

## Original Article

## 回復期リハビリテーション病棟における体成分分析装置を用いないサルコペニア診断の精度

菱川法和,<sup>1</sup> 沢田光思郎,<sup>1,2</sup> 庄野沙和,<sup>3</sup> 櫻井桃子,<sup>1,3</sup> 横関恵美,<sup>4,5</sup>  
前田博士,<sup>1,3</sup> 大橋鈴世,<sup>1,5</sup> 上島圭一郎,<sup>3</sup> 三上靖夫<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>京都府立医科大学大学院医学研究科リハビリテーション医学

<sup>2</sup>京都府立医科大学集学的身体活動賦活法開発講座

<sup>3</sup>京都地域医療学際研究所がくさい病院リハビリテーション科

<sup>4</sup>京都府立医科大学大学院医学研究科脳神経内科学

<sup>5</sup>京都府立医科大学附属病院リハビリテーション部

## 要旨

Hishikawa N, Sawada K, Shono S, Sakurai M, Yokozeki M, Maeda H, Ohashi S, Ueshima K, Mikami Y. Accurate diagnosis of sarcopenia without using a body composition analyzer in a convalescent rehabilitation ward. *Jpn J Compr Rehabil Sci* 2023; 14: 26–32.

【目的】Asian Working Group for Sarcopenia 2019では、体成分分析装置を用いない方法で簡便にサルコペニア診断を行い、早期治療を推奨している。本研究では、体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度を検証した。

【方法】85例の回復期リハビリテーション病棟に入院中の患者を対象とし、体成分分析装置を用いる方法と用いない方法でサルコペニア診断を行った。体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度を明らかにするため、感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率を算出した。

【結果】感度は0.94、特異度は0.77、陽性的中率は0.86、陰性的中率は0.90であった。

【結論】体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度は高かった。しかし、脂肪組織や浮腫のため下腿周囲長が大きくなる症例では、体成分分析装置を用いない方法においてサルコペニアと診断されない可能性がある。

**キーワード：**サルコペニア, AWGS2019, 回復期リハビリテーション病棟, 診断

著者連絡先：沢田光思郎

京都府立医科大学集学的身体活動賦活法開発講座  
〒602-8566 京都府京都市上京区河原町通広小路  
上る梶井町465

E-mail: koshiro@koto.kpu-m.ac.jp

2023年1月30日受理

利益相反：本研究において、一切の利益相反や研究資金の提供はありません。

## はじめに

サルコペニアは、骨格筋量と筋力の進行性かつ全身性の低下に特徴づけられる症候群であり、身体機能障害、生活の質の低下、死のリスクを伴う [1, 2]。加齢を主な原因とするものを1次性サルコペニア、加齢以外に明らかな原因（疾患、身体不活動、低栄養）があるものを2次性サルコペニアと定義されている。本邦における地域在住の高齢者では有病率が約8%と報告されているが、回復期リハビリテーション病棟への入院患者では、有病率が約6-7倍と高率である [3-6]。また、回復期リハビリテーション病棟への入院患者におけるサルコペニアの合併は、摂食嚥下障害や日常生活活動、自宅復帰率等の低下につながる事が明らかになっている [7-9]。

サルコペニア診断には、体成分分析装置を用いた生体電気インピーダンス法や二重エネルギーX線吸収測定法により骨格筋量の計測を行うことが必要である。しかし、計測機器が非常に高価であるため、大学病院やロコモティブシンドローム・フレイル外来等の専門機器の整った医療施設や研究施設のみでしか評価を行うことができず、回復期リハビリテーション病棟等におけるサルコペニア診断の妨げになっている。最新の診断基準であるAsian Working Group for Sarcopenia 2019 (AWGS2019)では、体成分分析装置がない医療施設でも下腿周囲長 (calf circumference: CC) 等の評価により症例の抽出を行い、筋力 (握力) または身体機能 (5回椅子立ち上がりテスト) の低下を認めた場合にサルコペニアと診断が可能とされている [10]。体成分分析装置を用いない方法でサルコペニアを適切に診断できれば、高価な計測機器が十分に設置されていない回復期リハビリテーション病棟でもサルコペニアの早期発見・治療につながり、ひいては入院患者の予後や転帰を改善させる可能性がある。

