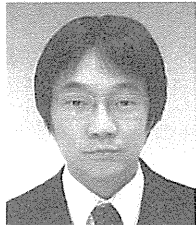


サルコペニアのスクリーニング法

Screening for sarcopenia



石井伸弥(写真) 飯島勝矢

Shinya Ishii¹ and Katsuya Iijima^{1,2}

東京大学大学院医学系研究科加齢医学講座¹, 高齢社会総合研究機構²

◎サルコペニアは高齢者において高い有病率が報告されている一方、要介護状態、QOL低下、死亡などの危険性との関連も指摘されている。したがって、サルコペニアに対する介入は介護予防の一環として重要な位置づけを占め得ると考えられる。要介護状態に陥る前の一次介護予防を可能にするため、早期発見のためのスクリーニング検査が必要である。今回著者らは、千葉県柏市における自立高齢地域住民1,971名を対象として、EWGSOPコンセンサスに基づいて診断したサルコペニアに対するスクリーニング法を開発した。このスクリーニング法は年齢、下腿周囲長、握力を用いるもので、男女ともに高い精度をもつことが示された。このスクリーニングモデルの有効性を確認するためにはさらなる研究が必要であるが、容易に得られる変数を用いて高い精度でサルコペニアをスクリーニングできることが示されたのは、今後のスクリーニング法開発において重要な知見である。



Key word : サルコペニアスクリーニング法, 介護予防, 柏研究, EWGSOPコンセンサス

● サルコペニアスクリーニング法の意義

サルコペニアの頻度は、サルコペニアの定義、用いた測定方法とそのcut-off値、対象集団などによって大きく異なる。中高年地域住民2,419名(男性1,200名,女性1,219名)を対象とした“国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究(NILS-LSA)”では、二重エネルギーX線吸収法(DXA)を用いた筋肉量に基づいて、40歳以上男性の25.0%、女性の24.2%がサルコペニアであるとしている¹⁾。大都市近郊で行われた高齢地域住民1,158名(男性364名,女性794名)を対象とした横断研究では、The European Working Group on Sarcopenia in Older People(EWGSOP)の提唱した基準²⁾を用いて生体インピーダンス(BIA)法による筋肉量、握力による筋力、歩行速度による身体能力によってサルコペニアを判定し、65歳以上男性の11.3%、女性の10.7%がサルコペニアであるとしている³⁾。このように用いた手法、定義、および対象集団によってサルコペニアの有病率は異なっているが、日本および海外

のデータでは高齢者においておおよそ10~20%程度の有病率を報告しており、サルコペニアの有病率が高齢者において高いことをうかがわせる。

また、サルコペニアは進行することで虚弱や身体的自立の喪失、要介護状態につながり、ひいてはQOL低下、死亡などの危険性と関連していることが指摘されている²⁾。しかしその一方で、サルコペニアを治療または進行を遅らせるための介入研究が精力的に行われており、運動と栄養療法を組み合わせた介入が有効であることが示されつつある⁴⁾。将来要介護状態に進む危険性の高いサルコペニア患者が高齢者に多いことから、サルコペニアに対する介入は介護予防の一環として重要な位置づけを占めうると考えられる。

サルコペニアに対する介入としては、高齢者が要介護状態に陥る前に一次介護予防として行われるのが望ましい。すべての高齢者を対象として介入を行う医学的資源がない以上、要介護状態に陥る危険性が高いサルコペニア患者をすこしでも早く同定して介入を行う必要がある。しかし、サル

コペニアそのものは無症状であるうえ、身体機能低下も軽度にとどまる段階においてはサルコペニア患者がサルコペニアのために自発的に医療機関を受診するとは考えにくい。これは骨密度が低下し、骨折の危険性が高まった骨粗鬆症患者にみられる状況と同様である。こうした状況においてはある一定の基準(例:65歳以上の女性)を満たした者を対象として、感度に優れ、かつ簡便なスクリーニング検査を行い、そこで陽性と判定された者を専門機関に紹介して精査・加療を行うというアプローチが有効であると考えられる。

