Scores. *Circulation Journal* 2015; 79: 1756-1763.
- Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, et al.: Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet* 2015; 386: 266-273.
- Mancini DM, Ferraro N, Nazario D, et al.: Respiratory muscle deoxygenation during exercise in patients with heart failure demonstrated with near-infrared spectroscopy. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 492-498.
- Manini TM, Visser M, Won-Park S, et al.: Knee extension strength cutpoints for maintaining mobility. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55: 451-457.
- 眞野行生: 高齢者の姿勢・バランス・歩行: 高齢者の転倒とその対策. 眞野行生, 中根理江, 他 編. 医歯薬出版株式会社, 東京, pp13-18, 1999.

- 松永篤彦, 神谷健太郎, 増田 卓: 入院期心臓リハビリテーションプログラム終了時の虚血性心疾患患者の下肢筋力と運動耐容能の関係. *PT ジャーナル* 2003; 37: 156-162.
- Matsuzawa R, Kamiya K, Hamazaki N, et al.: Office-Based Physical Assessment in Patients Aged 75 Years and Older with Cardiovascular Disease. *Gerontology* 2019; 65: 128-135.
- McAuley P, Myers J, Abella J, et al.: Evaluation of a specific activity questionnaire to predict mortality in men referred for exercise testing. *Am Heart J* 2006; 151: 890 e891-897.
- 望月 久: 神経疾患と姿勢調節. *PT ジャーナル* 1996; 30: 311-315.
- 望月 久, 峰島孝雄: 重心動揺計を用いた姿勢安定度評価指標の信頼性および妥当性. *理学療法学* 2000; 27: 199-203.
- 望月 久. 高齢者の転倒予防: この 10 年の成果: 高齢者の転倒予防のためのスクリーニングテスト. *理学療法* 2010; 27: 630-637.
- 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* 2007a; 35: 487-493.
- 森尾裕志, 井澤和夫, 渡辺 敏, 他: 高齢心大血管疾患患者における下肢筋力, 前方リーチ距離と歩行自立度との関連について. *心臓リハ* 2007b; 12: 113-117.
- 森尾裕志, 井澤和夫, 渡辺 敏, 他: 心疾患患者における運動耐容能に関わる運動機能指標の相互関係について: 高齢群および壮年群での検討. *心臓リハ* 2008; 13: 299-303.
- 森尾裕志: 身体の評価. 循環器理学療法の理論と技術, 増田卓, 松永篤彦編. メジカルビュー社, pp165-171, 2009a
- 森尾裕志, 井澤和夫, 渡辺 敏, 他: 心大血管疾患患者における退院時年齢・性別の運動機能指標について. *心臓リハビリテーション* 2009b; 14: 89-93.
- 森尾裕志, 井澤和夫, 平木幸治, 他: 高齢患者における最大歩行速度 1.0m/秒を有するために必要な歩幅に関する研究 *リハビリテーションひろば* 2014; 54:29-35.
- 森尾裕志, 武市尚也: 心不全患者に対する理学療法の現状と課題; 高齢心不全患者に対する理学療法の現状と課題. *理学療法* 2016; 33: 314-324.
- 森尾裕志, 大森圭貢, 井澤和夫, 他: 高齢入院患者におけるペットボトルの開栓に必要な握力. *専門リハビリテーション* 2018; 17:30-35.
- Morio Y, Izawa KP, Omori Y, et al.: The Relationship between Walking Speed and Step Length in Older Aged Patients. *Diseases*. 2019; 7. pii: E17. doi: 10.3390/diseases7010017.
- Myers JP, Prakash MMD, Froelicher VMD, et al.: Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *The New England Journal of Medicine* 2002; 346: 793-801.
- Nagasaki H, Itoh H, Furuta T: A physical fitness model of older adults. *Aging Clin Exp Res* 1995; 7: 392-397.

