

サルコペニアとBMIの効果量に関するメタ分析

サワダ ナナミ イマガワ ミサ オキノ
 澤田 奈々実*1 今川 海沙*3 沖野 ひより*3
 スズキ ユウナ ハシモト ヤスヒロ ウエダ ユキコ オシオ アツシ
 鈴木 佑奈*3 橋本 泰央*5 上田 由喜子*4 小塩 真司*2

目的 サルコペニアの有無によるBMIの平均値差をメタ分析によって明らかにすることを目的とした。

方法 J-STAGE, PubMedから1,600本の論文を収集した。そこから①大学紀要を除く査読付き論文かつ原著論文であり、②言語が日本語または英語で書かれており、③サルコペニアの有無とBMIとの関連を検討した論文であり、④サルコペニアの有無の2群に分かれており、それぞれBMIのデータがあり、かつ④ European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)の診断基準に基づき、数値が2項目以上当てはまる論文16本を分析対象とした。効果量には標準化されたBMIの平均値差を用い、変量モデルを採用した。効果量の異質性はQ統計量で計測し、対象者の性別、国籍ごとに分析を行った。Egger法を用いて公表バイアスの有無を検定した。

結果 非サルコペニア群とサルコペニア群の比較(22件)では、サルコペニア群は非サルコペニア群よりも有意にBMIが高く($d = 0.71$, 95%信頼区間(以下, 95%CI) [0.45, 0.98], $p < 0.001$)、この結果は性別で分類してもおよそ同じ傾向であった(男性 $d = 0.73$, 95%CI [0.21, 1.24], $p < 0.01$; 女性 $d = 0.53$, 95%CI [0.24, 0.06], $p < 0.005$)。また、男女混合の研究についても有意な効果量がみられ($d = 0.89$, 95%CI [0.50, 1.27], $p < 0.001$)、日本($d = 0.94$, 95%CI [0.58, 1.30], $p < 0.001$)と、それ以外の国($d = 0.43$, 95%CI [0.16, 0.11], $p < 0.01$)に分けた場合も変わらなかった。効果量は日本の方が大きく、日本以外の国の方が小さい傾向がみられた。研究全体の異質性は高いことが確認された。公表バイアスが結果に及ぼす影響はいずれも小さいと考えられた。

結論 非サルコペニア群に比べ、サルコペニア群はBMIが高かった。このことから、BMIの高さとサルコペニアのリスクには関連があることが示唆された。

キーワード サルコペニア, BMI, メタ分析, 効果量, 論文, 公表バイアス

I はじめに

サルコペニアとは、加齢に伴って生じる骨格筋量と骨格筋力の低下のことであり、超高齢社会であるわが国では大きな問題となっている¹⁾。なぜなら、サルコペニアはADL(日常生活動

作)の低下やフレイル、転倒・骨折、入院、施設入所、死亡等の危険因子であり健康寿命を下げる要因とされているからである²⁾。サルコペニアの定義は①筋肉量減少②筋力低下(握力など)③身体機能の低下(歩行速度など)とされ、骨格筋量の減少を必須としてそれ以外に筋力

*1 早稲田大学文学研究科修士課程 *2 同文学学術院教授 *3 元龍谷大学農学部食品栄養学科学生

*4 龍谷大学農学部教授 *5 帝京短期大学ライフケア学科准教授

たは運動機能の低下のいずれかが存在すれば、サルコペニアと診断される¹⁾。ところが、サルコペニアの原因ははまだ十分に解明されていない。

これまで、サルコペニアの原因として「やせ」に注目されてきたが、近年の研究では肥満との関連も検討されている。欧米の研究では、肥満 (BMI30kg/m²以上) の女性は虚弱性が高く、サルコペニアになりやすい傾向にあり、普通体型 (BMI20~25kg/m²) の群でも虚弱性の高い人が認められると示唆している。しかし、調査の規模が小さく対象が女性のみであったことから今後も研究が必要であると言及されている³⁾。一方、肥満がサルコペニアの原因ではないかという仮説を裏付ける結果もある⁴⁾⁻⁶⁾。わが国でも、石井らは、サルコペニアと肥満は「運動不足」という共通の原因を持つと共に、サルコペニアにより基礎代謝量が低下すれば肥満をさらに助長することになり、病的にサルコペニアと肥満はお互いに合併しやすい

