

## 心疾患患者における身体活動量と身体機能との関係

若菜, 理  
九州大学大学院人間環境学府

岸本, 裕歩  
九州大学大学院人間環境学府

<https://doi.org/10.15017/6776440>

---

出版情報：健康科学. 45, pp.9-15, 2023-03-27. 九州大学健康科学編集委員会  
バージョン：  
権利関係：

— 総 説 —

## 心疾患患者における身体活動量と身体機能との関係

若菜理<sup>1,2)</sup>, 岸本裕歩<sup>1,3)\*</sup>

### Relationship between physical activity and physical function in patients with heart disease

Masashi WAKANA<sup>1,2)</sup> and Hiro KISHIMOTO<sup>1,3)\*</sup>

#### Abstract

WHO guidelines recommend that all adults with chronic diseases engage in regular physical activity. Furthermore, the effects of physical activity on decreasing earlier death with any causes or cardiovascular disease incidence have been reported, and guidelines for physical activity are provided for each age group.

In this review article, we describe a survey of the relationship between physical activity and physical function in patients with cardiovascular disease, particularly 6-minute walking distance. Literature was searched using CiNii Articles and Medical Journal web for Japanese, and PubMed and Google scholar for English. The keywords were “cardiovascular disease,” “physical activity,” and “gait test.” Nine English-language articles were extracted and were classified as being in the phase of the ambulatory. In these studies, those who increased their physical activity improved their 6-minute walking distance, and those who were more physically active showed less decline in physical function.

**Key Words:** heart disease, physical activity, physical function

(Journal of Health Science, Kyushu University, 45: 9-15, 2023)

---

1) 九州大学大学院人間環境学府 Graduate School of Human-environment Studies, Kyushu University, Fukuoka, Japan

2) 社会医療法人天神会新古賀病院 Shin Koga Hospital, Tenjin Medical Corporation Fukuoka, Japan

3) 九州大学基幹教育院 Faculty of Arts and Science, Kyushu University, Fukuoka, Japan

\*連絡先: 九州大学基幹教育院 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744(IC15) Tel&Fax: 092-802-6071

\*Correspondence to: Faculty of Human-environment Studies, Kyushu University; IC15, 744 Motooka, Nishi-ku, Fukuoka 819-0395, Japan  
Tel&Fax, +81-92-802-6071; E-mail, kishimoto@artsci.kyushu-u.ac.jp

## はじめに

身体活動とは「エネルギー消費をきたす骨格筋の収縮を伴うあらゆる身体的な動き」<sup>1)</sup>と定義されている。よって、運動療法のみならず仕事や移動、家事などの日常生活での活動も包含されている。世界保健機構(World Health Organization : WHO)から示されている身体活動・座位行動ガイドライン<sup>2)</sup>では、成人において身体活動時間を増やすことは、追跡期間中の総死亡率および循環器疾患死亡率の低下や、部位別の悪性腫瘍、2型糖尿病、高血圧の発症予防をもたらすことが報告されている。

このガイドライン<sup>2)</sup>で推奨されている身体活動の目標値は、18~64歳男女ともに1週間を通して、中等度の有酸素性の身体活動を少なくとも150~300分、高強度の有酸素性の身体活動を少なくとも75~150分、これらを組み合わせた身体活動は同等の量と示されている。本邦の運動ガイドラインにおける身体活動の目標値は、健康診断の結果が基準範囲内の65歳以上の男女では、強度を問わず毎日40分、18~64歳では3メッツ以上の強度の身体活動を毎日60分と示されている<sup>3)</sup>。本邦のガイドラインでは歩数の目標も設定されており、65歳以上の目標値は男性7,000歩、女性6,000歩、20~64歳では男性9,000歩、女性8,500歩である<sup>3)</sup>。

