サルコペニアを有さない末梢動脈疾患患者における 歩行特性の検討

Gait Characteristics in Peripheral Artery Disease without Sarcopenia

佐々木 拓良^{1,2)} 入江 容³⁾ 上田 清史³⁾ 石坂 正大⁴⁾ 金子 純一郎⁴⁾

TAKURA SASAKI, RPT, MS^{1,2)}, HIROSHI IRIE, RPT, PhD³⁾, KIYOSHI UEDA, RPT³⁾,
MASAHIRO ISHIZAKA, RPT, PhD⁴⁾, JUNICHIRO KANEKO, RPT, PhD⁴⁾

¹⁾ Rehabilitation Room, International University of Health and Welfare Shioya Hospital: 77 Tomita, Yaita-shi, Tochigi 329-2145,
Japan TEL +81 287-44-1155 E-mail: 19S3067@g.iuhw.ac.jp

²⁾ Department of Health and Medical Science, International University of Health and Welfare Graduate School

³⁾ Department of Rehabilitation, International University of Health and Welfare Hospital

⁴⁾ Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, International University of Health and Welfare

Rigakuryoho Kagaku 35(2): 289-294, 2020. Submitted Nov. 20, 2019. Accepted Dec. 9, 2019.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to examine the gait characteristics of peripheral arterial disease (PAD) patients without sarcopenia. [Participants and Methods] The subjects were 14 male PAD patients and 11 elderly males in the same age group who did not have sarcopenia. Gait at a comfortable speed, grip strength, isometric knee extension muscle strength, ankle range of motion, and body composition were measured and compared between the two groups. [Results] The PAD group showed a significant decrease in walking speed and stride. However, physical function items and lower limb blood flow showed no significant correlations with walking speed. [Conclusion] PAD patients showed decreased walking speed regardless of muscle mass and strength, suggesting the need for early intervention on gait.

Key words: peripheral arterial disease, walking characteristics, sarcopenia

要旨:〔目的〕本研究は、サルコペニアを有さない末梢動脈疾患（PAD）患者における歩行特性の検討を目的としている。〔対象と方法〕PAD患者14名と、同年代の地域高齢者11名を対象とし、各群ともにサルコペニアに該当しない男性を対象とした。快適速度での歩容および握力、等尺性膝関節伸展筋力、足関節可動域、体組成成分を計測し2群間で比較した。また、歩行速度と身体機能および下肢血流の関係性を検討した。〔結果〕歩行速度、歩幅においてPAD群は有意な低下を示した。しかし、歩行速度に対して、身体機能項目および下肢血流で有意な相関関係はみられなかった。〔結論〕PAD患者は筋肉量および筋力の低下にもかかわらず歩行速度の低下を示し、歩容に対する早期介入の必要性が示唆された。

キーワード: 末梢動脈疾患、歩行特性、サルコペニア

¹⁾ 国際医療福祉大学塩谷病院 リハビリテーション室：栃木県矢板市富田77（〒329-2145）TEL 0287-44-1155

²⁾ 国際医療福祉大学大学院 保健医療学専攻 理学療法学分野

³⁾ 国際医療福祉大学病院 診療技術部 リハビリテーション室

⁴⁾ 国際医療福祉大学 保健医療学部 理学療法学科

I. はじめに

末梢動脈疾患 (peripheral arterial disease: 以下, PAD) は, 下肢のしびれや冷感, 間欠性跛行 (intermittent claudication: 以下, IC) から足趾潰瘍・壊死に至る重症虚血肢 (critical limb ischemia: 以下, CLI) まで多彩な障害像を呈す血管疾患である. IC における疼痛発現箇所は, 血管の狭窄部位により異なり, 総腸骨動脈および内腸骨動脈領域の閉塞の場合は殿筋跛行を呈することが多い. 一方で, 外腸骨動脈やそれより末梢領域での閉塞の場合は下腿に跛行症状を呈することが多い.

PAD 患者の多くは下腿に症状を呈すると報告されており, 典型的な跛行は PAD 患者の約 1/3 に生じる¹⁾. 患者の多くは, 日々の活動制限を伴う機能的能力の低下を引き起こすと報告されており²⁾, 同年代対照群と比較したときの, 最大歩行距離や下肢筋力の低下³⁾, また, それら機能障害に起因する歩行速度の低下⁴⁾などが報告されている. 歩行速度に関しては, サルコペニアやフレイルの診断基準^{5,6)}にも用いられており, 歩行速度の低下は高齢者の予後不良の因子と報告されている⁷⁾.