可能性があると報告している⁷⁾。だが、サルコペニアと体格の関連については明らかになっていない⁸⁾⁻¹⁰⁾。

そこで、本研究では研究間の不一致を統合したメタ分析により、サルコペニアの予防となるBMIの効果量に関する基礎資料の提供を目的とする。そのため、国内と海外の雑誌に掲載されたサルコペニアの有無とBMIについて検討した論文を用い、その関連性を明らかにする。

Ⅱ 方 法

(1) 文献検索・適格性基準

国内論文はJ-STAGEを、海外論文はPubMedのデータベースを用いたデータベース検索によって収集した。論文採択のフローチャートを図1に示した。サルコペニアと体格 (BMI) の関係を調べるため、検索語をサルコペニアグループ「サルコペニア (Sarcopenia)」, 体格グループを「BMI」とした。検索条件は2013~2019年までに出版された論文、対象は高齢者とした。

収集した論文から、①大学紀要を除く査読付き論文かつ原著論文であり、②言語が日本語または英語で書かれており、③サルコペニアの有無とBMIとの関連を検討した論文であり、④サルコペニアの有無の2群に分かれており、それぞれBMIのデータがあり、かつ④European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) の診断基準に基づき、数値が2項目以上当てはまる論文を抽出した。その中で、入院している者、骨折やパーキンソン病など明らかに運動機能に障害がある者は除外し、最終的に国内論文8件、海外論文8件を分析対象とした。1つの論文の中で性別やサルコペニアの有無ごとにそれぞれの