● サルコペニアに対するアプローチ

サルコペニアとは加齢に伴う筋力と筋肉量の低下を指す疾患概念であるが、その定義についてはまだ確定したものはなく、まだ診断基準も流動的である。サルコペニアの概念が提唱された初期においては筋肉量が重要視される傾向が強かったが、近年、筋肉量だけでなく筋力や身体活動の要素もまた重要であることが指摘されてきた。こうした背景を受けて、2010年にはEWGSOPによるコンセンサスが発表され、サルコペニアの定義や診断基準に関して提唱がなされた。EWGSOPではサルコペニアは進行性および全身性の骨格筋量および骨格筋力の低下を特徴とする症候群と定義され、診断基準も筋肉量、筋力、身体能力の三要素から構成された²⁾。つまり筋肉量の減少は必須条件とされ、それに筋力の減少または身体能力低下のどちらかが加われば、サルコペニアと診断されるようになった。ここで、EWGSOPコンセンサスでは臨床診療において筋肉量を評価するためにBIAまたはDXA法、筋力を評価するために握力、身体能力を評価するために簡易身体能力バッテリー通常歩行速度、Timed get-up-and-goテストのいずれかを施行することを推奨している。しかし、これらの測定には特殊な医療機器やある程度の広さの検査室が必要であったり、正確な測定のために訓練が必要であったりするため、スクリーニング検査として大規模に行うには困難が伴うと考えられる。

● サルコペニアスクリーニングの試み

サルコペニアに対するスクリーニング法としてこれまでに試みられた方法はすべて筋肉量を推定するものであり、筋肉量、筋力、身体能力に基づいて判定したサルコペニアのスクリーニング法は開発されていなかった⁵⁻⁷⁾。

ここで著者らが開発したサルコペニアスクリーニング法を紹介する⁸⁾。著者らは、平成24年(2012)から無作為抽出された65歳以上の介護を要しない自立高齢地域住民を対象とした“虚弱・サルコペニアモデルを踏まえた高齢者食生活支援の枠組みと包括的介護予防プログラムの考案および検証を目的とした調査研究”を千葉県柏市において行っており、初年度である平成24年度の参加者1,971名(男性977名、女性994名)を対象としてサルコペニアスクリーニング法の開発を試みた。このうち、75歳以上の後期高齢者が男性では355名(36.3%)、女性では348名(35.0%)であった。サルコペニアの診断にはEWGSOPの基準を用いた。まず、BIA(Inbody 430, Biospace)を用いて四肢筋量の測定を行った。この四肢筋量(kg)を身長²(m²)で除した値をskeletal muscle index(SMI)(kg/m²)とし、これを筋肉量の基準とした。BIAを用いて若年健康日本人集団の筋肉量を測定したTanimotoらの研究に基づき、YAM(young adult mean:18~40歳の若年成人平均値)から標準偏差の2倍を引いた男性7.0 kg/m²、女性5.8 kg/m²を基準値とし、これを下まわった場合に低筋肉量と判定した。筋力の評価には握力、身体能力の評価には通常歩行速度を用いたが、これらの評価項目には日本人におけるcut-off値が確立されていないため、下五分位をそれぞれ低筋力、低身体能力と判定した(cut-off値:握力では男性30 kg、女性20 kg;通常歩行速度では男女とも1.26 m/s)。低筋肉量に加え、低筋力または低身体能力のいずれかが認められた場合にサルコペニアと判定した。

この結果、サルコペニアは14.2%の高齢男性、22.1%の高齢女性にみられた。サルコペニアのスクリーニングに用いる指標としては、特別な医療機器やトレーニングを必要とせず簡便かつ安価に測定できるものを要件として年齢、BMI、握力、

表 1 サルコペニアスクリーニングに用いるスコアチャート

男性														
変数	値													
年齢 スコア	<66 0	66 +1	68 +2	70 +3	72 +4	74 +5	76 +6	78 +7	80 +8	82 +9	84 +10	86≤ +11		
握力 スコア	<20 +99	20 +90	23 +81	26 +72	29 +63	32 +54	35 +45	38 +36	41 +27	44 +18	47 +9	50≤ 0		
下腿周囲長 スコア	<26 +81	26 +72	28 +63	30 +54	32 +45	34 +36	36 +27	38 +18	40 +9	42≤ 0				
スコアから予測されるサルコペニアの確率														
合計スコア 確率(%)	70 1	80 2	90 5	95 8	100 13	105 19	110 28	115 39	120 51	125 64	130 74	135 83	140 89	145 93
女性														
変数	値													
年齢 スコア	<66 0	66 +2	68 +4	70 +6	72 +8	74 +10	76 +12	78 +14	80 +16	82 +18	84 +20	86≤ +22		
握力 スコア	<14 +110	14 +100	16 +90	18 +80	20 +70	22 +60	24 +50	26 +40	28 +30	30 +20	32 +10	34≤ 0		
下腿周囲長 スコア	<26 +63	26 +56	28 +49	30 +42	32 +35	34 +28	36 +21	38 +14	40 +7	42≤ 0				
スコアから予測されるサルコペニアの確率														
合計スコア 確率(%)	80 1	90 3	95 5	100 8	105 12	110 19	115 28	120 39	125 51	130 63	135 74	140 82	145 88	150 93