跛行患者のリハビリテーション目標は, 歩行機能の改善による生活の質の向上と疾病の重症化予防にあり, PAD 患者に対する運動療法に関して, 末梢閉塞性動脈疾患の治療ガイドライン⁸⁾では, 監視下でのトレッドミル歩行やトラック歩行を週3回, 少なくとも3ヵ月以上実施することを推奨している. そして, その効果としては, 最大歩行時間の延長⁹⁾, 6分間歩行距離の延長¹⁰⁾が報告されている. しかし, PAD 患者において観察される歩行機能低下の根底にある病態生理学的メカニズムおよび進行性機能低下の機序は複雑であり, 完全に理解されていない. したがって, 各病期における身体機能変化とそれに伴う歩行パフォーマンスの変化を明らかにすることが, 歩行機能の改善を目的とした運動療法のエビデンスの構築に必要であると考え.

近年, 予防医学に対する関心が高まりつつあるなか, サルコペニアの予防は患者の生命予後を改善するうえでも重要視されるようになってきた. 事実, 我々の行う高齢者に対するリハビリテーション介入においても, 早期介入および予防的介入の考えが浸透してきており, 介入時期や負荷量の再検討を目的とした様々な研究で行われている. サルコペニアの有病率に関する臨床研究が数多く行われるなか¹¹⁾, PAD 患者におけるサルコペニア有病率の検討も多くの地域で行われてきた. PAD におけるサルコペニアは, 下肢虚血に伴う筋の組成変化¹²⁾や, IC に伴う活動量の低下¹³⁾を起因とする二次性サルコペニアが主であると考えられ, 欧米諸国での報告では, 地域在住の PAD 患者のサルコペニア有病率は 25%にも及んだと報告されている¹⁴⁾. 本邦においても, 上泉ら¹⁵⁾が血行再建術前の PAD 患者のサルコペニア罹患率は

21.4%であったと報告しており, 一般的なサルコペニア有病率¹⁶⁾と比較すると 2.5 倍ほどの有病率となっている. しかし, PAD 患者のサルコペニア発症における予防的側面からの検討が行われた例は少なく, PAD 患者の身体機能変化に関しても, 下肢虚血に伴う二次性サルコペニアの影響を除外したうえで検討・考察されている研究は見受けられない.

本研究は, サルコペニアの診断基準にも含まれる歩行速度に着目し, サルコペニアを罹患していない PAD 患者と, 地域在住高齢者の歩行速度を比較することで, 筋力および筋肉量の可逆性変化に伴わない, PAD 患者の歩行特性の変化を明らかにすることを目的とした. また, 歩容に影響を及ぼす可能性がある身体機能因子と歩行速度の関係性の検討を行うことで, PAD 患者に対する早期リハビリテーションの普及の一助とすることを目的としている.

II. 対象と方法

1. 対象

平成 30 年 6 月から平成 31 年 3 月にかけて国際医療福祉大学病院に末梢血管の血管内治療およびバイパス術目的で入院した PAD 患者 (以下, PAD 群) のうち, Fontaine II に該当し, 跛行出現距離が 30 m 以上の者を対象としている. なお, 症例の男女比に差が生じたため, 男性のみのデータを採用した. 比較対照群としては, 歩行を阻害する運動器疾患を有さない地域高齢男性 (以下, N-PAD 群) を対象に計測を実施した.

各群のサルコペニア診断は 2014 年版の Asian Working Group for Sarcopenia の基準⁵⁾に従い, 握力もしくは歩行速度の低下および骨格筋量指数 (skeletal muscle mass: 以下, SMI) 減少の両方を満たした者をサルコペニアとして除外した. なお, サルコペニアとして除外されなかった対象のなかには, 筋肉量の減少を呈するプレサルコペニアが PAD 群に 1 名, 神経疾患や筋肉疾患に関わらない加齢性の筋力低下を呈するダイナペニア¹⁷⁾が N-PAD 群にて 1 名存在したため, 以上 2 名も対象から除外した.