図1 論文採択のフローチャート

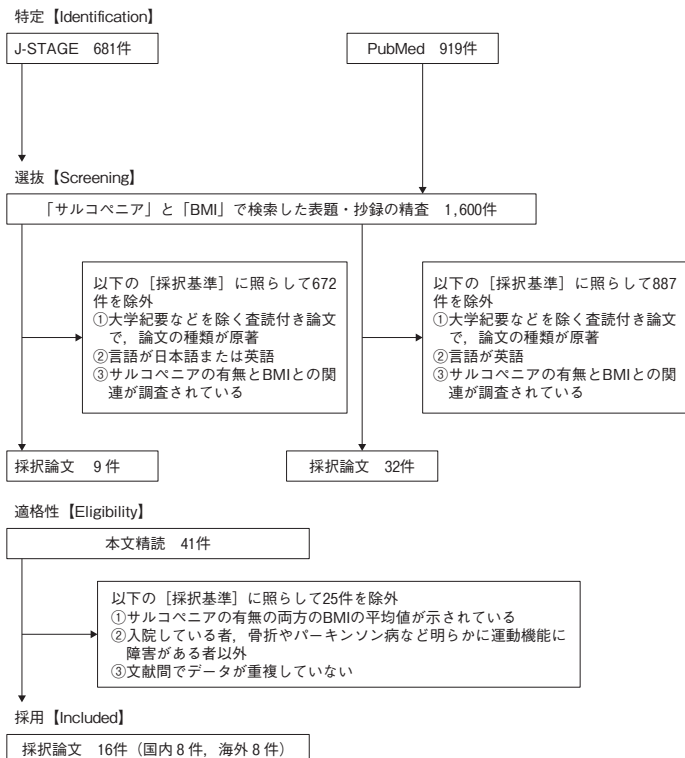


表1 分析対象となった研究の概要

著者・出版年・引用文献番号	対象者年齢	対象者性別	サルコペニア有無	対象者数	調査国	効果量	データベース
加茂, 他 (2013), 13)	86.2	男	無	9	日本	BMI	J-STAGE
		女	無	36		BMI	J-STAGE
加茂, 他 (2013), 13)	88.7	男	有	8	日本	BMI	J-STAGE
		女	有	19		BMI	J-STAGE
谷本, 他 (2013), 33)	71.9	男	無	175	日本	BMI	J-STAGE
谷本, 他 (2013), 33)	77.1	男	有	50	日本	BMI	J-STAGE
谷本, 他 (2013), 33)	71.6	女	無	282	日本	BMI	J-STAGE
谷本, 他 (2013), 33)	77.8	女	有	110	日本	BMI	J-STAGE
永井, 他 (2015), 29)	75.4	男	無	16	日本	BMI	J-STAGE
永井, 他 (2015), 29)	75	男	有	1	日本	BMI	J-STAGE
永井, 他 (2015), 29)	81.6	女	無	41	日本	BMI	J-STAGE
永井, 他 (2015), 29)	79	女	有	2	日本	BMI	J-STAGE
大杉, 他 (2016), 30)	71	男	無	10	日本	BMI	J-STAGE
		女	無	19		BMI	J-STAGE
大杉, 他 (2016), 30)	86	男	有	4	日本	BMI	J-STAGE
		女	有	12		BMI	J-STAGE
Bian A-L et al. (2017), 23)	73.54	男	無	195	中国	BMI	J-STAGE
Bian A-L et al. (2017), 23)	70.88	男	有	40	中国	BMI	J-STAGE
Bian A-L et al. (2017), 23)	80.82	女	無	167	中国	BMI	PUBMED
Bian A-L et al. (2017), 23)	79.78	女	有	39	中国	BMI	PUBMED
田中, 他 (2017), 32)	79	男	無	45	日本	BMI	J-STAGE
田中, 他 (2017), 32)	81	男	有	70	日本	BMI	J-STAGE
田中, 他 (2017), 32)	79.6	女	無	80	日本	BMI	J-STAGE
田中, 他 (2017), 32)	80	女	有	88	日本	BMI	J-STAGE
正井, 他 (2018), 28)	84.3	女	無	30	日本	BMI	J-STAGE
正井, 他 (2018), 28)	83.7	女	有	14	日本	BMI	J-STAGE
Kemmler W et al. (2018), 37)	77.1	男	無	892	ドイツ	BMI	PubMed
Kemmler W et al. (2018), 37)	80.4	男	有	47	ドイツ	BMI	PubMed
Inhwan. C et al. (2018), 27)	72.2	女	無	91	韓国	BMI	PubMed
Inhwan. C et al. (2018), 27)	75.9	女	有	84	韓国	BMI	PubMed
Y.D. Rong et al. (2018), 36)	73.24	男	無	60	中国	BMI	PubMed
		女	無	22		BMI	PubMed
Y.D. Rong et al. (2018), 36)	46.03	男	有	58	中国	BMI	PubMed
		女	有	24		BMI	PubMed
J. A. L. Gabat et al. (2018), 24)	59.56	男	無	32	フィリピン	BMI	PubMed
		女	無	122		BMI	PubMed
J. A. L. Gabat et al. (2018), 24)	72.2	男	有	5	フィリピン	BMI	PubMed
		女	有	5		BMI	PubMed
Kimura A et al. (2019), 26)	79.4	男	無	67	日本	BMI	PubMed
		女	無	108		BMI	PubMed
Kimura A et al. (2019), 26)	79.4	男	有	8	日本	BMI	PubMed
		女	有	22		BMI	PubMed
解良, 他 (2019), 25)	73.9	男	無	145	日本	BMI	J-STAGE
		女	無	217		BMI	J-STAGE
解良, 他 (2019), 25)	77.3	男	有	12	日本	BMI	J-STAGE
		女	有	53		BMI	J-STAGE
沢谷, 他 (2019), 31)	74	男	無	27	日本	BMI	J-STAGE
沢谷, 他 (2019), 31)	78.1	男	有	22	日本	BMI	J-STAGE
沢谷, 他 (2019), 31)	81.6	女	無	18	日本	BMI	J-STAGE
沢谷, 他 (2019), 31)	80.3	女	有	26	日本	BMI	J-STAGE
Tessier A-J et al. (2019), 34)	72.4	男	無	4 335	カナダ	BMI	PubMed
Tessier A-J et al. (2019), 34)	76.5	男	有	390	カナダ	BMI	PubMed
Tessier A-J et al. (2019), 34)	72.4	女	無	4 123	カナダ	BMI	PubMed
Tessier A-J et al. (2019), 34)	75.5	女	有	240	カナダ	BMI	PubMed
Yang LJ et al. (2019), 35)	74.99	男	無	78	中国	BMI	PubMed
		女	無	147		BMI	PubMed
Yang LJ et al. (2019), 35)	81.7	男	有	34	中国	BMI	PubMed
		女	有	57		BMI	PubMed

