

原著

## サルコペニア診断における努力非依存性運動機能測定因子 に関する予備的研究

有馬 百合愛・金原 正昭

純真学園大学大学院 保健医療学研究科 保健衛生学専攻 臨床検査学分野  
生理機能検査学領域

Preliminary study of the measurement factor regarding independent locomotive function  
for the diagnosis of Sarcopenia

Yuria ARIMA, Masaaki KANAHARA

Graduate School of Health Sciences Junshin Gakuen University

要旨：サルコペニア診断検査は握力及び歩行速度でなされている。しかしゴールドスタンダードである握力及び歩行速度は努力依存性の検査であり患者の努力次第で検査結果が異なる可能性がある。そこで本人の努力に依存しない測定項目がサルコペニア検査法として有効か否かを検討した。45歳以上の男女それぞれ17名（計34名）を対象とし、握力及び歩行速度（6分間歩行）を基準として努力非依存性の検査である、筋量計による四肢骨格筋量測定、体脂肪率、基礎代謝量、bone mass、神経伝導速度検査、動脈の硬さを表す脈波伝播速度、心筋伝導時間を評価する加算平均心電図、心エコー検査による心筋収縮能の指標である左室駆出分画、心筋拡張能の指標であるE/A、E/e'より、サルコペニア検査法に資する努力非依存性運動機能測定因子として統計学的に有効な検査法について検討した。握力と基礎代謝量、bone mass、上腕の筋量はそれぞれ相関関係が認められた。さらに、重回帰分析を行った結果、男性においては、基礎代謝量と上腕の筋量に有意な係数が認められ、女性においては、歩行速度と基礎代謝量に有意な係数が認められた。本研究より、サルコペニアの診断にあたり、上腕筋量の測定と基礎代謝量の測定は運動機能を客観的に評価できる有用な検査法である可能性が示唆された。

キーワード：サルコペニア、握力、歩行速度、筋量、基礎代謝量

Abstract：The Sarcopenia diagnostic examination is determined by gold standard examinations such as a grip strength and a walking speed. However, the gold standard examinations are effort-dependent. Therefore we considered whether measurement items not to depend on the effort of the patients were effective as Sarcopenia diagnostic procedures or not. A subject is 34 persons who are 45 years or older. We assumed the grip strength and the walking speed (walking distance of 6 minutes) as gold standards. We examined the following examinations which were effort-independent inspection. We measured measurement of limb skeletal muscle mass, percent of body fat, nerve conduction speed, pulse wave velocity, signal averaged electrocardiogram which evaluated myocardium conduction time, echocardiogram that evaluated left ventricle ejection fraction which is an index of the myocardium contraction ability and E/A or E/e' which are index of the myocardium expansion ability. There were strong correlations between the grip strength and, basal metabolism, bone mass, upper arm muscle mass. Furthermore, as a result of the multiple regression analysis by the variable decrease method, it was admitted correlation to upper arm muscle mass, a walking speed, and basal metabolism. This study suggests that the measurement of upper arm muscle mass and basal metabolism may be useful tests that can objectively evaluate motor function in the diagnosis of Sarcopenia.

Keyword：Sarcopenia, grip strength, walking speed, upper arm muscle mass, basal metabolism

## I. はじめに

最近では60代以上の約5人に1人、70代以上の約3人に1人がサルコペニアに罹患するとされており、認知症や寝たきりのリスクが高いことが問題視されている<sup>1)</sup>。加齢とともに、骨格筋量ならびに筋力が低下し、転倒しやすくなることはよく知られた事実である。一般的に70歳までに20歳代に比較すると骨格筋面積は25～30%、筋力は30～40%減少し、50歳以降毎年1～2%程度筋肉量は減少するといわれている<sup>2-3)</sup>。減少した筋肉は脂肪に置き換わり筋肉量の減少は筋線維の減少ならびに筋線維の萎縮が関連している。加齢現象として骨格筋量の減少は誰にでも起こり、極端に筋肉量が減少し、筋力が低下すると、「ふらつき」、「転倒」、さらには老年症候群である「フレイル」に密接に関連する<sup>3)</sup>。