また, PAD 患者は糖尿病の罹患率が高く, 先行研究より糖尿病性神経障害 (Diabetic Peripheral Neuropathy: 以下, DPN) を有する患者は, DPN を有さないものと比べて歩行速度の低下を引き起こすと報告されている¹⁸⁾. したがって, 本研究においては DPN の影響を除外するため, 糖尿病神経障害を考える会の診断基準¹⁹⁾を参考に, 自覚症状の有無, 両側アキレス腱反射低下の有無, 両側内踝の振動覚低下の有無を評価し, 3 項目のうち 2 項目以上を満たす場合を対象除外として, PAD 群から 3 名を除外した. 除外基準に該当しなかった最終的な被験者数は, PAD 患者 14 名, N-PAD 群は

11名であった。

本研究は、国際医療福祉大学大学院倫理審査承認（承認番号：17-10-196）および国際医療福祉大学病院倫理審査委員会（承認番号：13-B-297）の承認を得て実施した。

2. 方法

評価項目は、サルコペニア該当の有無、体組成成分、握力、等尺性膝伸展筋力体重比、10 m 歩行速度、歩行率、足関節可動域、足首上腕血圧比（ankle brachial pressure index：以下、ABI）とし、PAD 患者に関しては、跛行出現距離の評価も実施した。各種身体機能評価に関しては以下の通り実施した。

各被検者の体組成成分は体組成計（Inner scan50V, TANITA 社製）を使用し測定した。測定条件は、先行研究²⁰⁾を参考に、安静座位で5分以上経過したことを確認した後、機器取扱説明書に基づき静止立位をとっていただき、測定中に体動、発声を行わないよう指示し、食事を摂っているものは食事摂取後2時間以上経過した後測定した。計測項目は、全身筋肉量、体脂肪量、体水分量、四肢骨格筋量とした。

握力の計測は新体力テスト実施要項²¹⁾に基づき、デジタル式握力計（T.K.K.5401, 竹井機器工業社製）を使用し、各施行間で30秒のインターバルを挟んで、左右各2回ずつ計測を実施した。なお、計測値は2回のうちの最大値を採用し、左右における最大値を代表値として採用した。

等尺性膝伸展筋力体重比は、平澤ら²²⁾の先行研究に基づき、大腿四頭筋の等尺性最大筋力をHand Held Dynamometer（以下、HHD, アニマ社製）を用いて計測した。計測値は3回のうちの最大値の体重比を結果として採用し、左右における最大値を代表値として採用した。

10 m 歩行の計測は、10 m の歩行路と両端3 m の助走路を設定して、歩行速度は、慣習的歩容を明らかにするために、ICが出現していないことを確認し快適速度にて計測した。計測は2回実施し、各施行における歩行速度および歩行率、歩幅を計測し、歩幅の算出は10 m 歩行に要した歩数より算出した。各計測値は平均値をデータとして採用した。

関節可動域の測定は日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会の計測方法に準じて、他動運動にてゴニオメーターを使用し5°単位で測定した。計測姿勢は背臥位、膝関節屈曲位にて、腓骨より降ろした垂線を基本軸（0°）、第5中足骨を移動軸とし測定した。左右の平均値を代表値とした。

ABIの計測はオムロン社製のBP-203RPE IIIを使用した。計測手順および禁止事項に関しては、機器の取扱説明書を参考にして計測を実施した。被検者には、計測前

に5分程度の休息を挟んでいただき、機器が被検者の心音信号を正常に感知した時点から計測を開始した。測定値は左右の最低値を代表値として採用した。

PAD患者の跛行出現距離の計測は安静座位で5分以上経過した後に、下肢に疼痛や痺れがないことを確認したうえで実施した。計測条件は、10 m 間隔で目印を設置した40 m の歩行路を自由速度で最大500 m（6分間）歩行した。患者には下肢に疼痛が出現した時点で自己申告するよう享受し、歩行中の有訴距離および有訴部位を計測した。

統計処理はIBM SPSS Statistics Ver.25を用いて、PAD群とN-PAD群の身体機能および体組成の比較をMann-WhitneyのU検定を用いて実施し、両群の歩行速度と身体機能、下肢循環動態における相関関係をSpearmanの順位相関係数により検討した。すべての有意水準は5%とした。また、PAD群における疾患背景を明らかにするため、血管狭窄部位、合併症をカルテ情報より聴取した。