AWGS2019で推奨された体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度は、ロコモティブシンドローム・フレイル外来を受診した患者において高いことがすでに報告されているが [11]、高齢か

つさまざまな疾病を併存する回復期リハビリテーション病棟の入院患者では明らかではない。本研究では、回復期リハビリテーション病棟に入院中の患者を対象とし、体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度を検証した。

## 方法

### 1. 対象

研究デザインは横断研究である。2020年10月から2021年2月に46床の回復期リハビリテーション病棟（京都市，日本）に入院した20歳以上の患者を登録した。研究実施施設は総人口が約146万人のうち65歳以上の人口が約28%の都市に存在する地域の回復期リハビリテーション病院であった。また、すべての患者は、急性期病院から病態が安定した後に当該施設へ転院していた。除外基準は心臓ペースメーカーを装着、四肢のいずれかを欠損、意識障害および重度の認知機能障害のため評価が困難、妊娠中、同意が得られなかった患者とした。本研究は、研究実施施設における倫理審査委員会の承認（受付番号：ERB-C-2713）を得て行った。ヘルシンキ宣言と人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針に基づき、対象の保護に十分留意した。本人または代理人に口頭および文書でインフォームドコンセントを行い、自由意思に基づき書面による同意を得た。

### 2. 臨床情報

年齢、性別、身長、体重、体格指数、入院の対象となった疾患、発症および受傷後期間、併存疾患、嚥下障害、栄養状態、Functional independence measureを臨床データとして抽出した。併存疾患はCharlson's comorbidity index [12]、嚥下障害はFood Intake LEVEL Scale [13]、栄養状態はGeriatric Nutritional Risk Index [14]を用いて評価した。また、体成分分析装置（Inbody S10，株式会社インボディ・ジャパン，日本）を用いた生体電気インピーダンス法により、体組成を午前中（9：00から12：00）に計測した。計測結果より体脂肪率、細胞外水分比（Extracellular water/Total body water: ECW/TBW）、骨格筋量を抽出した。骨格筋量の値から、四肢の筋肉量の合計を身長（m）の2乗で除した骨格筋指数（skeletal muscle mass index: SMI）を算出し、サルコペニア診断に用いた。

### 3. サルコペニア診断

サルコペニアは、AWGS2019の基準を用いて診断した [10]。体成分分析装置を用いる方法ではSMIと握力の低下を認めた場合、体成分分析装置を用いない方法ではCCと握力の低下を認めた場合にサルコペニアと診断した。握力はデジタル握力計（T.K.K.5401，竹井機器工業株式会社，日本）を用いて左右2回ずつ計測し、最大値を採用した。CCは市販のメジャーを用いて左右下腿の最も太い部分を計測し、最大値を採用した。カットオフ値は、SMIが男性7.0 kg/m<sup>2</sup>，女性5.7 kg/m<sup>2</sup>，握力が男性28 kg，女性18 kg，CCが男性34 cm，女性33 cmとした。得られた結果より体成分分析装置を用いる方法と用いない方法でサルコペニアの有病率をそれぞれ算出した。

### 4. 統計学的解析

RおよびRコマンドの機能を拡張したEZRを統計解析に使用した [15]。統計学的な有意水準は5%未満とした。記述統計を用いて、年齢を度数分布で表したヒストグラムを作成した。また、臨床情報は比例尺度を平均値（標準偏差）、順序尺度を中央値（下四分位，上四分位）、名義尺度をパーセント（人数）で示した。体成分分析装置を用いる方法および用いない方法によりサルコペニアと診断された患者の特性は、比例尺度を2標本t検定、順序尺度をMann-WhitneyのU検定、名義尺度をFisherの正確確率検定により比較した。体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度を明らかにするため、感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率を算出した。また、CCに関連する潜在的交絡因子を確認するため、SMI、体脂肪率、ECW/TBWを説明変数として重回帰分析を行った。