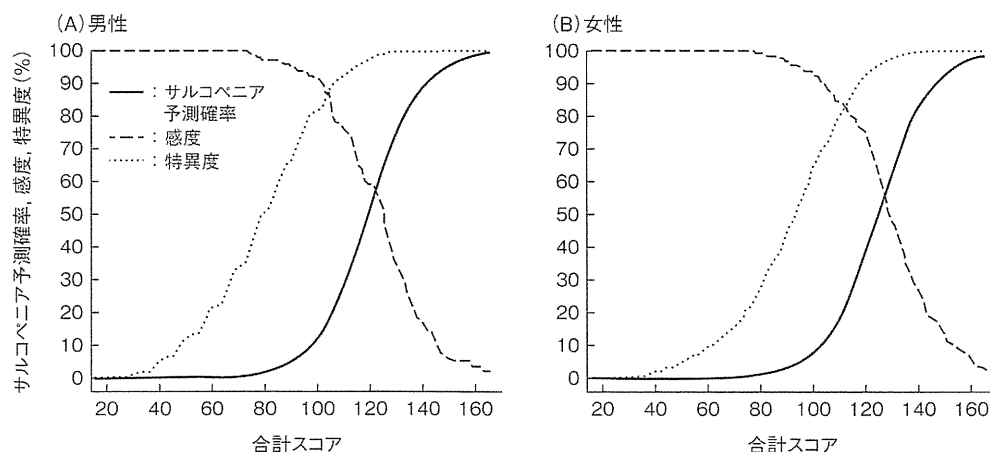


図 1 合計スコアに基づいたサルコペニア予測確率、感度、特異度

大腿周囲長、下腿周囲長、上腕周囲長の6変数をあらかじめ選択し、これらを用いてサルコペニアスクリーニングが行えるかどうか検討した。これらの6変数を予測変数、サルコペニアを従属変数とした多変量ロジスティック回帰に対して変数選択法を用いたところ、男性、女性ともに年齢、握力、下腿周囲長の3変数が選択された。この3変

数を用いた予測式では、予測力の指標であるArea Under the Curve(AUC)が男性0.939(95%信頼区間0.918-0.958)、女性0.909(95%信頼区間0.887-0.931)と優れた予測力があることが示された。このスクリーニングモデルを臨床現場で容易に用いるため、多変量ロジスティック回帰に収縮法を用いて外的妥当性を高めたモデルの回帰係数

表 2 スコアチャート活用例

変数	患者 1 80歳男性, 握力 35 kg, 下腿周囲長 34 cm	
	各変数の値	スコア
年齢	80	+8
握力	35	+45
下腿周囲長	34	+36
合計スコア		+89
チャートを用いたサルコペニア予測確率(%)		≈5

を用いてスコアチャートを作成した(表 1)。スコアチャートから計算される合計スコアに基づいたサルコペニア予測確率および感度, 特異度を図 1 に示す。感度, 特異度の合計を最大化する合計スコアは男性で 105, 女性で 120 であり, そのスコアを cut-off 値として用いた場合の感度, 特異度, 陽性的中率, 陰性的中率はそれぞれ男性では 84.9%, 88.2%, 54.4%, 97.2% であり, 女性では 75.5%, 92.0%, 72.8%, 93.0% であった。

このスコアチャートの活用例を表 2 に示している。表 2 において患者 1 は 80 歳男性で握力 35 kg, 下腿周囲長 34 cm である。年齢, 握力, 下腿周囲長それぞれの値に該当するスコアを表 1 から読み取ると, それぞれ 8, 45, 36 であり, 合計スコアは 89 である。ここで表 1 にあるスコアから予測されるサルコペニアの確率の欄を参照すると, 合計スコア 90 の場合にサルコペニアの予測確率は 5% であることが読み取れる。したがって, この患者 1 においてはサルコペニアの予測確率はほぼ 5% である。