III. 結果

PAD患者の、合併症と歩行能力（表1）より、PAD患者の跛行出現距離の中央値は200 mであり、有訴部位としては下腿後面における荷重時痛が最も多かった。各合併症の有病数は糖尿病が10名、高血圧症が9名、高脂血症が5名、慢性腎臓病が3名であった。PAD群とN-PAD群での身体機能を比較したところ、PAD群において歩行速度および歩幅といった歩容に有意な低下が認められた。一方、握力や、等尺性膝関節伸展筋力といった筋力指標、足関節可動域、体組成成分に関しては有意な差がみられなかった（表2）。

歩行速度と各身体機能の各群の相関係数を表3に示した。等尺性膝伸展筋力は両群ともに有意な相関関係はなく、PAD $r=0.18$, N-PAD $r=0.54$ であった。足関節可動域においても底背屈可動域ともに有意相関関係はみられず、PAD 底屈 $r=0.50$, 背屈 $r=0.22$, N-PAD 底屈 -0.13 , 背屈 $r=0.57$ であった。ABIに関しては、N-PAD群のみで有意な相関がみられ、 $r=0.69$ であった。

IV. 考察

結果より、PAD群はN-PAD群に比べ、歩行速度および歩幅が有意に減少しており、筋力指標には有意な差は認められなかった。これまでの先行研究において、PAD患者の身体機能に関して、McDermottら²³⁾は地域在住高齢者と比較して、PAD患者における下肢の神経伝導速度や、膝関節伸展筋力が低下しており、筋力はABIと歩行スピードを介する因子であったと報告している。本研究の結果からは、両群での歩行速度と下肢筋力

表1 PAD患者の背景因子

ID	年齢	狭窄部位	ABI (右/左)	合併症	跛行出現距離 (m)	有訴部位
A	68	左浅大腿動脈	1.12/0.86	DM, HT, HL, CKD	240	左下腿後面
B	79	右浅大腿動脈 + 左大腿～膝窩動脈	1.02/0.93	DM, HT, HL	400	右下腿後面
C	80	右総腸骨動脈	0.64/0.94	DM	320	右下腿後面
D	70	左浅大腿動脈	1.10/計測不可	DM, HT	160	左下腿後面
E	70	左総腸骨動脈～外腸骨動脈末梢	0.83/0.46	DM, HT	50	左殿部～大腿前面
F	68	両側総腸骨動脈	0.87/0.88	HT, CKD	400	両側下腿前面 + 後面
G	76	左浅大腿動脈	0.95/0.72	DM, HT, HL	80	左下腿前面 + 後面
H	85	両側外腸骨動脈	0.65/0.84	HL	80	両側殿部外側
I	70	右外腸骨動脈	0.78/0.83	HT	400	両側下腿後面
J	76	左膝窩動脈	1.00/0.65	DM	200	左下腿後面
K	72	右浅大腿動脈	0.76/1.12		200	右下腿後面, 大腿前面
L	72	両側外腸骨動脈	0.61/0.64	DM, HL, CKD	100	両側下腿後面
M	70	両腸骨動脈	0.92/0.98	DM, HT	240	左大腿前面, 下腿後面
N	67	F-F バイパス部分	1.26/0.61	DM, HT	100	左大腿前面, 下腿後面

PAD患者：末梢動脈疾患患者，ABI：ankle brachial pressure index，DM：diabetes mellitus（糖尿病），HT：hypertension（高血圧症），HL：hyperlipidemia（高脂血症），CKD：chronic kidney disease（慢性腎臓病）。