- Nakanishi M, Takaki H, Kumasaka R, et al.: Targeting of High Peak Respiratory Exchange Ratio Is Safe and Enhances the Prognostic Power of Peak Oxygen Uptake for Heart Failure Patients. *Circulation Journal* 2014; 78: 2268-2275.
- 日本循環器学会: 循環器病の診断と治療に関するガイドライン (2011 年度合同研究班報告): 虚血性心疾患の一次予防ガイドライン. *Japanese Circulation Journal* 2012: 1-63.
- 日本理学療法士協会: 心大血管疾患 理学療法診療ガイドライン. 理学療法診療ガイドライン 第1版, pp857-955, 2011.
- 日本心臓リハビリテーション学会 (編): 心臓リハビリテーション必携, 日本心臓リハビリテーション学会, 2011..
- 西山昌秀, 渡辺 敏, 井澤和夫, 他: 急性心筋梗塞患者における心臓リハビリテーションプログラム施行困難例についての検討. *心臓リハ* 2007; 12: 230-232.
- Nishiyama Y, Morita H, Harada H, et al.: Systolic Blood Pressure Response to Exercise as a Predictor of Mortality in Patients With Chronic Heart Failure. *International Heart Journal* 2010; 51: 111-115.
- Ohuchi H, Ono S, Tanabe Y, et al.: Long-Term Serial Aerobic Exercise Capacity and Hemodynamic Properties in Clinically and Hemodynamically Good, "Excellent", Fontan Survivors. *Circulation Journal* 2011; 76: 195-203.
- 岡浩一朗, 山田純生, 井澤和夫, 他: 心臓リハビリテーション患者における身体活動セルフ・エフィカシー尺度の開発とその評価. *心臓リハ* 2002; 7: 172-177.
- 大熊克信, 対馬栄輝, 長谷川至, 他: 年齢・性別・身長・体重は Functional Reach Test に影響するか? *東北理学療法学* 2001; 13: 14-18.
- Okura Y, Ramadan MM, Ohno Y, et al.: Impending epidemic: future projection of heart failure in Japan to the year 2055. *Circ J* 2008; 72: 489-491.
- 大森圭貢, 山崎裕司, 横山仁志, 他: 道路横断に必要な歩行速度と下肢筋力の関連: 高齢入院患者における検討. *理学療法学* 2001; 28: 53-58.
- 大森圭貢, 横山仁志, 青木詩子, 他: 高齢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* 2004; 31: 106-112.
- 大森圭貢, 横山仁志, 寺尾詩子, 他: 道路横断に必要な等尺性膝伸展筋力の目標値: 高齢男性患者における検討. *総合リハ* 2005; 33: 1141-1144.
- 大森圭貢, 笠原西介, 立石真純, 他. 運動器疾患のない高齢男性患者の歩幅と下肢筋力の関係: 歩幅の著しい短縮をもたらす下肢筋力水準. *総合リハ* 2016; 44: 53-56.
- Reuben DB, Magasi S, McCreath HE, et al.: Motor assessment using the NIH Toolbox. *Neurology* 2013; 80: S65-75.
- Rikli RE, Jones CJ: Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist* 2013; 53: 255-267.