今後の展望

著者らは, 地域在住自立高齢者において年齢, 握力, 下腿周囲長を用いたモデルによってサルコペニアが高い精度で予測できることを示し, 臨床的に使いやすいようにそのモデルに基づいたスコアチャートを作成した。しかし, この結果を実際に適用するためにはさらなる検討が必要である。まず, 本研究で用いた EWGSOP が提唱したサルコペニアの基準ははまだ診断基準として確定していない。また, 握力, 通常歩行速度では日本人において cut-off 値が示されておらず, 本研究

では対象集団の下五分位を用いている。最後に著者らの研究は千葉県柏市在住の要支援も含んだ自立高齢者を対象に行われており, 他地域在住の高齢者や肥満, 著明な浮腫をもつ患者においてこのスクリーニングモデルが有効であるかは今後の調査が必要である。

サルコペニアスクリーニング法を実際に臨床現場で運用するためには今後の調査研究によって以上の問題が解決されることが必要である。しかし, 容易に得られる変数によってサルコペニアを高い精度で予測できることが, 著者らの研究によって示された。今後サルコペニアの診断基準が変更, あるいは診断に用いる検査の cut-off 値が変更になるとしても同様の手法を用いてサルコペニアスクリーニング法を開発することが可能であると考えられる。

文献

- 1) 下方浩史・他: サルコペニアの疲学. *Modern Physician*, **31**(11): 1283-1287, 2011.
- 2) Cruz-Jentoft, A. J. et al.: 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.
- 3) Tanimoto, Y. et al.: Association between sarcopenia and higher-level functional capacity in daily living in community-dwelling elderly subjects in Japan. *Arch. Gerontol. Geriatr.*, **55**(2): e9-e13, 2012.
- 4) Waters, D. L. et al.: Advantages of dietary, exercise-related, and therapeutic interventions to prevent and treat sarcopenia in adult patients: an update. *Clin. Interv. Aging*, **5**: 259-270, 2010.
- 5) Chen, B. B. et al.: Thigh muscle volume predicted by anthropometric measurements and correlated with physical function in the older adults. *J. Nutr. Health Aging*, **15**: 433-438, 2011.
- 6) Iannuzzi-Sucich, M. et al.: Prevalence of sarcopenia

nia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, **57** : M772-M777, 2002.

- 7) Kenny, A. M. et al. : Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in nonobese women who are long-term users of estrogen-

replacement therapy. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, **58** : M436-M440, 2003.

- 8) Ishii, S. et al. : Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults. *Geriatrics and Gerontology International*. (in press)