表2 各群の身体機能と体組成の比較

		PAD 群	N-PAD 群	p
n 数 (人)		14	11	
年齢 (歳)		71.0 (67.0-85.0)	72.0 (67.0-82.0)	1.000
身長 (cm)		166.6 (154.5-174.5)	163.4 (147.4-172.1)	0.467
体重 (kg)		63.4 (58.0-76.3)	66.6 (49.9-83.3)	0.501
BMI (kg/m ²)		23.4 (20.4-28.2)	23.7 (20.5-29.2)	0.344
ABI		0.7 (0.5-0.9)	1.1 (0.9-1.3)	<0.001**
握力 (kg)		34.3 (29.4-42.0)	40.1 (26.3-50.7)	0.134
等尺性膝伸展筋力 (kgf/kg)		0.5 (0.3-0.6)	0.5 (0.2-0.8)	1.000
10 m 歩行 (快適速度)	歩幅 (m)	0.6 (0.5-0.7)	0.7 (0.5-0.8)	0.044*
	速度 (m/sec)	1.2 (0.8-1.6)	1.4 (1.1-1.7)	0.018*
	歩行率 (setps/sec)	2.0 (1.6-2.3)	2.0 (2.0-2.2)	0.095
足関節可動域	背屈 (°)	15.0 (-2.5-32.5)	17.5 (10.0-32.5)	0.166
	底屈 (°)	41.3 (20.0-57.5)	45.0 (37.5-50.0)	0.647
体組成	全筋肉量 (kg)	47.2 (43.5-54.2)	49.6 (35.8-60.3)	0.560
	体脂肪率 (%)	22.6 (12.0-29.7)	22.5 (16.4-36.7)	0.899
	骨格筋指数 (kg/m ²)	8.4 (7.1-10.3)	8.5 (7.7-10.9)	0.899
	体水分率 (%)	52.3 (44.5-58.6)	52.6 (43.3-60.6)	0.899

中央値（最小値 - 最大値）。PAD 群：末梢動脈疾患患者群，N-PAD 群：歩行を阻害する運動器疾患を有さない地域高齢男性群，BMI：body mass index，ABI：ankle brachial pressure index. *：p<0.05，**：p<0.01。

の間に有意な相関関係は存在せず，歩行速度と下肢循環動態においては，N-PAD 群のみで，歩行速度と ABI の間に正の相関関係がみられた。地域在住高齢者の歩行速度に関して，McDermott ら³⁾は ABI の低下は歩行速度

の低下に関連していたと報告しており，N-PAD 群の結果に関しては，先行研究を支持する結果となった。一方，PAD 患者に関しては，ABI と歩行速度に相関関係はみられなかった点から，ABI と歩行速度の関連性を示し

表3 歩行速度と身体機能, 体組成, 下肢循環動態の相関係数

	等尺性膝伸展筋力	足関節底屈	足関節背屈	BMI	骨格筋指数	ABI	跛行出現距離
歩行速度 (PAD)	0.18	0.50	0.22	-0.07	0.35	0.47	0.19
歩行速度 (N-PAD)	0.54	-0.13	0.57	0.44	0.37	0.69*	

PAD: 末梢動脈疾患, N-PAD: 歩行を阻害する運動器疾患を有さない地域高齢男性, BMI: body mass index, ABI: ankle brachial pressure index. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

たMcDermottらの報告と相反する結果であった。結果の要因としては、本研究ではサルコペニアを有していない症例を対象としたため、下肢虚血に伴う二次性の機能障害が生じる前段階であり、ABIと歩行速度の介在因子である下肢筋力に差が生じていなかったことが考えられる。歩行速度と跛行出現距離に有意な相関関係が存在しなかった点からも、サルコペニアを有していないPAD患者では、歩行速度と重症度に関連性が得られにくいことが考えられる。しかし、両群での歩容の差に着目すると、歩行速度および歩幅には有意差が存在し、PAD患者は歩行速度が低下していることが明らかとなった。このことから、サルコペニアを有していないPAD症例では、身体機能の低下は伴わないが、虚血筋に対する代償的な歩容が歩行速度の低下として早期から顕著化することが考えられる。

PAD患者の疼痛代償性の歩容と歩行速度の関係性に関して、研究対象者の8割以上が主訴として訴えた、下腿部における虚血性疼痛が関連すると考える。PAD患者の歩行中の足底圧に関して、Ayzin Rosokyら²⁴⁾は、PAD患者とPADを罹患していない高齢者の足底圧を比較したとき、下肢疼痛の有無にかかわらず足底圧が有意に低下し、疼痛出現後は前足部優位に荷重量の減少を示したと報告している。また、Koutakisら²⁵⁾は、跛行歩行出現後のPAD患者の足関節底屈モーメントが立脚後期において減少していたと報告している。このことから、PAD患者は、疼痛代償性に歩行速度を緩めることで足関節における底屈モーメントを減少させ、荷重応答による下腿の筋収縮を避けるために、患側の立脚期を短縮することで歩幅の減少が生じたことが考えられる。また、Myersら²⁶⁾はPAD患者と同年代対照群の生体力学的分析において、跛行出現の有無にかかわらず両群には、歩行パラメーターの変化や、歩行中の関節角度に有意な差がみられたとしている。我々が対象としたPAD群も無痛条件下で有意な歩行速度の低下を示していたことから、PAD患者は跛行出現前より、疼痛代償性の歩容を予防的にとっていることが考えられる。