- 里宇明元, 園田 茂, 道免和久: 移動. 脳卒中患者の機能評価: SIAS と FIM の実際, 千野直一 編. シュプリンガー・フェアラーク, pp80-83, 1997.
- Saitoh M, Dos Santos MR, Ebner N, et al.: Nutritional status and its effects on muscle wasting in patients with chronic heart failure: insights from Studies Investigating Co-morbidities Aggravating Heart Failure. *Wien Klin Wochenschr* 2016; 128: 497-504.
- 齊藤正和, 小澤哲也, 石井典子, 他: 低ナトリウム血症を伴う心不全患者の入院期心大血管疾患リハビリテーション進行状況と身体機能の特徴. *心臓リハ* 2013; 18: 104-110.
- 齊藤正和, 安藤美輝, 上脇玲奈, 他: 心臓手術後患者における心・腎機能による重症度分類と心不全再入院との関連. *心臓リハ* 2012; 17: 87-92.
- 齋藤宗靖: 心臓リハビリテーション: 過去・現在・未来. *Hear View* 1999; 3: 6-10.
- 齋藤宗靖: 急性心筋梗塞症のリハビリテーション. "狭心症・心筋梗塞のリハビリテーション" 木全心一, 齋藤宗靖 編. 南江堂. pp121-176, 2002
- Sato T, Yamauchi H, Kanno Y, et al.: Comparisons of prognostic factors between young and elderly patients with chronic heart failure. *Geriatr Gerontol Int* 2015; 15: 435-442.
- Shephard RJ: Exercise and aging: extending independence in older adults. *Geriatrics* 1993; 48: 61-64.
- 島田和典, 大西 朋, 正木克由規, 他: 高齢冠動脈疾患患者における維持期心臓リハビリテーションの臨床的有用性: メタボリックシンドローム構成因子および予後改善効果についての検討. *Therapeutic Research* 2011; 32: 704-709.
- Smith PS, Hembree JA, Thompson ME: Berg Balance Scale and Functional Reach: determining the best clinical tool for individuals post acute stroke. *Clin Rehabil* 2004; 18: 811-818.
- 総務省統計局: 高齢者の人口. <https://www.stat.go.jp/data/topics/topi971.html> (2018年11月20日引用)
- Studenski S, Perera S, Patel K, et al.: Gait speed and survival in older adults. *JAMA* 2011; 305: 50-58.
- Sugiura Y, Tanimoto Y, Watanabe M, et al.: Handgrip strength as a predictor of higher-level competence decline among community-dwelling Japanese elderly in an urban area during a 4-year follow-up. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 2013; 57: 319-324.
- Suzuki K, Oomiya K, Yamada S, et al.: Relations between strength and endurance of leg skeletal muscle and cardiopulmonary exercise testing parameters in patients with chronic heart failure. *J Cardiol* 2004; 43: 59-68.
- 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. *日本老年医学会雑誌* 1999; 36: 472-478.
- Swets JA: Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*. 1988; 240: 1285-1293.

- Swift DL, Lavie CJ, Johannsen NM, et al.: Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness, and Exercise Training in Primary and Secondary Coronary Prevention. *Circulation Journal* 2013; 77: 281-292.
- 庄司 寛, 森 博子, 本間 傑, 他: 心不全増悪入院患者における身体機能指標を用いた再入院予測. *心臓リハ* 2018;24:106-111.
- 田部井明美: SPSS 完全活用法: 共分散構造分析 (Amos) によるアンケート処理. 東京図書株式会社, pp112-152, 2001.
- 多田実加, 大森圭貢, 佐々木祥太郎, 他: Hand-held Dynamometer を用いた膝伸展筋力測定の再現性と妥当性についての文献検証. *高知リハビリテーション学院紀要* 2018; 19: 65-74.
- 多田実加, 大森圭貢, 最上谷拓磨, 他. 高齢入院患者における歩行速度と歩幅を維持するための等尺性膝伸展筋力閾値. *日本老年医学会雑誌*. 2018; 55: 624-631.
- 田口孝行, 中山彰一: 平衡機能 (バランス) の測定方法. *理学療法* 2005; 22: 35-44.
- 高橋哲也, 安藤 仁, 櫻井繁樹, 他: 心臓リハビリテーション遅延例への理学療法的アプローチ. *心臓リハ* 2001; 6: 62-65.
- Takahashi T, Kumamaru M, Jenkins S, et al.: In-patient step count predicts re-hospitalization after cardiac surgery. *J Cardiol* 2015; 66: 286-291.
- 田中宏太佳, 緒方 甫, 蜂須賀研二, 他: 健常中高年者の日常生活の活動性と下肢筋力・筋横断面積 脳卒中片麻痺患者の廃用性筋萎縮予防に関する研究. *リハビリテーション医学* 1990; 27: 459-463.
- 田中 希, 中根英策, 疋田 望, 他: 拡張不全患者の BNP, BRS の意義. *心臓リハ* 2007; 12: 227-229.
- Tanaka S, Kamiya K, Masuda T, et al.: Low ankle brachial index is associated with the magnitude of impaired walking endurance in patients with heart failure. *Int J Cardiol* 2016; 224: 400-405.
- Taylor RS, Sagar VA, Davies EJ, et al.: Exercise-based rehabilitation for heart failure. *Cochrane Database Syst Rev* 2014: CD003331.
- Toyota T, Furukawa Y, Ehara N, et al.: Sex-based differences in clinical practice and outcomes for Japanese patients with acute myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention. *Circ J* 2013; 77: 1508-1517.
- Tsuchihashi-Makaya M, Hamaguchi S, Kinugawa S, et al.: Characteristics and outcomes of hospitalized patients with heart failure and reduced vs preserved ejection fraction. Report from the Japanese Cardiac Registry of Heart Failure in Cardiology (JCARE-CARD). *Circ J* 2009; 73: 1893-1900.
- Tsutsui H, Tsuchihashi-Makaya M, Kinugawa S, et al.: Characteristics and outcomes of patients with heart failure in general practices and hospitals. *Circ J* 2007; 71: 449-454.