平均値が報告されている場合は、それぞれ別の研究としてカウントした。分析対象研究は16で、合計サンプルサイズはサルコベニア群1,560、非サルコベニア群11,573、合計13,133であった。採択論文の概要を表1に示した。

(2) 関連情報およびコーディング

参加者をサルコベニアの有無によってサルコベニア群と非サルコベニア群に分類し、さらに、性別と居住地をサブグループとして設定した。なお、一つの文献で性別ごとに効果量が報告されている場合はそれぞれ一つの研究として数えた。また、参加者の国籍は日本が多く、海外での研究が少なかったことから、日本とその他の国(中国、カナダ、フィリピン、ドイツ、韓国)に分けた。

効果量としては、サルコベニア群と非サルコベニア群のBMIの平均値、標準偏差(以下、SD)をコーディングし、標準化された平均値差(ヘッジスのg)を算出した。

(3) 分析手続

解析には統計解析ソフトRのmetaforパッケージを使用した。サルコベニア群と非サルコベニア群のBMIの標準化された平均値差(d)および95%信頼区間(95%CI)を算出した。参加者の性別や居住地の違いなどを考慮し、各研究の効果量が一定の範囲で散らばると仮定する変量効果モデルにて分析を行った。

メタ分析では収集した研究の規模や質の違い、参加者の属性などによって研究を分類し、繰り返し分析を行うことで効果量の推定値がどの程

度変動するかを確認することが重要である。そこでまず、すべての研究を対象として効果量を検討し、次いで参加者を属性(性別、居住地)で層別して検討を行った。

メタ分析に用いた異質性の指標として、Q統計量およびI²を算出した。Q統計量は、研究数をKとすると、自由度(K-1)のχ²分布に従う。有意な場合には研究間で効果量のバラツキの程度が大きい(効果量の異質性が高い)ことを意味するが、研究数が増えるほど有意になりやすい性質を持つ。I²は自由度を考慮し研究数に依存しない異質性の指標であり、観測された効果量のばらつきに占める研究ごとの効果量の違いの割合を表す。25%のI²は低い異質性を、50%のI²は中程度の異質性を、75%のI²は高い異質性を、それ以上は非常に高い異質性があることを示唆する。

公表バイアスの検討にはEgger法を用いた。公表バイアスの存在が疑われる場合、効果量推定値を横軸に、効果の標準誤差の逆数を縦軸にとって各研究をプロットしたファンネルプロットは左右非対称になると考えられる。Egger法はプロットの左右対称性の検定で、有意な場合にはプロットの非対称性(公表バイアスの存在)が示唆される。

Ⅲ 結 果

分析対象となったのは16文献22研究である(表1)。対象者平均年齢の平均は76.5歳であった。対象者の性別は男性が7、女性が8、男女混合が7であった。国別では日本13、中国

表2 メタ分析の結果

	研究数	サンプルサイズ	効果量 ¹⁾ (d)	標準誤差	95%信頼区間		Q変数値	有意確率	I ² (%)
					下限	上限			
サルコベニア群と非サルコベニア群の比較									
全サンプル	22	13 133	0.71***	0.13	0.45	0.98	195.81	<0.001	93.53
性別 男性	7	6 305	0.73**	0.26	0.21	1.24	74.18	<0.001	94.13
女性	8	5 435	0.53*	0.24	0.06	0.99	93.28	<0.001	93.93
男女混合	7	1 393	0.89***	0.20	0.50	1.27	27.89	<0.001	85.56
国籍 日本	13	1 846	0.94***	0.18	0.58	1.30	63.24	<0.001	87.78
日本以外の国	9	11 287	0.43**	0.16	0.11	0.76	125.34	<0.001	94.34