一方、循環器疾患の患者を対象とした先行研究においても、身体活動量の増加に伴い疾患を発生するリスクを低下させることが示されている<sup>4,5)</sup>。具体的には、6か国における外来通院をしている成人患者を対象とした前向きコホート研究によると、中高強度身体活動量が多い患者は、虚血性心疾患および虚血性脳卒中の発症リスクが低いことが報告されている<sup>4)</sup>。もう1編の成果であるMarina Morie MSらの研究では<sup>5)</sup>、心疾患のために労作による胸部違和感を自覚し、運動制限を有する男性在宅患者82名(平均74歳)を対象とした断面調査の結果、3軸加速度センサー付身体活動量計により計測した身体活動量が多い患者は、そうでない患者に比べて最高酸素摂取量が12%高かった。以上より、循環器疾患を有する患者において身体活動量を増やすことは、疾病再発や重症化予防のために重要と考えられる。

循環器疾患とは、血液を全身に循環させる臓器である心臓や血管が正常に機能を果たせなくなる疾患を指し、大別すると①心疾患、②脳血管疾患、③動脈瘤に分けられる。中でも、心疾患は急性心筋梗塞、心不全、心臓弁膜症、肺高血圧症、末梢動脈疾患、肺塞栓症などが挙げら

れる。

そこで本論文では、循環器疾患の病型の中から、特に心疾患に焦点を当てて系統的レビューを行なった。

## 心疾患患者における身体活動量と身体機能の系統レビュー

### 1) 方法

2022年10月までに公開されていた心疾患を有する患者の身体活動量と身体機能の関連を報告した先行の原著論文を検索した。その後、抽出論文の中から系統的にレビューした。

邦文の検索は、CiNii Articles, 医中誌 web を用いて「心血管疾患」「身体活動量」「歩行テスト」をキーワードとして検索した。英文は、PubMed, Google Scholar を用いて「Cardiovascular disease」「Physical activity」「Walking test」をキーワードに検索した。

### 2) 論文の採用条件と抽出手順

論文の採用条件は、循環器疾患患者の中でも、特に心疾患を対象としていること、身体活動量を評価していること、アウトカムに歩行テストを用いていることとした。これら3条件が要旨もしくは本文に記載されている論文を抽出した。2022年10月より文献抽出作業を行い、PubMed, Google Scholar から4906編、CiNii Articles, 医中誌 web からは0編であった。4906編の中から①全文を閲覧できること、②論文タイトルもしくは抄録に検索キーワードが記載されている文献の抽出、③論文種別が総説(Review/Meta-analysis)、学会抄録であるものは除外した(図1)。

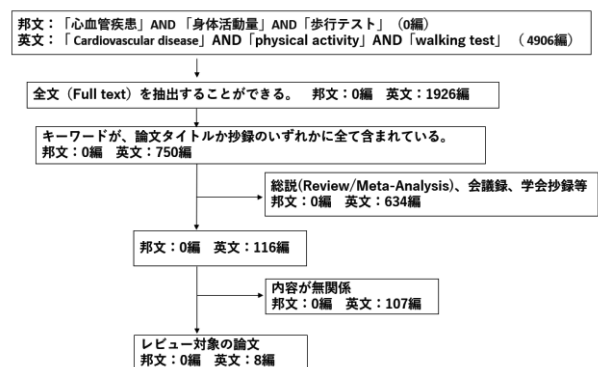


図1. 論文抽出のフローチャート

## 結果

### 1) 抽出論文の対象者特性 (表 1)

抽出された論文は 7 編が横断研究で, 1 編が縦断研究であった。末梢動脈疾患を対象とした研究が 5 編, 肺高血圧症を対象とした研究が 2 編, 心不全患者を対象とした研究が 1 編であった。8 編全ての対象患者は外来通院しており, 年齢は 44 歳から 72 歳であった。また, 身体機能評価には全て 6 分間歩行テストが含まれていた。

### 2) 身体活動量の測定機器とその方法

身体活動量の測定方法は, 手首に装着し, Time Above Threshold, Zero Crossing, Digital Integration の 3 種類の方法にて測定を行う ActiGraph を用いた研究が 3 編で, 腰部もしくはポケットやバッグに収納して 3 軸方向で連続測定可能な Power Walker を用いた研究が 1 編, 身体活動強度を算出する独自の機器 ActiMET®を用いた研究が 1 編, 手首に装着して歩数を計測する step watch を用いた研究が 1 編, 垂直加速度計にて活動単位を測定する Caltrac を用いた研究が 1 編, 記載なしが 1 編であった。