- 内山 靖, 永田 晟: 高齢者の健康・体力; 平衡機能. ヒューマンサイエンス 1996; 9: 49-57.
- 渡辺 敏, 森尾裕志, 井澤和大, 他.: 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. 心臓リハ 2017; 22: 163-168.
- Weiner DK, Bongiorno DR, Studenski SA, et al.: Does functional reach improve with rehabilitation? .Arch Phys Med Rehabil 1993; 74: 796-800.
- Wenger NK, Froelicher ES, Smith LK, et al.: Cardiac rehabilitation. Clinical Practice Guideline No. 17. Rockville MD: US Dept of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Health Care Policy and Research and the National Heart, Lung and Blood Institute. AHCPR Publication No. 96-0672. October 1995.
- 山田和政: ライフステージと高齢者像. 高齢者理学療法学テキスト, 細田多穂監修. 南江堂, pp1-12, 2017
- 山本周平, 松永篤彦, 石井 玲, 他.: 入院期高齢心疾患患者の運動療法におけるバランストレーニングの導入効果について. 臨床理学療法研究 2009; 26: 31-34.
- Yamamoto S, Matsunaga A, Kamiya K, et al.: Walking speed in patients with first acute myocardial infarction who participated in a supervised cardiac rehabilitation program after coronary intervention. Int Heart J 2012; 53: 347-352.
- 山本周平, 松永篤彦, 神谷健太郎, 他.: 高齢虚血性心疾患患者の入院期における最大歩行速度は再入院を予測する強力な因子である. 臨床理学療法研究 2013; 30: 15-19.
- 山崎裕司, 山田純生, 渡辺 敏, 他.: 心筋梗塞患者の下肢筋力: 下肢筋力と運動耐容能の関連. 総合リハ 1994; 22: 41-44.
- 山崎裕司, 横山仁志, 青木詩子, 他.: 高齢患者の膝伸展筋力と歩行速度, 歩行自立との関連. 総合リハ 1998; 26: 689-692.
- 山崎裕司: 骨格筋筋力は酸素運搬系障害を有する患者に如何に影響をおよぼすか. 理学療法学 1999; 26: 111-113.
- 山崎裕司, 長谷川輝美, 横山仁志, 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 2002; 30: 747-752.
- 山崎裕司, 大森圭貢, 長谷川輝美, 他.: 固定用ベルトを装着したハンドヘルドダイナモメーターによって測定した膝伸展筋力値の妥当性. 高知県理学療法 2003; 10: 7-11.
- 山崎琢也, 上嶋健治, 平盛勝彦, 他.: 運動負荷心電図で認めた無症候性心筋虚血症例の予後. 心臓 2005; 37: 6-7.
- 横山有里, 渡辺 敏, 笠原西介, 他.: 高齢心不全患者の下肢筋力と歩行能力. 心臓リハ 2007; 12: 239-243.