注 1) ***<0.001, **<0.01, *<0.05
 2) I²=100%×(Q-自由度)/Q

4, カナダが2, フィリピンが1, ドイツが1, 韓国が1であった。表1にはメタ分析対象研究の概要を, 表2にはメタ分析の結果を示した。

サルコペニア群と非サルコペニア群の比較

(1) 標準化されたBMIの平均値差 d

メタ分析結果を表2に示した。全体で分析すると有意な効果量がみられた ($d = 0.71$, 95% $CI [0.45, 0.98]$, $p < 0.001$)。この結果はサルコペニア群のBMIが普通群のBMIに比べ0.70標準偏差分高いことを意味する。この結果は性別で分類してもおよそ同じ傾向であった (男性 $d = 0.73$, 95% $CI [0.21, 1.24]$, $p < 0.01$; 女性 $d = 0.53$, 95% $CI [0.24, 0.82]$, $p < 0.05$)。効果量は男性の方が高く, 女性の方が低かった。男女混合の研究についても有意な効果量がみられた ($d = 0.89$, 95% $CI [0.50, 1.27]$, $p < 0.001$)。また日本 ($d = 0.94$, 95% $CI [0.58, 1.30]$, $p < 0.001$) と, それ以外の国 ($d = 0.43$, 95% $CI [0.16, 0.70]$, $p < 0.01$)に分けた場合も変わらなかった。効果量は日本の方が大きく, 日本以外の国の方が小さい傾向がみられた。

(2) 研究間の異質性

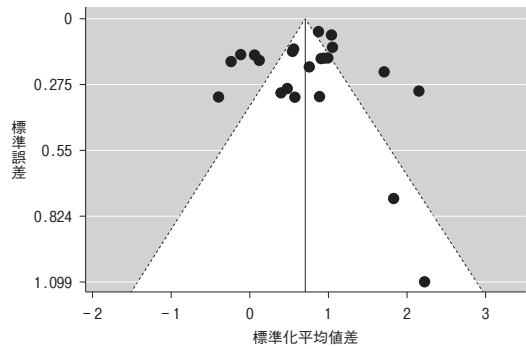
全体で分析すると, $Q = 195.81$ ($p < 0.001$), $I^2 = 93.53\%$ と高い異質性がみられた。性別で分けると男性では $Q = 74.18$ ($p < 0.001$), $I^2 = 94.13\%$, 女性では $Q = 93.28$ ($p < 0.001$), $I^2 = 93.93\%$ で, 依然として高い異質性が観察された。男女混合の研究についても $Q = 27.89$ ($p < 0.001$), $I^2 = 85.56\%$ で高い異質性が観察された。さらに日本とそれ以外の国で分けても異質性は高いままであった (日本 $Q = 63.24$, $p < 0.001$, $I^2 = 87.78\%$; それ以外の国 $Q = 125.34$, $p < 0.001$, $I^2 = 94.34\%$)。

(3) 公表バイアスの有無

ファンネルプロットを図2に示した。

中央付近の縦線は平均効果量を示し, 左右対称であれば公表バイアスはない。図2より, 公表バイアスによる偏りは少ない。Egger testの結果は統計的に有意ではなく ($p > 0.05$), 公