サルコペニアの診断に関して、統一された診断基準でなされるわけではない。骨格筋量の測定にはコンピューター断層撮影(Computed Tomography: CT)や磁気共鳴画像診断装置(Magnetic Resonance Imaging: MRI法)が標準方法とされているが、これらの機器は①持ち運びが行えない②費用が高い③放射線被曝等の問題があるため、一般に骨格筋量の測定に用いることは困難である<sup>4)</sup>。そのため、一般に推奨される方法としては二重X線吸収測定法(Dual-energy X-ray absorptiometry: DXA法)と生体電気インピーダンス法(Bioelectrical Impedance Analysis: BIA法)が挙げられ<sup>4)</sup>、これらの方法で定量した四肢骨格筋量を身長や体格指数で補正した骨格筋指数、ならびに筋肉機能(筋力や歩行速度などの身体機能)として評価される<sup>3)</sup>。

このように、複数の診断基準が存在し、現在はアジアのワーキンググループ(Asian Working Group for Sarcopenia: AWGS)によるアジア人向けのサルコペニアの診断がつくられている。日本人の骨格筋指数や筋力(握力)のカットオフ値も種々報告されており<sup>5)</sup>、AWGSでは四肢骨格筋量の測定、握力と歩行速度によってサルコペニアの診断がなされている。診断基準を表1に示す<sup>6)</sup>。

表1 Asian Working Group for Sarcopenia の診断基準

1. 四肢骨格筋量 / 身長 <sup>2</sup>
二重 X 線吸収測定法 (DXA 法) 男性: $\leq 7.0 \text{ kg/m}^2$ , 女性: $\leq 5.4 \text{ kg/m}^2$ 生体電気インピーダンス法 (BIA 法) 男性: $\leq 7.0 \text{ kg/m}^2$ , 女性: $\leq 5.7 \text{ kg/m}^2$
2. 筋力
握力 男性: $< 26 \text{ kg}$ , 女性: $< 18 \text{ kg}$
3. 身体機能
通常歩行速度 $< 0.8 \text{ m/sec}$

1. ならびに2. または3. があればサルコペニアと診断される  
(文献6より引用)

表1に示すように、四肢骨格筋量の低下があることに加えて歩行速度の低下または、握力の低下がある場合にサルコペニアと診断されている。しかし現時点で診断基準が施設ごとに異なっているなど明確ではなく、より有効な判断基準については議論のあるところである。

## II. 研究目的

サルコペニアにおいて握力及び歩行速度の間には比較的強い相関があるとされているが<sup>7-8)</sup>、AWGSの診断基準からも理解されるように、握力及び歩行速度は努力依存性の検査であり被検者の努力次第で誤った検査結果が出兼ねないということが問題である。そこで本研究の目的は、努力非依存性の様々な検査法の中から握力と身体機能(歩行速度)に対して強い相関がある検査法を検証し、努力に依存しない運動機能測定因子がサルコペニア診断検査として有効か否かを検討した。

## III. 研究方法

### 1. 対象者

本大学の教職員男女34名(男性17名、女性17名)を対象に、純真学園大学倫理委員会による承認(承認番号: 30-06)を受けて実施した。

### 2. 使用検査機器

- 握力計: T. K. K. 5401 GRIP D (竹井機器工業社製)
- オムロン血圧脈波検査装置: BP-203RPE III (OMRON 社製)
- 筋電図・誘発電位検査装置: MEB-9400 (NIHON KOHDEN 社製)

- 超音波診断装置：Vivid T8（GE 社製）
- 多機能心電計：FCP-8800（FUKUDA DENSHI 社製）
- 筋量測定機器：innerscan DUAL RD-800（TANITA 社製）

### 3. 測定方法

握力及び歩行速度（6分間の歩行速度）を基準とし、四肢骨格筋量の測定、体脂肪率、基礎代謝量、bone mass の測定、神経伝導速度、脈波伝播速度（pulse wave velocity：PWV）、足関節/上腕血圧比（ankle-brachial pressure index：ABI）、加算平均心電図、心筋拡張能の指標である E/A、E/e' を測定しそれぞれのパラメータに関し、握力または歩行速度との相関をみた後重回帰分析を行った。それぞれの検査方法を次に説明する。