歩行速度と下肢筋力の関係性に関して、PAD群とN-PAD群の両群において、下肢筋力には有意な相関関係がみられなかった。この要因として、大森ら²⁷⁾は、高齢男性が1.0 m/sec以上の歩行速度を有するための、

等尺性膝伸展筋力の目標値は0.36 kgf/kg以上としており、筋力が一定値を下回った場合に、筋力の低下に伴い歩行速度が低下すると報告している。このことから、今回対象とした、2群が双方ともに、筋力が0.36 kgf/kg未満のものが少なかったために、歩行速度と筋力に相関関係が得られなかったことが考えられる。

また、歩行速度と足関節の関節可動域に着目すると、両群における足関節可動域に有意さは存在せず、歩行速度と足関節可動域の間にも相関関係はみられなかった。Yamamotoら²⁸⁾は動脈硬化を有する高齢者の体幹柔軟性は低下すると報告しており、そこには、運動習慣や身体活動量(physical activity: 以下、PA)といった因子が介在していると結論づけている。PAD患者のPAに関する先行研究では、PAD患者はより低いPAを示し、PAとABIおよび歩行能力は有意な正の相関関係を示すとしている²⁹⁾。そのため、PAが低下していると予測されるPAD群はN-PAD群に比べて足関節の可動域制限を伴うと仮説を立てたが、本結果は仮説に反する結果であった。要因としては、今回対象としたPAD患者にはPAが保たれた症例が多く、活動性低下に伴う柔軟性の低下を引き起こさなかったことが考えられる。Fontaine II度に該当する患者のIC発症の有無は、その活動性に依存するとされており、ICの既往がないままCLIを発症する患者がいる理由の一つともされている。今回対象とした、PAD症例は日常生活でのICを主な訴えとして入院した患者であるため、活動量は比較的保たれていたことが推測される。しかし、本研究では、対象者の活動性まで聴取できていなかったため、各病期でのPA低下と関節可動域の関係性の究明に関しては今後の展望としたい。

本研究は、サルコペニアを有さないPAD患者の身体機能を非疾患群と比較することで、身体機能の維持されたPAD患者の歩行特性を明らかとした。PAD患者は非疾患群と比べて、歩行速度、歩幅が有意に低下することが明らかとなり、歩行速度に対する筋力や筋肉量の影響は少ないことが考えられた。このことから、PAD患者は跛行出現前より予防的に歩行速度を低下させることで、疼痛を回避しており、慣習的歩行速度の低下に寄与している可能性が考えられた。そして、サルコペニアを有さないPAD患者における慣習的歩行速度の低下に対する

早期介入の必要性が示唆された。しかし、歩容の変化の機序に関しては文献的考察によるものであるため、歩行速度の低下の要因に関しては考察の域を超えることはできない。また、対象者が各群とも少ない点、跛行出現距離にばらつきがあり、患者のなかで重症度に差が生じた点が本研究の限界として挙げられる。今後は、対象者数を増やし、動作分析を含めた歩行特性の検討を行い、歩行速度の変化機序を明らかにしていきたい。