謝辞

本論文を作成するにあたり、多くの方々にご支援を頂きました。対象者として御協力頂きました皆様に謹んで御礼申し上げます。

指導教員である川間健之介教授には、前期課程から後期課程の約 15 年にわたり、適切な指導を承り、かついつも味方になっていただきました。本当に長い間、御迷惑をおかけいたしました。心より感謝申し上げます。

副指導教員の高橋正雄教授、山田実教授、柿澤敏文教授には、真摯かつ建設的な意見を頂戴致しました。私の論文進捗状況が遅く、心配をおかけしたかと思えます。先生方の期待を裏切りたくない一心でここまでやって来られました。今後とも、御指導の程よろしく御願い申し上げます。

神戸大学大学院保健学研究科 井澤和大先生、聖マリアンナ医科大学 渡辺 敏先生には、心臓リハビリテーションについて臨床での見方、理学療法介入の方法など、私が何も分からないときから御指導を賜りました。心より感謝申し上げます。

また、聖マリアンナ医科大学の明石嘉浩先生、木田圭亮先生、大宮一人先生、長田尚彦先生、平木幸治先生、笠原西介先生、武市尚也先生、堅田紘頌先生、石山大介先生、小山真吾先生、山野嘉久先生には、研究の環境、およびデータ採取に際し、多大な協力と御支援を賜りました。心より感謝申し上げます。

そして、職場である湘南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学専攻の鶴見隆正学科長をはじめ、坂上昇専攻長、同僚の先生方には御理解を頂き、後押しをして下さいました。深く感謝申し上げます。特に同窓の先輩として、かつ筑波大学大学院人間総合科学研究科の先輩でもある大森圭貢先生には、何度も励まされ、助けられました。感謝申し上げます。

さらに、筑波大学大学院人間総合科学研究科生涯発達科学専攻の同期の皆様、川間研究室の皆様には、多大な御支援と励ましを賜りました。記して感謝致します。

最後に、どんなときにも我慢して、信じてくれた妻、息子たちに心より感謝致します。ありがとうございました。

平成 31 年 3 月 31 日

森尾裕志

〔博士論文概要〕

心血管疾患患者の長期予後に対する身体運動機能の関わりについての研究

2018 年度

森 尾 裕 志

筑波大学大学院人間総合科学研究科

生涯発達科学専攻

第 1 章 心疾患患者に対するリハビリテーションの役割

心疾患患者に対する心臓リハビリテーション (Cardiac Rehabilitation: 以下 CR) の目的は、「医学的な評価, 運動療法, 冠危険因子の是正, 教育およびカウンセリングから成る長期的で包括的なプログラムである。このプログラムは, 個々の患者の心疾患に基づく身体的・精神的影響をできるだけ軽減し, 突然死や再梗塞のリスクを是正し, 症状を調整し, 動脈硬化の過程を抑制あるいは逆転させ, 心理社会的ならびに職業的な状況を改善すること (Wenger et al., 1995)」とされている。すなわち, CR の目的は, 運動耐容能の是正と早期社会復帰, 冠危険因子の是正と二次予防, および QOL の向上に集約される (日本心臓リハビリテーション学会, 2011)。

CR の中でも理学療法士が介入する運動療法は中心的な役割を担っており, 最高酸素摂取量 (以下 Peak $\dot{V}O_2$) の増加, 同一負荷強度での心拍数減少, 炎症性指標の減少, 冠危険因子の是正, などの身体効果が証明されている (日本循環器学会, 2012)。我が国の健康保険制度においても 1988 年から心筋梗塞の理学療法算定が可能となり, 1996 年から狭心症・心臓病の術後の理学療法, そして, 2006 年からは慢性心不全の理学療法算定ができるようになった。その背景には, 我が国が超高齢社会であること, そして心疾患で死亡率が, 悪性新生物に次ぐ 2 位であること (厚生労働省, 2014) が挙げられる。

心疾患患者の治療や効果判定には心肺運動負荷試験 (cardio pulmonary exercise test: 以下 CPX) の実施が有用であり, 心移植の判断基準や生命予後および QOL などと関連がある。しかし, 超高齢社会になり, 高齢や虚弱および重複障害などの影響で症候限界下で行う CPX が実施できない症例が増加している。CPX の実施が困難である高齢心疾患患者に対し, CPX の代替えとして身体運動機能評価を用いて自立した社会生活を送ることができるか否か予測することは, CR を提供している理学療法士にとっても重要な判断基準となる。