#### (1) 握力検査

握力検査はサルコペニアの診断にもある項目であり、竹井機器工業社製の握力計 T.K.K.5401 GRIP D を用い、左右それぞれ2回ずつ測定を行った。結果には、左右の平均を測定値とし相関をみた。

#### (2) 歩行速度検査

歩行速度は被験者の任意の速さとし、6分間歩行を実施し、移動距離より歩行速度を算出した。

#### (3) 四肢骨格筋量及び体脂肪率、基礎代謝量、bone mass の測定

四肢骨格筋量及び体脂肪率、基礎代謝量、bone mass の測定は、BIA 法を原理とし、TANITA 社製の筋量測定機器 innerscan DUAL RD-800 を用い、1回のみ測定を行った。本測定機器において上肢、下肢の部位ごとの筋量を測定しそれぞれ一項目として相関をみた。上肢、下肢ともに左右の筋量を平均し、上腕の筋量、下肢の筋量とした。体脂肪率、基礎代謝量、bone mass の測定は年齢、身長、体重を設定し、実年齢に基づいて算出されたものをそれぞれ一項目とした。

#### (4) 神経伝導速度検査

神経伝導速度検査（Nerve Conduction Velocity：

NCV）は、本来四肢のしびれや脱力を呈する患者で末梢神経障害が疑われる場合に行う検査である。

NCV を本研究の項目に加えた理由を以下に述べる。末梢神経伝導検査は主に大径有髄線維の機能をみる検査である。高齢になると、加齢変化がより急激になり、末梢神経伝導検査と年齢に相関がみられるようになることが知られている<sup>9)</sup>。つまり、加齢とともに神経伝導速度は遅くなり、これが握力と相関が認められれば、客観的に上腕に対する運動機能の評価が可能であると考えられる。

以上の理由より、神経伝導速度検査を検討項目とした。

本研究では、表面電極を短母指外転筋の筋腹に記録電極としてマイナス電極を置き、母指関節掌側に基準電極としてプラス電極を設置した。測定部位は記録電極より7 cm 中枢側の手根部と肘関節伸展位の上腕動脈内側を刺激し計測した。

#### (5) PWV および ABI

血圧脈波検査は、下肢動脈の狭窄や閉塞を評価する検査である。主に閉塞性動脈硬化症などの疾患において足の血流障害の早期発見に有効である。動脈硬化や動脈狭窄を PWV および ABI より判断できる。

今回 PWV 検査と ABI 検査を本研究の項目に加えた理由は、加齢により PWV 値と ABI 値は高値になるとされ<sup>10-11)</sup>、また、下肢の筋量は加齢とともに低下する。つまり、PWV 値、ABI 値は下肢の筋量と負の相関を呈すると予測される。

下肢の筋量と負の相関を示すことで、サルコペニアの診断基準である歩行速度とも、負の相関を呈すると考え、歩行速度検査を実施せずとも下肢の運動機能の測定ができると考えた。

#### (6) 加算平均心電図

加算平均心電図は年齢に伴って変化を呈するというわけではなく、ブルガダ症候群などの致死性不整脈の予知に有効な検査法である。しかし、加算平均心電図の測定値には男女差があり、fQRSd はフィルター処理された QRS 幅であり、女性と比較して男性で延長傾向にある。これは心筋の厚さに相関すると考えられ、心筋厚は一般的に男性