利益相反 開示すべき利益相反はない。

引用文献

- 1) TASC II Working Group, 日本脈管学会：下肢閉塞性動脈硬化症の診断・治療指針II. 日本脈管学会（編），メディカルトリビューン，東京，2007，pp37-38.
- 2) Buldt AK, Murley GS, Butterworth P, et al.: The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: a systematic review. *Gait Posture*, 2013, 38: 363-372.
- 3) McDermott MM, Applegate WB, Bonds DE, et al.: Ankle brachial index values, leg symptoms, and functional performance among community-dwelling older men and women in the lifestyle interventions and independence for elders study. *J Am Heart Assoc*, 2013, 2: e000257.
- 4) Crowther RG, Spinks WL, Leicht AS, et al.: Relationship between temporal-spatial gait parameters, gait kinematics, walking performance, exercise capacity, and physical activity level in peripheral arterial disease. *J Vasc Surg*, 2007, 45: 1172-1178.
- 5) 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.
- 6) Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group: Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2001, 56: M146-M156.
- 7) Studenski S, Perera S, Patel K, et al.: Gait speed and survival in older adults. *JAMA*, 2011, 305: 50-58.
- 8) 宮田哲郎（班長）：末梢閉塞性動脈疾患の治療ガイドライン（2015年改訂版）。http://www.j-circ.or.jp/guideline/JCS2015_miyata_h.pdf（閲覧日2018年5月24日）。
- 9) Murphy TP, Cutlip DE, Regensteiner JG, et al.: Supervised exercise versus primary stenting for claudication resulting from aortoiliac peripheral artery disease: six-month outcomes from the claudication: exercise versus endoluminal revascularization (CLEVER) study. *Circulation*, 2012, 125: 130-139.
- 10) McDermott MM, Ferrucci L, Tian L, et al.: Effect of granulocyte-macrophage colony-stimulating factor with or without supervised exercise on walking performance in patients with peripheral artery disease: the PROPEL randomized clinical trial. *JAMA*, 2017, 318: 2089-2098.
- 11) von Haehling S, Morley JE, Anker SD: An overview of sarcopenia: facts and numbers on prevalence and clinical impact. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2010, 1: 129-133.
- 12) Koutakis P, Weiss DJ, Miserlis D, et al.: Oxidative damage in the gastrocnemius of patients with peripheral artery disease is myofiber type selective. *Redox Biol*, 2014, 2: 921-928.
- 13) Garg PK, Liu K, Tian L, et al.: Physical activity during daily life and functional decline in peripheral arterial disease. *Circulation*, 2009, 119: 251-260.
- 14) Addison O, Prior SJ, Kundi R, et al.: Sarcopenia in peripheral arterial disease: prevalence and effect on functional status. *Arch Phys Med Rehabil*, 2018, 99: 623-628.
- 15) 上泉 理，江端純治，高橋友哉・他：PADの血行再建術前後における身体機能と体組成の変化. 心臓リハビリテーション (JJCR), 2017, 23: 6-12.
- 16) 幸 篤武，下方浩史：地域在住高齢者におけるサルコペニアの実態. 医学のあゆみ, 2014, 248: 649-654.
- 17) Clark BC, Manini TM: What is dynapenia? *Nutrition*, 2012, 28: 495-503.
- 18) Savelberg HH, Ilgin D, Angin S, et al.: Prolonged activity of knee extensors and dorsal flexors is associated with adaptations in gait in diabetes and diabetic polyneuropathy. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2010, 25: 468-475.
- 19) 日本糖尿病学会（編）：科学的根拠に基づく糖尿病診療ガイドライン2013. 南江堂，東京，2013，pp115-128.
- 20) 秋葉 崇，小川明宏，寺山圭一郎・他：足関節底背屈運動が血行動態と自律神経系に与える影響. 理学療法科学, 2017, 32: 695-699.
- 21) 文部科学省：新体力テスト実施要項. http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/03040901.htm（閲覧日2018年5月24日）。
- 22) 平澤有里，長谷川輝美，笹 益雄・他：HHDによる膝伸展筋力測定法の妥当性. 総合リハビリテーション, 2005, 33: 375-377.
- 23) McDermott MM, Guralnik JM, Albay M, et al.: Impairments of muscles and nerves associated with peripheral arterial disease and their relationship with lower extremity functioning: the InCHIANTI Study. *J Am Geriatr Soc*, 2004, 52: 405-410.
- 24) Ayzin Rosoky RM, Wolosker N, Muraco-Netto B, et al.: Ground reaction force pattern in limbs with intermittent claudication. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2000, 20: 254-259.
- 25) Koutakis P, Johanning JM, Haynatzki GR, et al.: Abnormal joint powers before and after the onset of claudication symptoms. *J Vasc Surg*, 2010, 52: 340-347.
- 26) Myers SA, Applequist BC, Huisinga JM, et al.: Gait kinematics and kinetics are affected more by peripheral arterial disease than by age. *J Rehabil Res Dev*, 2016, 53: 229-238.
- 27) 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. 総合リハビリテーション, 2005, 33: 1141-1144.
- 28) Yamamoto K, Kawano H, Gando Y, et al.: Poor trunk flexibility is associated with arterial stiffening. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2009, 297: H1314-H1318.
- 29) McDermott MM, Greenland P, Liu K, et al.: The ankle brachial index is associated with leg function and physical activity: the Walking and Leg Circulation Study. *Ann Intern Med*, 2002, 136: 873-883.