図2 公表バイアス検定結果のfunnelプロット



表バイアスがあってもその影響は小さいことを示唆していた。

IV 考 察

本研究全体での効果量は, 非サルコペニア群のBMIに比べサルコペニア群は0.71であり, いずれの比較においてもサルコペニア群の方がBMIは高かった。このことから, BMIの高さとサルコペニアのリスクの関連が示唆された。これは, 筋量が減少し体脂肪量が増加したサルコペニア肥満¹¹⁾や, 体重が正常範囲内でも体脂肪率が高い正常体重肥満¹²⁾の状態の場合, 高体脂肪率による影響が生じている可能性が考えられる。これまで, 多重ロジスティック解析でBMI低値の低栄養状態が, サルコペニアに関連すると報告されてきたが¹³⁾¹⁴⁾, 駒井らは後期高齢者の普通体重群においてもサルコペニアが10%以上存在すること, サルコペニア重症度が高いにも関わらずアルブミンは大きく低下しない, また体重減少が必ずしも身体的低栄養状態 (BMI低値) や生化学的低栄養状態 (Alb低値) と一致しないと報告している¹⁵⁾。高齢者の低栄養者とサルコペニア高齢者のスクリーニングは重要な課題であり, 今後より簡便で精度の高い評価指標の作成が必要である。

今回, 研究間の異質性が高かったものの, その要因は明確にはならなかった。異質性の原因を探るために対象研究を, 性別, 国籍で分けてサブグループ分析を行ったが, 研究間の異質性

は変わらなかった。本研究で行った区分だけでは研究間の差異を捉えきれなかった可能性がある。サルコペニアがどのようなメカニズムで発症するかについては、多くが不明である。発症の要因として、①加齢に伴う筋たんぱく質バランスの変化、②不活動等、③疾患、④慢性的な低栄養状態が報告されている¹⁶⁾。今回の対象は高齢であることから加齢に伴う変化の違い、高齢に伴う疾患による影響の可能性も考えられる。また、Akima Hらは¹⁷⁾、筋内脂肪が増えると筋肉量や運動機能（筋力）が減少することを報告し、新たなサルコペニアの指標として注目されている。一方、サルコペニア予備群（筋肉量は少なくとも筋力・身体機能が一定維持されている人、および筋力・身体機能が弱くても筋肉量が一定維持されている人）では、総死亡リスク、要介護発生リスクとも有意には高くないと報告されている¹⁸⁾。今後、サルコペニアとBMIとの関連を検討する際には、これらの要因も考慮する必要がある。

本研究は、サルコペニア群と非サルコペニア群のBMIを比較し、BMIの大きさに差があることを明らかにした。高齢者では、フレイルの予防および生活習慣病の発症予防の両者に配慮が必要であることから、日本人のBMIの実態に沿って当面目標とするBMIの範囲を65歳以上では21.5~24.9と設定している¹⁹⁾。サルコペニアとフレイルは密接な関連があり、わが国の肥満者（BMI25以上）の割合は70歳以上で男女ともに3割弱を占めていることから²⁰⁾、サルコペニアの予防・改善における体格管理の重要性を示唆したことは、本研究の貢献の一つである。浜田ら²¹⁾は、メタ分析では方法論上、公表バイアスの影響を受ける可能性が高いと述べている。しかし、メタ分析におけるバイアスの影響の評価方法としてファンネルプロットを用い、公表バイアスの影響は小さく今回のメタ分析結果の頑健性が示唆されたことから、信頼性があるといえる。

今回の研究結果は、サルコペニア予防につながるBMIの大きさを示した実証的な基礎資料といえるが、限界として3点挙げられる。1点目

は、メタ分析に含めることのできる文献数が少ないことである。特にサブグループ分析によって異質性の要因を検討するうえでは、研究数が十分とはいえなかった。2点目は、サルコペニアの有無とBMIの関連のみで、関連し得る要因を明らかにしたわけではない。特に、筋肉量が少なく体脂肪率が多いサルコペニア肥満は、正常BMIに多く分布する可能性があることから²²⁾、骨格筋指数（SIM）や体脂肪率が評価されている研究数が十分でなく検討されていない。3点目は、研究デザインはRCTや縦断研究でなく横断研究であることから、サルコペニアとBMIとの因果関係の推定には限界がある。ゆえに、サルコペニア群と非サルコペニア群のBMIを比較した際の、BMIの大きさの違いを明らかにしたにとどまり、両者と関連しうる要因を明らかにしたわけではない。性差や基礎疾患による影響、若い頃の筋肉量・筋力と高齢期になってからの筋肉・筋力の減少度や食品摂取の多様性によってリスクが異なる可能性がある。サルコペニアの有病率、関連因子、要介護リスクを一括して検討した研究成果は世界的にも乏しい。サルコペニアの有無と関連因子を検討した研究数の蓄積により、本研究の知見を再検討する必要がある。