### 3) 身体活動量と身体機能との関連

Lindy<sup>6)</sup>らは, 平均 66 歳の末梢動脈疾患を有するオランダの外来患者 46 名を対象とした横断研究にてアンケート調査で活動指数を調査した。その結果, 身体活動指数が高いほどトレッドミルテストと 6 分間歩行テストの成績は正の相関関係を認めた (相関係数  $r=0.66$ ,  $P<0.01$ )。同様に Andrew<sup>7)</sup>らのアメリカの外来通院が可能な末梢動脈疾患患者 248 名, 平均年齢 65.8 歳を対象とした横断研究においては, 7,000 歩/日, および 10,000 歩/日を超えている場合は, 7,000 歩/日を下回る場合よりも 6 分間歩行距離が有意に長かった ( $P<0.01$ ) としている。続いて, Marilia Almeida Correia<sup>8)</sup>らの, ブラジルの平均 66 歳の糖尿病と末梢動脈疾患を罹患している患者 267 名を対象とした横断研究においては, ActiGraph を用いて身体活動量を評価している。その結果, 糖尿病を罹患していない末梢動脈疾患患者と比べて, 糖尿病を罹患している末梢動脈疾患患者は, 6 分間歩行距離が有意に低下し ( $P<0.030$ ), 身体活動量の中でも座位行動時間が有意に長かった ( $P<0.01$ ) と報告している。

一方で, Parveen<sup>9)</sup>らのアメリカの平均 72.5 歳の末梢動脈疾患患者 203 名を対象とした前向き追跡研究において, Caltrac を用いて 7 日間にわたり身体活動量を評

価している。その結果として, 最長 4 年間 (平均 33.6 ヶ月) 身体活動量を評価した結果, ベースライン時に身体活動量が多いほど, 少ない者に比べて 6 分間歩行距離の年間低下量の平均値は有意に少なかった (年あたり -50.82 feet 対 -107.0 feet,  $P<0.019$ ) と述べている。以上のように, 末梢動脈疾患患者において身体活動量が増えることで, 6 分間歩行距離も改善する結果となった。しかし, Aline Mendes Gerage<sup>10)</sup>らのブラジルの平均 66.7 歳の末梢動脈疾患患者 174 名を対象とした横断研究では, ActiGraph から測定した身体活動量と 6 分間歩行距離との間には相関関係 (相関係数  $r=0.32$ ) を認めなかった。

肺高血圧症患者では, Layse Nakazato<sup>11)</sup>らは, ブラジルの平均 44.3 歳の肺高血圧症を有した患者 20 名を対象とした横断研究において, 3 軸加速度センサー付身体活動量計のデータを用いて身体活動量を測定している。結果として, 歩数と 6 分間歩行距離との間に有意な正の相関関係がみられた (相関係数  $r=0.648$ ,  $P<0.004$ )。同様に, Meredith E, Pugh<sup>12)</sup>らの, 肺高血圧症を有する平均年齢 53.7 歳のアメリカ人 20 例を対象とした横断研究では, ActiGraph で 7 日連続の身体活動量を測定している。その中で, 1 日の総活動回数が WHO 機能分類 I-II 群の対象者で平均 178.1 回, WHO 機能分類 III-IV 群の対象者で平均 95.5 回である。この 1 日の総活動回数が多いほど 6 分間歩行距離が長かった (相関係数  $r=0.72$ ,  $P<0.001$ )。

心不全患者をみると, Julia Stage<sup>13)</sup>らは, フランスの平均 55 歳の心不全患者 36 名を対象とした横断研究において, 身体活動量を独自の ActiMET®にて測定しており, ActiMET®スコアが多いほど 6 分間歩行距離も長かったと述べている (相関係数  $r=0.54$ ,  $P<0.29$ )。また, この研究で使用されている ActiMET®は, 研究者によって独自に開発されている。著者らは事前に, 身体活動の質問紙である International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (相関係数  $r=0.88$ ) や Physical Activity Score (PAS) (相関係数  $r=0.49$ ) との間に正の相関関係を確認しており, 身体活動量の計測機器およびその方法は妥当であることを言及していた。