## 結果

本研究には109例の患者が登録された。図1に除外となった理由と患者数、そして、分析対象となった患者数を示したフローダイアグラムを示す。除外基準に該当した患者を除き、最終85例を分析対象となった。図2に年齢を度数分布で表したヒストグラム、表1に臨床情報を示す。年齢分布は70-80歳台が半数以上を占めており、高齢患者が多かった。Functional independence measure 運動項目の合計点は60.8（12.5）

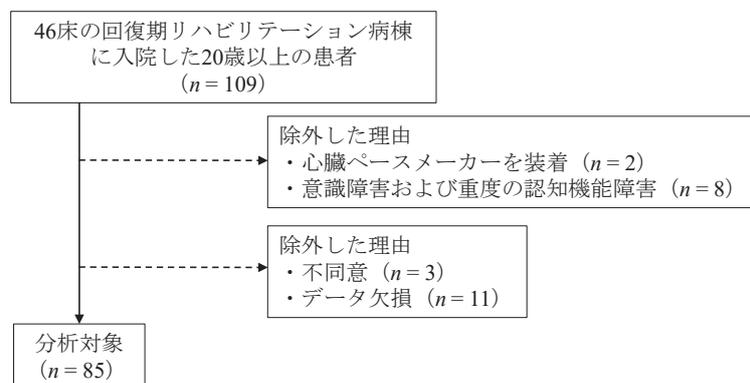


図1. 本研究のフローダイアグラム

点であり、日常生活に介助を必要とする患者が多かった。また、体成分分析装置を用いる方法および用いない方法によりサルコペニアと診断された患者の特性に有意差を認めなかった(表2)。有病率は体成分分析装置を用いる方法で58.8%(男性:18例,女性:32例,合計:50例)、体成分分析装置を用いない方法で64.7%(男性:20例,女性:35例,合計:55例)にサルコペニアを認めた(図3)。体成分分析装置を用いる方法および用いない方法によるサルコペニア診断の結果をクロス集計表に示す(表3)。体成分分析装置を用いる方法で得られた結果を基準とした場合の、体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度は、感度が0.94(95%信頼区間:0.84, 0.99)、特異度が0.77(95%信頼区間:0.60, 0.90)、陽性的中率が0.86(95%信頼区間:0.73, 0.94)、陰性的中率が0.90(95%信頼区間:0.74, 0.98)であっ

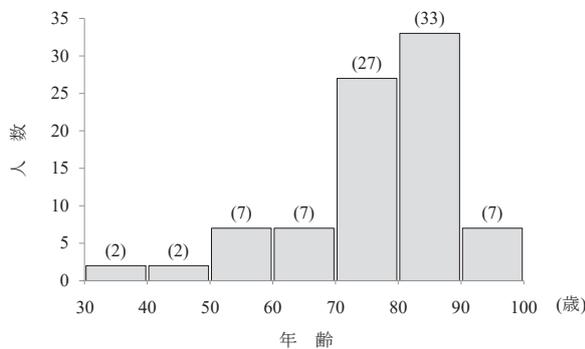


図2. 分析対象の年齢分布  
横軸は10歳毎で区分した年齢, 縦軸は人数を示している。

た。また、CCと潜在的交絡因子の間における多重線形回帰モデル式は、統計学的に有意であった( $p < 0.01$ )。モデル式の妥当性は、自由度調整済み決定係数が0.69であった。説明変数としたSMI(偏回帰係数:2.26, 95%信頼区間:1.84, 2.69,  $p < 0.01$ )、体脂肪率(偏回帰係数:0.21, 95%信頼区間:0.16, 0.26,  $p < 0.01$ )、ECW/TBW(偏回帰係数:-51.0, 95%信頼区間:-93.2, -8.8,  $p < 0.05$ )はそれぞれ有意であった。多重共線性はSMIの分散拡大係数が1.27、体脂肪率の分散拡大係数が1.15、ECW/TBWの分散拡大係数が1.16と存在しなかった。