文 献

- 1) 葛谷雅文. 超高齢化社会における高齢者医療の現状と今後求められる視点. 日本口腔インプラント学会, 2019; 32: 51-7.
- 2) 荒井秀典. サルコペニア診療ガイドライン. 国立研究開発法人国立長寿医療研究センター. (<https://www.ncgg.go.jp/cgss/news/20180117.html>) 2021.4.1.
- 3) Blaum CS, Xue QL, Michelon E, et al. The Association Between Obesity and the Frailty Syndrome in Older Women: The Women's Health and Aging Studies. *J Am Geriatr Soc*, 2005; 53: 927-34.
- 4) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al. Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*, 1998; 147: 755-63.
- 5) Baumgartner RN. Body Composition in Healthy Aging. *Ann NY Acad Sci*, 2000; 904: 437-48.
- 6) Roubenoff R, Hughes VA. Sarcopenia: Current Concepts. *Gerontolo A Bio Sci Med Sci*, 2000; 55: 716-24.
- 7) 石井好二郎, 田村好史. サルコペニア肥満の定義と診断基準について. *体力科学*, 2020; 69: 48-52.
- 8) Barazzoni R, Bischoff SC, Boirie Y, et al. Sarcopenia

- nic Obesity : Time to Meet the challenge. Clin Nutr, 2018 ; 37 : 1787-93.
- 9) Goisser S, Kemmler W, Porzel S, et al. Sarcopenic obesity and complex interventions with nutrition and exercise in community-dwelling older persons—a narrative review. Clin Interv Aging, 2015 ; 10 : 1267-82.
 - 10) Nezameddin R, Itani L, Kreidieh D, et al. Understanding Sarcopenic Obesity in Terms of Definition and Health Consequences : A Clinical Review. Curr Diabetes Rev, 2020 ; 16 : 957-61.
 - 11) Rosenberg I. Summary comments. Am J Clin Nutr, 1989 ; 50 : 1231-3.
 - 12) Heber D, Ingles S, Ashley JM, et al. Clinical detection of sarcopenic obesity by bioelectrical impedance analysis. Am J Clin Nutr, 1996 ; 64 : 472S-7S.
 - 13) 加茂智彦, 鈴木留美子, 伊藤梢, 他. 地域在住要支援・要介護高齢者におけるサルコペニアに関連する要因の検討. 理学療法科学, 2013 ; 40 : 414-20.
 - 14) Yu R, Wong M, Leung J, et al. Incidence, reversibility, risk factors and the protective effect of high body mass index against sarcopenia in community-dwelling older Chinese adults. Geriatrics & Gerontology International, 2014 ; 14(Suppl.1) : 15-28.
 - 15) 駒井さつき, 渡邊裕, 藤原佳典, 他. 日本の地域在住高齢者における栄養状態とサルコペニア重症度の関連性の検討—BMI, Alb, 体重減少の有無との関連—. 日老医誌, 2016 ; 53 : 387-95.
 - 16) 後藤亜由美, 町田修一. サルコペニア研究の現状と臨床への応用. 理学療法科学, 2018 ; 45 : 332-41.
 - 17) Akima H, Yoshiko A, Tomita A, et al. Relationship between quadriceps echo intensity and functional and morphological characteristics in older men and women. Arch Gerontol Geriatr, 2017 ; 70 : 105-11.
 - 18) Kitamura A, Seino S, Abe T, et al. Sarcopenia : prevalence, associated factors, and the risk of mortality and disability in Japanese older adults. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2020 ; DOI : 10.1002/jcsm.12651.
 - 19) 厚生労働省. 日本人の食事摂取基準 (2020年版). 東京 : 第一出版, 2021 : 54-61.
 - 20) 厚生労働省. 令和元年国民健康・栄養調査結果の概要. (<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000687163.pdf>) 2021. 4. 1.