の方が厚いため、fQRSdは男性で延長傾向になると予想される。

また加齢に伴い、心筋量は低値になる。そこで我々は、若年齢層の心筋量と高齢者の心筋量に違いがあっても不合理ではないと考え検討項目に加えた。

#### (7) E/A, E/e'

E/Aは、拡張早期波(E波)と心房収縮期波(A波)による左室拡張能の指標となる検査である。

また、E/e'は、拡張期の僧帽弁輪速度(e')で左室拡張能の評価に用いられる<sup>12)</sup>。

E/Aでは、年齢が高いほど有意に低値であるとされており、左室拡張能を評価できる因子として加えた。

## IV. 結果

### 1. 相関について

表2より、男性17名において握力との相関がみられたのは上腕筋量のみであった。表3より、女性17名においては握力と上腕の筋量、基礎代謝量、bone massがそれぞれ相関を認めた。一方、男性は基礎代謝量、bone massにおいては握力との有意な相関は認めなかった。基礎代謝量、bone massは男女ともに上腕筋量との有意な相関が認められた。また、男性のみに上腕筋量とfQRSdにおいて正の相関が認められた。しかし、女性においては上腕筋量とfQRSdには有意な相関関係は認めなかった。また今回握力との相関が予測された項目である神経伝導速度、PWV、ABI、fQRSd、E/A、E/e'においては男女ともに有意な相関は認めなかった。

表4、5より歩行速度と下肢筋量においては有意な相関は認めず、歩行速度との相関が予測された項目に関しても男女ともに有意な相関は認めな

表2 男性における握力との相関

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
① 握力	1.000									
② ABI	-0.378	1.000								
③ PWV	-0.118	0.370	1.000							
④ MCV	0.164	0.380	-0.269	1.000						
⑤ fQRSd	-0.206	0.040	-0.163	0.038	1.000					
⑥ E/A	0.080	0.138	-0.092	0.200	0.261	1.000				
⑦ E/e'	0.050	-0.278	0.118	-0.206	-0.389	-0.175	1.000			
⑧ 基礎代謝量	0.346	-0.280	-0.295	0.391	0.505	0.168	-0.051	1.000		
⑨ bone mass	0.378	-0.302	-0.169	0.413	0.465	0.200	-0.026	0.989**	1.000	
⑩ 上腕筋量	0.471*	-0.195	-0.294	0.417	0.435*	0.159	-0.081	0.894**	0.900**	1.000

\*\*p<0.01 \*p<0.05

表3 女性における握力との相関

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
① 握力	1.000									
② ABI	-0.055	1.000								
③ PWV	-0.076	0.272	1.000							
④ MCV	-0.198	-0.061	0.185	1.000						
⑤ fQRSd	-0.395	0.156	0.149	0.303	1.000					
⑥ E/A	0.203	0.056	-0.022	0.373	0.406	1.000				
⑦ E/e'	0.105	0.101	0.255	0.412	-0.077	0.156	1.000			
⑧ 基礎代謝量	0.775**	0.147	-0.047	-0.019	-0.195	0.117	0.099	1.000		
⑨ bone mass	0.682**	0.277	-0.047	-0.123	-0.120	0.119	-0.027	0.954**	1.000	
⑩ 上腕筋量	0.733**	0.144	0.003	-0.036	0.111	0.170	0.108	0.957**	0.937**	1.000

\*\*p<0.01 \*p<0.05

表4 男性における歩行速度との相関

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
① 歩行速度	1.000									
② ABI	0.382	1.000								
③ PWV	0.469	0.370	1.000							
④ MCV	0.392	0.380	-0.269	1.000						
⑤ fQRSd	0.107	0.040	-0.163	0.038	1.000					
⑥ E/A	0.191	0.138	-0.092	0.200	0.261	1.000				
⑦ E/e'	0.092	-0.278	0.118	-0.206	-0.389	-0.175	1.000			
⑧ 基礎代謝量	-0.308	-0.280	-0.295	0.391	0.505	0.168	-0.051	1.000		
⑨ bone mass	-0.297	-0.302	-0.169	0.413	0.465	0.200	-0.026	0.989**	1.000	
⑩ 下肢筋量	-0.215	-0.195	-0.594	0.417	0.435	0.159	-0.081	0.894**	0.900**	1.000