## 考察

本レビューの抽出論文 8 編のうち 7 編において, 身体活動量が多い患者ほど 6 分間歩行距離の成績が良好

表 1. 心疾患患者における身体活動量と身体機能との関連をみた論文

著者名 発表年	国名	研究デザイン	対象者	人数 (名)	平均年齢 (歳)	時期	測定機器 身体活動指標	主な結果
Lindy N. M. Gommans et al. 2016 <sup>6)</sup>	オランダ	横断研究	末梢動脈疾患	46	66	外来	記載なし 身体活動指数	トレッドミルテストと6分間歩行テストは身体活動量と中等度の正の相関あり
Andrew W. Gardner et al. 2020 <sup>7)</sup>	アメリカ	横断研究	末梢動脈疾患	248	65.8	外来	Step watch 歩数	7,000歩/日をおよび10,000歩/日を超えている者は、7,000歩/日を下回る者よりも6分間歩行距離が有意に長い
Marilia Almeida Correia et al. 2020 <sup>8)</sup>	ブラジル	横断研究	末梢動脈疾患 糖尿病	267	66	外来	ActiGraph METs	①末梢動脈疾患と糖尿病を有した患者の6分間歩行距離は有意な低下あり ②末梢動脈疾患と糖尿病を有した患者は座位行動時間が有意
Parveen K. Garg et al. 2009 <sup>9)</sup>	アメリカ	縦断研究	末梢動脈疾患	203	72.5	外来	Caltrac 活動指数	1日の身体活動量が少いほど、身体活動量が少ない者に比べて6分間歩行距離の年間平均低下量が有意に少ない
Aline Mendes Gerage et al. 2019 <sup>10)</sup>	ブラジル	横断研究	末梢動脈疾患	174	66.7	外来	ActiGraph METs	身体活動量と6分間歩行距離に相関関係は認めない
Layse Nakazato et al. 2021 <sup>11)</sup>	ブラジル	横断研究	肺高血圧症	20	44.3	外来	Power Walker 歩数	3軸加速度計付身体活動計の歩数と6分間歩行距離に有意な正の相関あり
Meredith E. Pugh et al. 2012 <sup>12)</sup>	アメリカ	横断研究	肺高血圧症	20	53.7	外来	ActiGraph METs	1日の総活動回数が多いほど6分間歩行距離が長い
Julia Satge et al. 2015 <sup>13)</sup>	フランス	横断研究	心不全	36	55	外来	ActiMET® METs	身体活動量(ActiMET®score)と6分間歩行距離に中等度の正の相関あり

METs : Metabolic equivalents

身体活動量計 : Step watch, Caltrac, ActiGraph, Power Walker, ActiMET®

であったことを報告していた。しかし、Aline Mendes Gerage ら<sup>10)</sup>の研究においては、身体活動量と 6 分間距離の間に相関関係を認めていない。その理由として、この研究は他の研究と異なり、症候性の末梢動脈疾患患者が多く、間欠性跛行を有している患者が多かった。さらに、症候性の末梢動脈疾患患者は、末梢動脈疾患の中でも重症度が高く、筋力低下が生じている<sup>14,15,16)</sup>。したがって、症候性の末梢動脈疾患患者では、身体活動量が多くても、間欠性跛行と筋力低下が存在するため、6 分間歩行テストの際の制限因子となり、6 分間歩行距離が伸びていない理由の一つとなるかもしれない。

抽出された 7 編の研究にて対象となった末梢動脈疾患、肺高血圧症、心不全患者らでは身体活動量や活動回数が増えることで 6 分間歩行距離が向上しやすいという結果となった。