考察

本研究では、回復期リハビリテーション病棟に入院中の患者を対象とし、AWGS2019で推奨された体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度を検証した。その結果、われわれのコホートでは体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度は高かった。

回復期リハビリテーション病棟への入院患者におけるサルコペニアの有病率は、約50%と報告されており[5, 6]、われわれのコホートでも同程度であった。しかし、サルコペニア診断の方法は、統一されたコンセンサスには至っていない。具体的には、2010年に公表されたGroup for the European Working Group on Sarcopenia in Older Peopleの診断方法を基盤としながらも、その後の報告では独自の評価項目やカットオフ値を設定している[2, 16-18]。いずれも体成分分析装置を用いることが必須であるが、本研究で用いたAWGS2019では体成分分析装置を用いない方法でも簡易にサルコペニア診断が可能である。体成分分析装

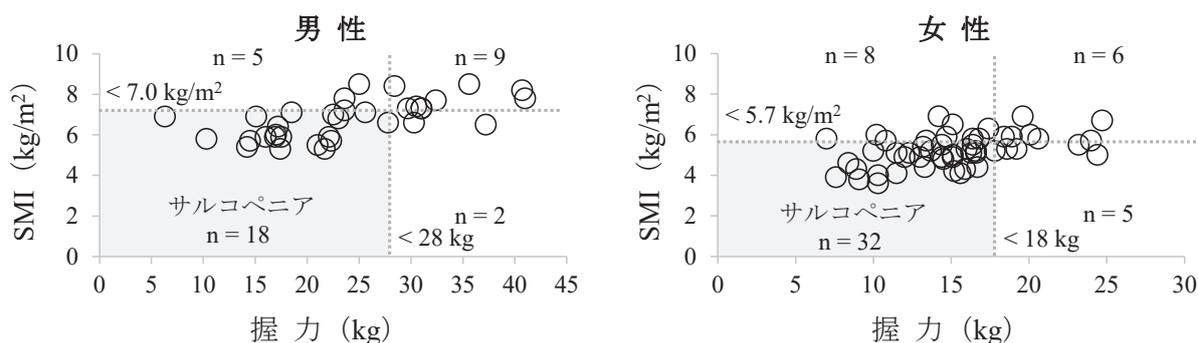
表1. 分析対象の臨床情報

年齢 (歳)	76.2 (12.5)
性別 (% , (人))	
男性	40.0 (34)
女性	60.0 (51)
身長 (cm)	156.9 (10.3)
体重 (kg)	53.2 (12.6)
体格指数 (kg/m <sup>2</sup> )	21.4 (3.7)
入院の対象となった疾患 (% , (人))	
脳血管疾患	55.3 (47)
脳梗塞	34.1 (29)
脳出血	20.0 (17)
くも膜下出血	1.2 (1)
骨格系疾患	28.2 (24)
大腿骨近位部骨折	23.5 (20)
大腿骨遠位部骨折	2.4 (2)
腰椎圧迫骨折	2.4 (2)
人工股関節全置換術	1.2 (1)
人工膝関節全置換術	3.5 (3)
その他	11.8 (10)
発症・受傷後期間 (日)	71.9 (54.2)
Functional Independence Measure	
運動項目の合計点	60.8 (21.8)
認知項目の合計点	24.6 (7.7)