* * *

完全版

住民主体の介護予防を
サポートする決定版！

介護予防マニキュアル

監修

鈴木隆雄

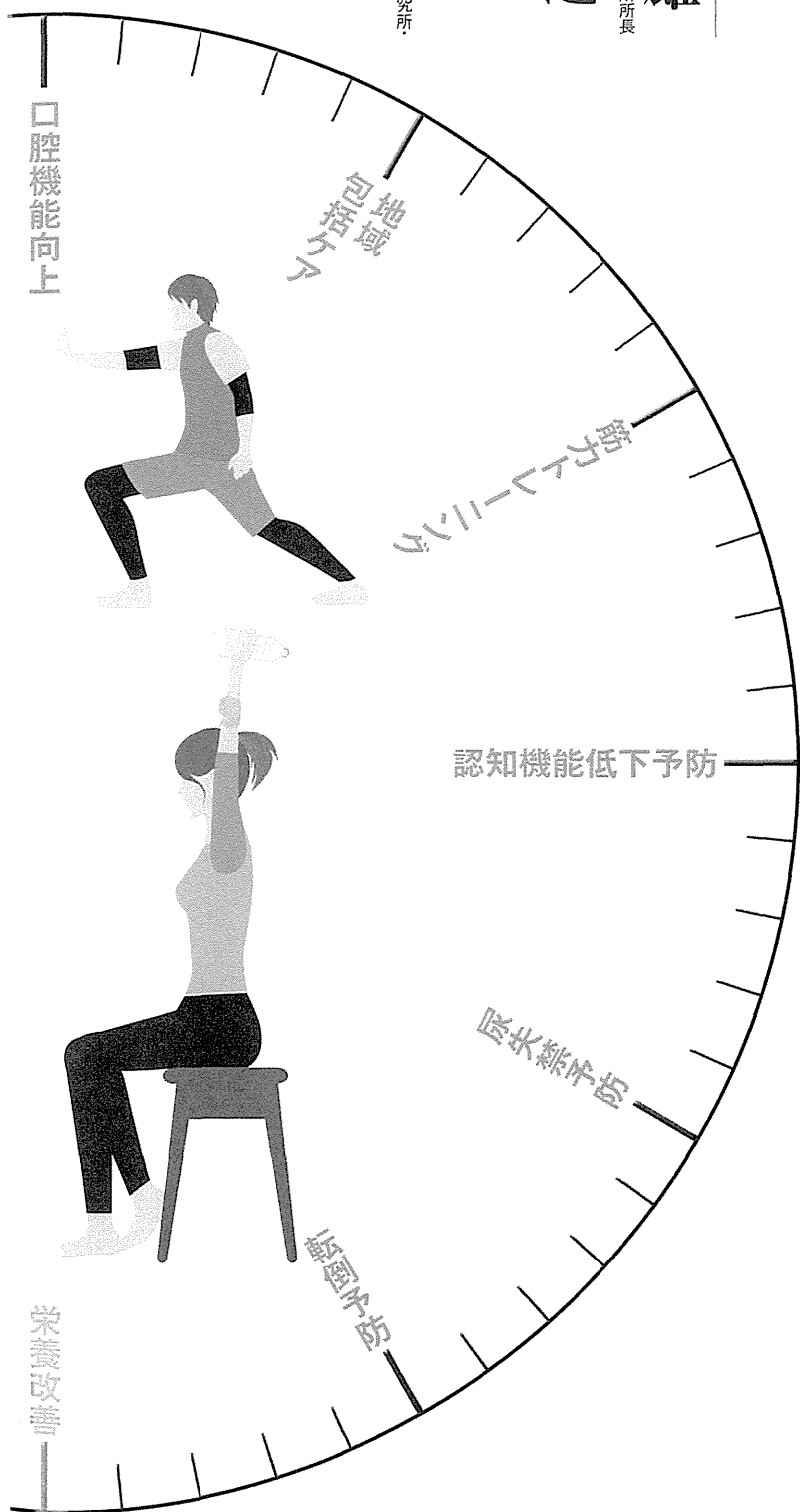
国立長寿医療研究センター研究所長

島田裕之

国立長寿医療研究センター
生活機能賦活研究部部长

大渊修一

東京都健康長寿医療センター研究所
在宅支援研究部副部长



法研

監修・執筆者一覧

◆監修

国立長寿医療研究センター 研究所所長

鈴木隆雄 (すずき・たかお)

国立長寿医療研究センター
老年学・社会科学センター
生活機能賦活研究部部長

島田裕之 (しまだ・ひろゆき)

東京都健康長寿医療センター研究所
在宅療養支援研究副部長

大淵修一 (おおぶち・しゅういち)

◆執筆

●総論

第1章 老年症候群と介護予防

国立長寿医療研究センター 研究所所長

鈴木隆雄 (すずき・たかお)

第2章 これからの介護予防

東京都健康長寿医療センター研究所
在宅療養支援研究副部長

大淵修一 (おおぶち・しゅういち)

第3章 地域包括ケアシステムと介護予防

慶應義塾大学名誉教授
医療介護総合確保促進会議議長、社会保障審議会委員
(介護給付費分科会長・福祉部会長)

田中 滋 (たなか・しげる)

●住民主体編

第4章 住民主体の介護予防実践ガイド

東京都健康長寿医療センター研究所
高齢者健康増進等事業支援室研究員

河合 恒 (かわい・ひさし)

第5章 世代間交流による介護予防実践ガイド

東京都健康長寿医療センター研究所
社会参加と地域保健研究チーム研究部長

藤原佳典 (ふじわら・よしのり)

第6章 介護予防柏モデルの実践

東京大学高齢社会総合研究機構准教授

飯島勝矢 (いじま・かつや)

●各論編

第7章 お達者健診の成果と老年健診

東京都健康長寿医療センター研究所
自立促進と介護予防研究チーム研究部長

吉田英世 (よしだ・ひでよ)

第8章 高齢者向け筋力向上トレーニング

東京都健康長寿医療センター研究所
在宅療養支援研究副部長

大淵修一 (おおぶち・しゅういち)

第9章 転倒予防プログラム

札幌医科大学保健医療学部理学療法学第一講座教授

古名丈人 (ふるな・たけと)

第10章 認知機能低下予防プログラム

国立長寿医療研究センター 老年学・社会科学センター
生活機能賦活研究部部長

島田裕之 (しまだ・ひろゆき)

第11章 尿失禁予防プログラム

東京都健康長寿医療センター研究所
自立促進と介護予防研究チーム研究副部長

金 憲経 (キム・ホンギョン)