これら 3 つの疾患は、同じ循環器疾患であるものそれぞれの疾患を改善する機序も異なることが考えられる。次から、これら 3 つ疾患に分けて結果を考察する。

まず、末梢臓器の血流障害にて間欠性跛行や下肢筋力低下を引き起こす<sup>14,15,16)</sup>。そのために、抽出論文 4 編<sup>6,7,8,9)</sup>の身体活動量が増えることで 6 分間歩行距離が増えた者らにおいては、間欠性跛行の出現や下肢筋力低下が軽度で、疾患特有の症候の影響を受けにくかったと考える。

次に、肺高血圧症は、何らかの原因により肺動脈圧が異常に上昇する病態の総称であり、右心カテーテルにより測定した安静臥位の平均肺動脈圧は 25 mmHg 以上と定義される。また、肺高血圧症の患者は体力と生命予後との関連が強いことから、6 分間歩行距離が肺高血圧症の体力を評価する上で、主要な評価指標として用いられている<sup>17)</sup>。Mereles, Weinstein, Chan<sup>18,19,20)</sup>らの報告では、肺高血圧症の運動療法の 26~30 名男女を対象とした無作為比較試験 (Randomized controlled trial) において、10~12 週間にわたる外来リハビリテーション (筋力増強訓練+有酸素運動) にて、6 分間歩行距離を 43~96 m 改善させ、MOS Short-Form 36-Item Health Survey (SF-36)、身体活動量も有意に改善したと報告している。この 3 編<sup>18,19,20)</sup>の論文結果より、外来リハビリテーションや身体活動量や活動機会を増やすことにより 6 分間歩行距離の改善を認めている。したがって、肺高血圧症の患者の身体活動量を増やすことは、肺高血圧症の体力を評価する主要評価指標である 6 分間歩行

距離を延長させ、生命予後を延長させるためにも重要である。

続いて心不全とは、日本循環器学会によって「なんらかの心臓機能障害、すなわち、心臓に器質のおよび/あるいは機能的異常が生じて心ポンプ機能の代償機転が破綻した結果、呼吸困難・倦怠感や浮腫が出現し、それに伴い運動耐容能が低下する臨床症候群」と定義されている<sup>21)</sup>。心不全患者の中でも 65 歳以上の高齢者では、身体活動量が著明に減少する<sup>22)</sup>し、心不全患者においては身体活動量を多くすることが生命予後や Quality of Life (QOL) にも大きく影響する<sup>23-24)</sup>と述べられている。心不全患者における体力の評価は、肺高血圧症と同様に 6 分間歩行距離がよく用いられる。さらに、心不全患者において、6 分間歩行距離と最高酸素摂取量は正の相関を示し、生命予後とも関連している<sup>25)</sup>。また、平均 49 歳の心不全患者を対象とした先行研究において、6 分間歩行距離が 300 m 未満である心不全患者の死亡率や再入院率は高いと報告している<sup>26)</sup>。以上より、心不全患者において身体活動量を多くすることは、生命予後や再入院率と関連のある 6 分間歩行距離の延長や最高酸素摂取量が増加するために重要と考えられる。

これらのような先行研究からも末梢動脈疾患、肺高血圧症、心不全の外来に通院している患者が身体活動量を増やすことは、体力指標である 6 分間歩行距離を保つために重要な要素であることが考えられた。しかし、今回抽出した論文 8 編は、全て外来で通院している患者が対象であった。実際には、入院している期間の身体活動量を測定している報告はあるものの、身体活動量と身体機能の変化の関連を検討している研究はみられない。その考えられる背景として、本邦の入院期間は診断群分類包括評価にて在院日数が設定され、在院日数も短縮する傾向となっている。よって、入院期間が短期間となるために、身体活動量と身体機能の変化との関連が検討されていない可能性が挙げられる。しかし、近年では、入院してから身体機能や日常生活活動レベルが低下するとされる入院関連機能低下も大きな問題として掲げられている。その入院関連機能低下のリスク因子の 1 つに院内身体不活動が挙げられている<sup>27)</sup>。したがって、外来通院している時期と同様に、入院している期間も身体活動量を増やすことが身体機能を向上させるとすれば、その調査を今後行う意義は高いと考えられる。