表 2. 体成分分析装置を用いた方法および用いない方法によりサルコペニアと診断された患者の特性

	分析装置を用いた方法 (n=50)	分析装置を用いない方法 (n=55)	p 値
年齢 (歳)	79.6 (9.5)	78.9 (11.4)	0.75
性別 (% , (人))			1.00
男性	36.0 (18)	36.4 (20)	
女性	64.0 (32)	63.6 (35)	
身長 (cm)	154.7 (9.5)	154.7 (10.2)	0.98
体重 (kg)	47.9 (8.0)	48.1 (8.3)	0.92
体格指数 (kg/m <sup>2</sup> )	20.0 (2.6)	20.0 (2.5)	0.94
発症・受傷後期間 (日)	71.9 (45.2)	75.7 (44.3)	0.66
併存疾患			
Charlson's comorbidity index	2.3 (1.5)	2.3 (1.5)	0.98
嚥下障害			
Food Intake LEVEL Scale	9 (8, 10)	9 (8, 10)	0.96
栄養状態			
Geriatric Nutritional Risk Index	86.6 (9.4)	87.0 (9.8)	0.84
Functional Independence Measure (点)			
運動項目の合計点	55.7 (22.3)	56.5 (22.4)	0.85
認知項目の合計点	22.1 (7.7)	22.2 (7.6)	0.97

## A) SMIと握力の関係



## B) CCと握力の関係

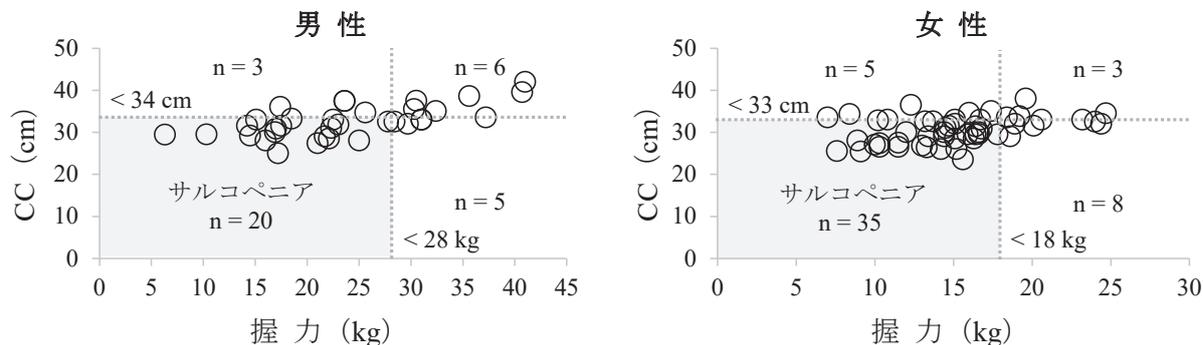


図 3. SMI または CC と握力の関係

A) SMI と握力, B) CC と握力の関係を男女別で示している。灰色枠内にある○は体成分分析装置を用いる方法および用いない方法で、それぞれサルコペニアと診断された患者を示している。SMI (skeletal muscle mass index): 骨格筋指数, CC (calf circumference): 下腿周囲長。

表 3. 体成分分析装置を用いる方法および用いない方法によるサルコペニア診断

	分析装置を用いない方法			
	サルコペニア (+)	サルコペニア (-)	合計	
分析装置を用いた方法	サルコペニア (+)	47	3	50
	サルコペニア (-)	8	27	35
	合計	55	30	85

データは人数を示している。

置を用いる方法によるサルコペニア診断の結果と比較した本研究では、体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度は全体的に高かった。また、診断の過程で計測した CC と握力は、回復期リハビリテーション病棟に入院中の患者における予後や転帰にも関連するため [19, 20]、どちらも結果の有用性は高い。すなわち、体成分分析装置を用いない方法は、回復期リハビリテーション病棟へ入院中の患者に対し高い精度でサルコペニア診断を行えるのみならず、診断の過程において得られる結果の臨床的有用性も高いと考えた。