第2章 研究目的と研究構成

本研究では、心疾患患者における運動耐容能に関わる身体運動機能指標の相互関係、および再入院との関連について明らかにし、予後向上のための CR における身体運動機能の目標値を提案することを目的とする。本研究の構成を研究1から研究5に分け、それぞれの研究目的を以下の5点とした。

- ① 立位バランス機能に関する簡便な測定方法を検証する。
- ② 心血管疾患患者における退院時年齢・性別の身体運動機能について明らかにする。
- ③ 心血管疾患患者における下肢筋力、立位バランス能力との関連について明らかにする。
- ④ 心血管疾患患者における運動耐容能に関わる身体運動機能指標の相互関係を明らかにする。
- ⑤ 心疾患患者における運動機能と予後との関連について明らかにし、予後向上のための CR における身体運動機能の目標値を提案する。

第3章 立位バランス機能に関する簡便な測定法の開発 【研究1】

(研究1-1) 伸縮可能な指示棒を用いた Modified-Functional Reach (以下 M-FR) テストを考案し、その再現性と妥当性について検討した。検者間再現性、検者内再現性ともに良好であった。また、基準関連妥当性についても M-FR 値は FR 値と有意な正相関を示し、基準関連妥当性は問題ないと考えられた。

(研究1-2) 65歳以上の高齢患者226例を対象とし、転倒および歩行自立度における M-FR の判別閾値(カットオフ値)を求めた。その結果、転倒のカットオフ値は 26.3 cm、歩行自立度のカットオフ値は 26.0 cm とするのが妥当であると考えられた。

第4章 心血管疾患患者における退院時年齢・性別の身体運動機能指標について 【研究2】

対象者は、入院期 CR において身体運動機能指標を測定し、独歩にて自宅退院に至った心大血管疾患患者480例(平均年齢66.6歳)である。身体運動機能指標は、バランス能力{片脚立位時間(one-leg standing: 以下 OLS), M-FR}, 筋力{等尺性膝伸展筋力(Isometric knee extension muscle force: 以下 KE), 握力}, 歩行能力(最大歩行速度)を測定した。これらの対象者を壮年群(40~59歳), 60歳代, 70歳代, 80歳代の4群に選別し検討した。分析の結果、各身体運動機能水準の目標値が明らかとなり、CR 方策や日常生活動作指導に有益な指標と考えられた。また、高齢者は予備能力の低さが明確であり、身体運動機能水準を客観的に評価することの重要性が示唆された。

第5章 心血管疾患患者における下肢筋力、立位バランス能力と歩行自立度との関連

【研究3】

高齢心大血管疾患患者 217 例を対象に、M-FR 値、KE 値と歩行自立度との関連について検討した。KE 値だけでは、歩行自立度の判別が困難であった 86 例を対象とし、M-FR 値のカットオフ値である 26.0 cm でさらに選別したところ、90.7%の正診率が得られた。これらのことから、歩行自立度の判定が困難な高齢心大血管疾患患者に対しては、下肢筋力評価のみならず、M-FR 値を測定することで、歩行自立度をより正確に判定することが示された。

第6章 心血管疾患患者における運動耐容能に関わる身体運動機能指標の相互関係

【研究4】

心疾患患者における運動耐容能に関わる運動機能指標の相互関係について検討した。対象は急性期 CR プログラムを終了した 108 例で、65 歳以上の高齢群 57 例と 64 歳以下の壮年群 51 例である。運動耐容能 ($\dot{V}O_2$ 、嫌気性代謝閾値) を従属変数とし、関わる因子について共分散構造分析を用いて分析した。その結果、壮年群では筋力 (握力, KE) が運動耐容能に直接関わっていたが、高齢群では筋力とバランス能力 (M-FR, OLS) が歩行能力 (歩幅, 最大歩行速度) を介して運動耐容能に間接的に関わっていることが明らかになった。以上のことから、高齢群では、筋力やバランス能力の低下によって歩行能力や運動耐容能が制限される可能性があることが示唆された。また、CR プログラム施行に際しては、筋力、バランス能力の把握とともに、特に高齢群においては、その維持増強が重要であることが明らかになった。