### まとめと今後の課題

本研究では、身体活動量と身体機能の関係性について先行研究をもとに系統的に調査した。身体活動量の評価は主に加速度付身体活動量計を用いて評価されていたが、身体活動量が多いほど6分間歩行距離も長い結果となり、正の相関を認める場合が多かった。よって、身体活動量が多い患者ほど身体機能が維持され、死亡率や疾病罹患率の低下にも繋がっていることが示唆された。

先行研究の全ての調査において外来で通院している患者に対しての評価となっていたために、今後は入院期の身体活動量と身体機能の関係性を明らかにする必要がある。

### 結論

循環器患者において、身体活動量を増やすことは重要であり、身体活動量と6分間歩行テストなどの身体機能評価の結果との間には、相関関係がみられた。先行研究は、外来に通院している段階の調査が殆どを占めており、今後は入院している間の身体活動量と身体機能の変化との関連を明らかにする必要がある。入院している時期から身体活動量を増やすことで、外来に通院している患者を対象とした場合と同様に、身体機能の向上を図る可能性がある。

### 引用文献

- 1) Caspersen CJ, Powell KE, and Christenson GM. (1985): Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research: *Public Health Rep*, 100: 126-131
- 2) World Health Organization,(2020): WHO 身体活動・座位行動ガイドライン(日本語版)
- 3) 厚生労働省(2013): 健康づくりのための身体活動基準
- 4) Kyu HH, Bachman VF, Alexander LT, Mumford JE, Afshin A, Estep K, Veerman JL, Delwiche K, Lannarone M, Moyer M, Cercy K, Vos T, Murray CL, and Forouzanfar M. (2016): Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and doseresponse meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *BMJ*, 354: 1-10.
- 5) Morie M, Reid KF, Miciek R, Lajevardi N, Choong K, Krasnoff JB, Storer TW, Roger A. Fielding, Shalender Bhasin, and Nathan K. Le Brasseur. (2010): Habitual Physical Activity Levels are Associated with Performance in Measure of Physical Function and Mobility in Older Men. *J Am Geriatr*, 58:1727-1733.
- 6) Gommans LNM, Hageman D, Jansen I, Gee R, Lummel RC, Vehofstad N, Scheltinga MRM, and Teijink JAW. (2016): Minimal correlation between physical exercise capacity and daily activity in patients with intermittent claudication. *Journal of Vascular Surgery*, 63:983-989.
- 7) Gardner AW, Montgomery PS, Wang M, and Shen B. (2021): Association between meeting daily step counts goals with ambulatory function and quality of life in patients with claudication. *Journal of Vascular Surgery*, 73:2105-2113.
- 8) Correia MA, Sliva GO, Paulo Longano, Trombetta IC, Consolim-Colombo F, Puech-Leao P, Wolosker N, Cucato GG, and Ritti-Dias RM. (2019): In peripheral artery disease, diabetes is associated with reduced physical activity level and physical function and impaired cardiac automatic control: Across-sectional study. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 64:1-8.
- 9) Garg PK, Liu K, Tian L, Guralnik JM, Ferrucci L, Criqui MH, Tan J, and McDermott MM. (2009): Physical activity during daily life and functional decline in peripheral arterial disease. *Circulation*, 119:251-260.
- 10) Gerage AM, Correia MA, Oliveria PML, Palmeria AC, Domingues WJR, Zeratti AE, Puech-Leao P, Wlosker N, Ritti-Dias RM, and Cucato GG. (2019): Physical Activity Levels in Peripheral Artery Disease Patients, *Arq Bras Cardiol*, 113:410-416.
- 11) Nakazato L, Mendes F, Paschoal IA, Oliveira DC, Moreira MM, and Pereira MC. (2021): Association of daily physical activity with psychosocial aspects and functional capacity in patients with pulmonary arterial hypertension: a cross-sectional study. *Pulmonary Circulation*, 11:1-9.
- 12) Pugh ME, Buchouski MS, Robbins IM, Newman JH, and Hemnes AR. (2012): Physical Activity Limitation as Measured by Accelerometry in Pulmonary Arterial Hypertension. *Chest*, 142:1391-1398.