体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断のうち、感度と比較し特異度が低かった。本研究で用いた CC は、一般の医療施設においても簡易に計測が可能であり、先行研究において骨格筋量を評価するための代用マーカーとして使用されている [21-25]。しかし、脂肪組織や浮腫の影響を完全に排除することはできない [26, 27]。本研究でも骨格筋量のみでなく脂肪組織や浮腫が、CC に対してそれぞれ独立因子として影響していた。すなわち、加齢および麻痺性・骨格系疾患等が影響し骨格筋量が減少しているものの、脂肪組織や浮腫により CC が大きくなる症例では、体成分分析装置を用いない方法においてサルコペニアと診断されない可能性がある。体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度の向上には、CC に影響するような脂肪組織や浮腫の影響を取り除くため、臨床現場で頻用されている視診や触診の結果を組み合わせ、総合的に診断する必要があると考えた。また、体成分分析装置を用いた方法によるサルコペニア診断で選択した SMI は、四肢の骨格筋量を反映する指標である。片麻痺や片側下肢の骨折等により各肢節へ限局しやすい疾患を併存する回復期リハビリテーション病棟に入院中の患者では、障害部位に特化し骨格筋量の変化が生じやすい。疾患の特性を反映した骨格筋量における指標の確立にはさらなる研究が必要である。

本研究にはいくつかの限界がある。1 つ目は、少ないサンプルサイズであったため体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度を、性別および入院の対象となった疾患別に検証ができていないことである。2 つ目は、サルコペニア診断に必要な項目の計測を行った時間帯を厳密に規制することができなかったため、計測データ（骨格筋量等）の信頼性が低くなった可能性がある。3 つ目は、体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断に 5 回椅子立ち上がりテストを選択しなかったことである。4 つ目は、AWGS2019 以外の体成分分析装置を用いない方

法とサルコペニア診断の精度を比較できていないことである。最後は、握力および CC の計測結果を、利き手・足または麻痺・受傷肢を考慮することなく左右の最大値としたことである。

## 結論

回復期リハビリテーション病棟においても、AWGS2019 で推奨された体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度は高い。しかし、診断に必要な CC において脂肪組織や浮腫の影響を完全に排除することはできない。体成分分析装置を用いない方法によるサルコペニア診断の精度のさらなる向上には、臨床現場で頻用されている視診や触診の結果を組み合わせ、総合的に診断する必要がある。

## 文献

- Rosenberg IH. Summary comments. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 1231-3.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39: 412-23.
- Yoshida D, Suzuki T, Shimada H, Park H, Makizako H, Doi T, et al. Using two different algorithms to determine the prevalence of sarcopenia. *Geriatr Gerontol Int* 2014; 14: 46-51.
- Yoshimura N, Muraki S, Oka H, Iidaka T, Kodama R, Kawaguchi H, et al. Is osteoporosis a predictor for future sarcopenia or vice versa? Four-year observations between the second and third ROAD study surveys. *Osteoporos Int* 2017; 28: 189-99.
- Sánchez-Rodríguez D, Calle A, Contra A, Ronquillo N, Rodríguez-Marcos A, Vázquez-Ibar O, et al. Sarcopenia in post-acute care and rehabilitation of older adults: A review. *Eur Geriatr Med* 2016; 7: 224-31.
- Yoshimura Y, Wakabayashi H, Bise T, Tanoue M. Prevalence of sarcopenia and its association with activities of daily living and dysphagia in convalescent rehabilitation ward inpatients. *Clin Nutr* 2018; 37: 2022-8.
- Yoshimura Y, Wakabayashi H, Bise T, Nagano F, Shimazu S, Shiraishi A, et al. Sarcopenia is associated with worse recovery of physical function and dysphagia and a lower rate of home discharge in Japanese hospitalized adults undergoing convalescent rehabilitation. *Nutrition* 2019; 61: 111-8.