\*\*p&lt;0.01 \*p&lt;0.05

表5 女性における歩行速度との相関

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
① 歩行速度	1.000									
② ABI	0.045	1.000								
③ PWV	0.062	0.272	1.000							
④ MCV	-0.365	-0.061	0.185	1.000						
⑤ fQRSd	-0.368	0.156	0.149	0.303	1.000					
⑥ E/A	-0.206	0.056	-0.022	0.373	0.406	1.000				
⑦ E/e'	-0.272	0.101	0.255	0.412	-0.077	0.156	1.000			
⑧ 基礎代謝量	0.084	0.147	-0.047	-0.019	-0.195	0.117	0.099	1.000		
⑨ bone mass	-0.009	0.277	-0.047	-0.123	-0.120	0.119	-0.027	0.954**	1.000	
⑩ 下肢筋量	-0.002	0.144	0.003	-0.036	-0.111	0.170	0.108	0.957**	0.937**	1.000

\*\*p&lt;0.01 \*p&lt;0.05

かった。下肢筋量との相関を認めたのは基礎代謝量、bone massのみであった。

## 2. 重回帰分析について

握力を目的変数とし、歩行速度、基礎代謝量、bone mass、上腕の筋量を独立変数として変数減少法による重回帰分析を行った。統計ソフトは

SPSS Statistics 26.0を使用した。

重回帰分析の結果を表6, 7に示す。結果1の二項目の相関において、男性または女性において目的変数である握力と、有意差のあった項目（歩行速度、基礎代謝量、bone mass、上腕の筋量）を独立変数として変数減少法による重回帰分析を行った。表6より男性においては、上腕の筋量が

表6 男性17名における重回帰分析結果

男性	標準化係数 $\beta$	t 値	有意係数	共線性の統計量	
				許容度	VIF
基礎代謝量	0.386	0.673	0.512	0.176	5.694
上腕筋量	0.824*	1.437	0.174	0.176	5.694

\*\*p&lt;0.01 \*p&lt;0.05

表7 女性17名における重回帰分析結果

女性	標準化係数 $\beta$	t 値	有意係数	共線性の統計量	
				許容度	VIF
歩行速度	0.312*	2.111	0.053	0.993	1.007
基礎代謝量	0.749**	5.072	0.000	0.993	1.007

\*\*p&lt;0.01 \*p&lt;0.05

最有力候補としてあげられた。表7より女性においては、基礎代謝量に標準化係数 $\beta=0.749$ と有意な正の係数が認められ、また歩行速度も標準化係数 $\beta=0.312$ とやや低いものの有意な正の係数であった。また歩行速度に関しては、AWGSの診断基準に合致し測定項目として有効であることが確認できた。さらに基礎代謝量は握力と有意な相関関係にあり、上腕の筋量とも相関があることから、上腕の運動機能を客観的に評価する一項目として有効である可能性が示唆された。

## V. 考察

本研究の二項目の相関より、上腕筋量の測定は男女ともに握力と有意な正の相関を示した。これより上腕筋量の測定は努力非依存的に上腕の筋力を評価する因子として有効であることがわかった。四肢骨格筋量の測定が握力と相関しパラメータとして有効であるとする先行研究<sup>13)</sup>に加えて本研究では上腕筋量の測定が握力と相関を呈することが確認できた。

基礎代謝量と bone mass の測定において女性のみ握力との正の相関が認められた。男性に相関を認めなかった理由として、本研究において対象者を選考する際、日頃の運動量について調査しておらず、高年齢の方でも握力が強かった可能性があると考えた。基礎代謝量と bone mass の測定は筋量計にて年齢と身長、体重を設定し、実年齢に基づいて算出される。そのため本研究で男女に差が出た可能性が考えられた。

一方、重回帰分析より基礎代謝量の測定において男女ともに握力との有意な正の相関が認められた。また、基礎代謝量は上腕の筋量とも相関があった。これらより、基礎代謝量の測定は筋量測定を補う一因子であることが考えられた。基礎代謝量は一般に高齢者よりも若年者で、女性よりも男性で高値であり、骨格筋量と相関があることは合理性があると考えられる。

また歩行速度に関しては男女ともに下肢筋量と有意な相関は認めなかった。これについて本研究では健常者での測定であったこと、また今回の測定で歩行速度を対象者の任意の速度としたことがこの結果に影響していると考えられる。歩行速度の測定は被験者の体調等により変動する可能性が