 - 21) 浜田知久馬, 中西豊支, 松岡伸篤. 医薬研究におけるメタアナリシスと公表バイアス. 計量生物学, 2007 ; 27 : 139-57.
 - 22) Takayama M, Azuma K, Hayashi K, et al. Relation between sarcopenic obesity and metabolic syndrome among Japanese elderly who underwent a comprehensive health Checkup. Health Evaluation and Promotion, 2017 ; 44 : 587-93.
 - 23) Bian A-L, Hu H-Y, Rong Y-D, et al. A study on relationship between elderly sarcopenia and inflammatory factors IL-6 and TNF- α . Eur J Med Res, 2017 ; 22 : 25.
 - 24) J. A. L. Gabat, A. L. Faltado Jr., M. B. Sedurante, and M. L. Tee, Association of obesity and sarcopenia among adult filipinos, Osteoporosis and Sarcopenia, vol. 4, no. 3, 2018 ; 109-13.
 - 25) 解良武士, 河合亘, 吉田英世, 他. 都市在住高齢者における1年後のフレイル進展の心身機能的要因の検討. 理学療法科学, 2015 ; 30 : 549-55.
 - 26) Kimura A, Sugimoto T, Kitamori K, et al. Malnutrition is associated with behavioral and psychiatric symptoms of dementia in older women with mild cognitive impairment and early-stage Alzheimer's disease. Nutrients, 2019 ; 11(8) : 1951.
 - 27) Inhwon. C. Jinkyung, H. Haeryun, J. Youngyun, et al. Sarcopenia is associated with cognitive impairment and depression in elderly Korean women. Iran J Public Health, 2018 ; 47(3) : 327.
 - 28) 正井美幸, 北谷正浩, 山崎俊明, 積雪・過疎地域の虚弱高齢者に対する冬季における介護予防事業効果の検討. 理学療法科学, 2018 ; 33(5) : 829-34.
 - 29) 永井良治, 中原雅美, 下田武良, 他. 地域在住要支援高齢者におけるサルコペニア発生と骨格筋量とその関連要因について. 理学療法科学, 2015 ; 30 : 793-6.
 - 30) 大杉紘徳, 村田伸, 矢田幸博, 他. サルコペニアおよびサルコペニア肥満者の身体・認知・精神機能の特徴. ヘルスプロモーション理学療法研究, 2016 ; 6(4) : 183-9.
 - 31) 沢谷洋平, 石坂正大, 久保晃, 他. 通所リハビリテーション利用者におけるサルコペニアの有病率とその特徴. 理学療法科学, 2019, 34 : 111-4.
 - 32) 田中政道, 永井久美子, 小柴ひとみ, 他. 杏林大学病院高齢診療科, もの忘れセンターに通院中の患者におけるサルコペニアの実態調査ならびに転倒との関連についての検討. 日老医誌, 2017 ; 54 : 63-74.
 - 33) 谷本芳美, 渡辺美鈴, 杉浦裕美子, 他. 地域高齢者におけるサルコペニアに関連する要因の検討. 日本公衆衛生雑誌, 2013 ; 60(11) : 683-90.
 - 34) Tessier A-J, Wing S, Rahme E, et al. Physical function-derived cut-points for the diagnosis of sarcopenia and dynapenia from the Canadian longitudinal study on aging. J Cachexia Sarcopenia Muscle 10, 2019 ; 5 : 985-99.
 - 35) Yang LJ, Wu GH, Yang YL, et al. Nutrition, physical exercise, and the prevalence of sarcopenia in elderly residents in nursing homes in China. Med Sci Monit, 2019 ; 25 : 4390-9.
 - 36) YD Rong, AL Bian, HY Hu, et al. A cross-sectional study of the relationships between different components of sarcopenia and brachial ankle pulse wave velocity in community-dwelling elderly BMC Geriatr, 20, 2020 ; 115.
 - 37) Kemmler W, von Stengel S, Kohl M. Developing sarcopenia criteria and cutoffs for an older Caucasian cohort—a strictly biometrical approach. Clin Interv Aging, 2018 ; 13 : 1365-73.