8. Sánchez-Rodríguez D, Marco E, Miralles R, Fayos M, Mojal S, Alvarado M, et al. Sarcopenia, physical rehabilitation and functional outcomes of patients in a subacute geriatric care unit. *Arch Gerontol Geriatr* 2014; 59: 39–43.
9. Yagi T, Inoue T, Ogawa M, Shimada Y, Heguri Y, Okada R, et al. Sarcopenia affects activities of daily living recovery and hospitalization costs in older adults in convalescent rehabilitation wards. *Eur Geriatr Med* 2021; 12: 1237–45.
10. Chen LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Chou MY, Iijima K, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *J Am Med Dir Assoc* 2020; 21: 300–7.
11. Ueshima J, Maeda K, Shimizu A, Inoue T, Murotani K, Mori N, et al. Diagnostic accuracy of sarcopenia by “possible sarcopenia” premised by the Asian Working Group for Sarcopenia 2019 definition. *Arch Gerontol Geriatr* 2021; 97: 104484.
12. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis* 1987; 40: 373–83.
13. Kunieda K, Ohno T, Fujishima I, Hojo K, Morita T. Reliability and validity of a tool to measure the severity of dysphagia: the Food Intake LEVEL Scale. *J Pain Symptom Manage* 2013; 46: 201–6.
14. Bouillanne O, Morineau G, Dupont C, Coulombel I, Vincent JP, Nicolis I, et al. Geriatric Nutritional Risk Index: a new index for evaluating at-risk elderly medical patients. *Am J Clin Nutr* 2005; 82: 777–83.
15. Kanda Y. Investigation of the freely available easy-to-use software ‘EZR’ for medical statistics. *Bone Marrow Transplant* 2013; 48: 452–8.
16. Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2014; 15: 95–101.
17. Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International Working Group on Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2011; 12: 249–56.
18. Studenski SA, Peters KW, Alley DE, Cawthon PM, McLean RR, Harris TB, et al. The FNIH sarcopenia project: rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2014; 69: 547–58.
19. Nishioka S, Wakabayashi H, Yoshida T. Accuracy of non-paralytic anthropometric data for nutritional screening in older patients with stroke and hemiplegia. *Eur J Clin Nutr* 2017; 71: 173–9.
20. Di Monaco M, Castiglioni C, De Toma E, Gardin L, Giordano S, Tappero R. Handgrip strength is an independent predictor of functional outcome in hip-fracture women: a prospective study with 6-month follow-up. *Medicine (Baltimore)* 2015; 94: e542.
21. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser* 1995; 854: 1–452.
22. Kuyumcu ME, Halil M, Kara Ö, Çuni B, Çağlayan G, Güven S, et al. Ultrasonographic evaluation of the calf muscle mass and architecture in elderly patients with and without sarcopenia. *Arch Gerontol Geriatr* 2016; 65: 218–24.
23. Kawakami R, Murakami H, Sanada K, Tanaka N, Sawada SS, Tabata I, et al. Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. *Geriatr Gerontol Int* 2015; 15: 969–76.
24. Maeda K, Koga T, Nasu T, Takaki M, Akagi J. Predictive Accuracy of calf circumference measurements to detect decreased skeletal muscle mass and European Society for Clinical Nutrition and metabolism-defined malnutrition in hospitalized older patients. *Ann Nutr Metab* 2017; 71: 10–5.
25. Compher C, Cederholm T, Correia MITD, Gonzalez MC, Higashiguchi T, Shi HP, et al. Guidance for assessment of the muscle mass phenotypic criterion for the Global Leadership Initiative on Malnutrition diagnosis of malnutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2022; 46: 1232–42.
26. Ishida Y, Maeda K, Nonogaki T, Shimizu A, Yamanaka Y, Matsuyama R, et al. Impact of edema on length of calf circumference in older adults. *Geriatr Gerontol Int* 2019; 19: 993–8.
27. Nindl BC, Scoville CR, Sheehan KM, Leone CD, Mello RP. Gender differences in regional body composition and somatotrophic influences of IGF-I and leptin. *J Appl Physiol* 2002; 92: 1611–8.