第7章 高齢心血管疾患患者における身体運動機能と再入院率との関連【研究5】

高齢心血管疾患患者における再入院に関わる身体運動機能指標を明らかにすることを目的とした。対象は 2006 年 10 月から 2014 年 11 月の間に、入院期 CR プログラムを施行し、自宅退院した 65 歳以上の高齢心疾患患者で 435 例である。対象を男性群 308 例と、女性群 127 例に分類し、さらに再入院群と非再入院群に分けて調査した。調査方法は後ろ向きコホート研究とし、退院時の患者背景因子 {年齢, 性別, Body Mass Index, 診断名, 併存疾患の有無, 投薬内容, 左室駆出分画 (%), geriatric nutritional risk index, 脳性ナトリウム利尿ペプチド (pg/ml), 血中ヘモグロビン濃度 (g/dl), アルブミン値 (g/ml), C 反応性蛋白 (mg/dl), および身体運動機能指標 {握力, KE, OLS, M-FR, 最大歩行速度} を調査した。観察期間は退院日から一年間とし、再入院の定義は、心臓関連入院によるものに限定した。統計学的解析の結果、男性群における再入院に関わる因子は年齢が抽出され、そのカットオフ値は 75 歳であった。また、75 歳以上か否かで分割した際の一年以内の再入院

率は有意差を認め ($p < 0.01$), 75 歳以上でリスクが高まることが示唆された。一方, 女性群では, M-FR と歩行速度が再入院に関わる因子として抽出された。M-FR と歩行速度のカットオフ値は, それぞれ 28.5 cm, 1.31 m/秒であり, 一年以内の再入院率に有意差を認めた (M-FR; $p < 0.01$, 歩行速度; $p < 0.01$)。

本研究では, 男性群では, 身体運動機能指標と一年以内の心臓関連入院との間に有意な関係を見いだすことができなかった。今回の対象群は, 再入院群と非再入院群の間で年齢以外の有意差を認めず, 平均歩行速度も 1.65 m/秒であり, 研究 2 で得られた 70 歳代の平均歩行速度 (1.68 m/秒) と同程度であった。歩行速度が予後に与える閾値として, Dumurgier ら (2009) は, 1.50 m/秒であるとして提言している。比較すると, 今回の対象群は, 再入院群ともに比較的歩行速度も保たれた症例であり, 今回採用した身体運動機能指標では, 再入院の予測まではできなかった可能性がある。一方, 女性群では, 再入院の可能性を高める指標として, M-FR で 28.5cm, 歩行速度で 1.31 m/秒の閾値が算出された。これらの指標は, 高齢心疾患患者の再入院予防のための指標になり得ると考えられた。

第 8 章 総合考察

本研究により, 高齢心疾患患者の予備能力の低下が明らかになり, 身体運動機能と運動耐容能, 再入院危険性との関連が確認できた。高齢群では, 歩行能力を介して身体運動機能が運動耐容能に関わってくることから, 歩行能力を保つこと, 骨格筋筋力, バランス能力ともに重要であることが示唆された。特に, 高齢女性群においては予備能力の低さが目立つことから, 身体運動機能の維持向上に理学療法士として寄与できる可能性があると考えられた。ただし, 本研究の対象者はいずれも NYHA 分類 IV 度などの重篤な心疾患患者は除外されていることに注意しなければならない。あくまで, 担当医師から CR の依頼があり, 身体運動機能測定が行えた者が対象になっている。重篤な心疾患症例の場合には, 疾病そのものが身体活動に影響を及ぼすことも十分に考えられるため, 本研究の結果をそのまま重症例に適応することは避けるべきである。さらに, 本研究では高齢女性の予備能力の低さが明らかになったが, 本当に早期に要介護状態に陥るかについては, 疑問が残る。実際に平均寿命は男性が 80.79 年であるのに対し, 女性は 87.05 年と, 女性の方が長い (厚生労働省, 2016)。性差の検討も含めて, 今後検証していく必要がある。