- 13) Satge J, Guiraud T, Carette, Granger PR, and Labrunee M. (2015): Reliability and concurrent validity of the ActiMET calculator: A new tool to assess physical activity in cardiac rehabilitation. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 58:15-160.
- 14) Liapis CD, Avgerinos ED, Kadoglou NP, and Kakisis JD. (2009): What a vascular surgeon should know and do about atherosclerotic risk factor. *J Vasc Surg*, 5: 1348-1354.
- 15) Addison O, Prior SJ, Kundi R, Serra MC, Katznel LI, Gardner AW, and Ryan AS. (2018): Sarcopenia in peripheral arterial disease: prevalence and effect of functional status. *Arch Phys Med Rehabil*, 99: 623-628.
- 16) McDermott MM, Tian L, Ferruci L, Liu K, Guralnik JM, Liao Y, Pearce WH, and Criqui MH. (2004): Associations between lower extremity ischemia, upper and lower extremity strength, and functional impairment with peripheral arterial disease. *J Am Geriatr Soc*, 56:724-729.
- 17) Miyamoto S, Nagaya N, Satoh T, Kyotani S, Sakamaki F, Fujita M, Nakanishi N, and Miyatake K. (2000): Clinical correlates and prognostic significance of six-minute walk test in patients with primary pulmonary hypertension. Comparison with cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 161:487-492.
- 18) Weinstein AA, Chin LM, and Keyser RE. (2013): Effects of aerobic exercise training on fatigue and physical activity in patients with pulmonary arterial hypertension. *Respir Med*, 107:778-784.
- 19) Mereles D, Ehlken N, and Kreuzer S. (2006): Exercise and respiratory training improve exercise capacity and quality of life in patients with severe chronic pulmonary hypertension. *Circulation*, 114:1482-1489.
- 20) Chan L, Ehlken N, and Kreuzer S. (2013): Benefits of intensive treadmill exercise training on cardiorespiratory function and quality of life in patients with pulmonary hypertension. *Chest*, 143:333-343.
- 21) 日本循環器学会/日本心不全学会合同ガイドライン: 急性・慢性心不全診療ガイドライン(2017年改訂版). <https://www.j-circ.or.jp/ems/wp-content/uploads/2017/06/JCS2017-tsutsui-h.pdf>.
- 22) Tudor-Locke CE, and Myers AM. (2001): Methodological considerations for researchers and practitioners using pedometers to measure physical (ambulatory) activity. *Res Q Exerc Sport*, 72:1-12.
- 23) Izawa KP, Watanabe S, Oka K, Hiraki K, Morio Y, Kasahara Y, Peter H Brubaker, Osada N, Omiya K, and Shimizu H. (2013): Usefulness of step counts to predict mortality in Japanese patients with heart failure. *Am J Cardiol*, 111: 1767-1771.
- 24) Izawa KP, Yamada S, Oka K, Watanabe S, Omiya K, Iijima S, Hirano Y, Kobayashi T, Kasahara Y, Samejima H, and Osada N. (2004): Long-term exercise maintenance, physical activity, and health-related quality of life after cardiac rehabilitation. *Am J Phys Med Rehabil*, 83: 884-892.
- 25) Zugck C, Kruger C, Durr S, Gerber H, Haunstetter A, Hornig K, Kubler W, and Haassal M. (2000): Is the 6-minute walk test a reliable substitute for peak oxygen uptake in patients with dilated cardiomyopathy? *Eur Heart J*, 21: 540-549.
- 26) Cahalin LP, Mathier MA, Semigran MJ, Dec GD, and DiSalvo TG. (1996): The six-minute test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest*, 110:325-332.
- 27) Anna Z, Efrat S, Nurit G, Orly T, and Gary S. (2015): Hospital-Associated Functional Decline: the role of hospitalization processes beyond individual risk factors. *J Am Geriatr Soc*, 63:55-62.