あり、また速度設定をしても実行が困難な場合が予想される。

今回握力と歩行速度との相関が予測された項目である神経伝導速度、PWV、ABI、fQRSd、E/A、E/e'においても男女ともに有意な項目は認められなかった。これは健常者の測定であったこと、対象数が十分ではなかったことが考えられ、次回サルコペニア患者群での数百人を対象とした本研究を実施するべきであると考えられる。

以上より、上腕の筋量の測定、基礎代謝量の測定が運動機能を客観的に評価できる因子である可能性が示唆された。またサルコペニア診断をするにあたって、筋量計で測定可能であるため歩行速度測定時の患者の転倒回避の観点からも有用な検査法として有効であると考えた<sup>14)</sup>。

しかし、今回示した上腕の筋量の測定と基礎代謝量の測定を同じ重みで評価することは問題があると考え、両測定法の按分比率とカットオフ値をいかに設定するかが課題であると考えられる。その点について今後の研究でさらなる検討が必要であると考えられる。

## VI. まとめ

本研究により、上腕筋量の測定は努力非依存的に上腕部の運動機能を評価する因子として有効であることが明らかになった。また基礎代謝量は握力、上腕筋量ともに正の相関があることから、筋量測定に資する一因子として有効である可能性が示唆された。

高齢化社会が加速化する中で運動機能の測定が、努力非依存的にできるということは非常に重要であると考えられる。一方、本研究の問題点として、対象が健康中高年層であること、また対象数が少ないことが結果に影響している可能性がある。したがって、サルコペニア患者群と非患者群でエイジマッチング等の条件を調整し数百人を対象とした研究を実施し、カットオフ値を決定すべきであると考えられる。

## 謝辞

本研究の統計処理を進めるうえでご助言いただきました本学 看護科 中野正博 教授に感謝申し上げます。また、被験者としてご協力いただいた本

学の教職員の皆様に感謝いたします。

## 引用文献

1. 葛谷雅文. 超高齢社会におけるサルコペニアとフレイル. 日本内科学会雑誌104 (12), 2602-2607, 2015.
2. 葛谷雅文. 老年医学における Sarcopenia & Frailty の重要性. 日本老年医学会雑誌 46 (4), 279-285, 2009.
3. 葛谷雅文. フレイルとは—その概念と歴史, フレイル—超高齢社会における最重要課題と予防戦略. 初版, 医歯薬出版株式会社, 1-152, 2014.
4. 岩村真樹, 金内雅夫, 梶本 浩. BIA 法を用いての18歳~84歳の日本人男女における骨格筋量の測定. 理学療法科学, 30 (2), 265-271, 2015.
5. 葛谷雅文, 中村耕三. ロコモティブシンドロームのすべて. 日本医師会雑誌, 144 (1), 182-199, 2015.
6. 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. Journal of the American medical director association, 15 (2), 95-101, 2014.
7. 山田 実. 高齢者のサルコペニアと転倒 Sarcopenia and the Risk for Falls in Older Adults. 日本転倒予防学会誌, 1 (1), 5-9, 2014.
8. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M. Sarcopenia. European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People, Age Ageing, 39 (4), 412-423, 2010.
9. 今井富裕. 高齢者における末梢神経障害. 日本老年医学会雑誌, 52 (3), 191-199, 2015.
10. 荒井親雄. 大動脈脈波速度と各種血清脂質の関係, 動脈硬化, 12 (4), 781-788, 1984.
11. 我満 衛, 中村 清和. 動脈硬化パラメータと心肺持久力との関連 -ABI, PWV と最大酸素摂取量. 健康医学, 18 (2), 151-154, 2003.
12. 富田紀子, 山田 博胤. 心エコー法による左室拡張能の評価. 心臓, 45 (7), 753-760, 2013.
13. 荒井秀典, サルコペニアおよびフレイル—ロコモの概念との相違およびその介入方法について—. 理学療法学, 45 (6), 417-421, 2018.
14. 増田利隆, 松枝秀二, 冨河佐知子, 長尾光城, 長尾憲樹. 車椅子バスケットボール選手の DEXA 法による体組成と基礎代謝量. 川崎医療福祉学会誌, 17 (1), 121-127, 2007.