第12章 口腔機能向上プログラム

東京都健康長寿医療センター研究所
自立促進と介護予防研究チーム専門副部長

平野浩彦 (ひらの・ひろひこ)

国立長寿医療研究センター
口腔疾患研究部 口腔感染制御研究室長

渡邊 裕 (わたなべ・ゆたか)

東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科
口腔健康教育学分野講師

小原由紀 (おはら・ゆき)

第13章 栄養改善活動プログラム

人間総合科学大学 教授

熊谷 修 (くまがい・しゅう)

第14章 介護予防事業における

評価の実践ガイド

北里大学医療衛生学部
北里大学大学院医療系研究科助教

上出直人 (かみで・なおと)

第15章 介護予防と権利擁護

(公財)東京都福祉保健財団 人材養成部福祉人材養成室
高齢者権利擁護支援センター センター長

川端伸子 (かわばた・のぶこ)

—— 原 著 ——

胃瘻療養中の脳血管障害患者に対する心身機能と摂食状況の調査

Physical, Mental Status and Eating Status of Convalescing Patients after Stroke with Gastrostomy

原 豪志, 戸原 玄, 近藤 和泉, 才藤 栄一
東口 高志, 早坂 信哉, 植田耕一郎, 菊谷 武
水口 俊介, 安細 敏弘

Koji Hara, Haruka Tohara, Izumi Kondo, Eiichi Saito
Takashi Higasiguchi, Shinya Hayasaka, Koichiro Ueda, Takeshi Kikutani
Shunsuke Minakuchi and Toshihiro Ansai

老年歯科医学 別刷
第29巻 第2号 57頁～65頁

胃瘻療養中の脳血管障害患者に対する心身機能と摂食状況の調査

Physical, Mental Status and Eating Status of Convalescing Patients after Stroke with Gastrostomy

原 豪志^{1,2,8)}, 戸原 玄¹⁾, 近藤 和泉³⁾, 才藤 栄一²⁾
 東口 高志⁴⁾, 早坂 信哉⁵⁾, 植田耕一郎⁶⁾, 菊谷 武⁷⁾
 水口 俊介¹⁾, 安細 敏弘⁸⁾

Koji Hara^{1,2,8)}, Haruka Tohara¹⁾, Izumi Kondo³⁾, Eiichi Saito²⁾
 Takashi Higashiguchi⁴⁾, Shinya Hayasaka⁵⁾, Koichiro Ueda⁶⁾, Takeshi Kikutani⁷⁾
 Shunsuke Minakuchi¹⁾ and Toshihiro Ansai⁸⁾

抄録：経皮内視鏡的胃瘻造設術は、経口摂取が困難な患者に対して有用な栄養摂取方法である。しかしその適応基準はあるが、胃瘻造設後の経口開始基準や抜去基準はない。われわれは、胃瘻療養中の脳血管障害患者の心身機能と摂食状況を、複数の医療機関にて調査したので報告する。133名(男性72人、女性61人)を対象とし、その平均年齢は 77.1 ± 11.3 歳であった。患者の基本情報、Japan Coma Scale (JCS)、認知症の程度、Activities of daily living (ADL)、口腔衛生状態、構音・発声の状態、気管切開の有無、嚥下内視鏡検査(Videoendoscopic evaluation of swallowing, 以下VE)前の摂食状況スケール(Eating Status Scale, 以下ESS)、VEを用いた誤嚥の有無、VEを用いた結果推奨されるESS(VE後のESS)、の項目を調査した。

居住形態は在宅と特別養護老人ホームで61.3%を占め、認知症の程度、ADLは不良な対象者が多かったが、半数以上は口腔衛生状態が良好であった。また、言語障害を有する対象者が多かった。対象者の82.7%は食物形態や姿勢調整で誤嚥を防止することができた。また、VE前・後のESSの分布は有意に差を認めた($p < 0.01$)。胃瘻療養患者に対して退院後の摂食・嚥下のフォローアップを含めた環境整備、嚥下機能評価の重要性が示唆された。

キーワード：胃瘻、PEG、脳血管障害、高齢者、訪問診療

緒 言

脳血管障害は、摂食・嚥下障害の原疾患として最大の割合を占める。その摂食・嚥下障害の頻度は、

急性期に約30~60%と高い割合であるが、その多くは数日から1カ月程度で改善し、慢性期まで持続する例は、約10%程度とされる^{1,2)}。さらに才藤ら³⁾

¹⁾ 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科高齢者歯科学分野

²⁾ 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学I講座

³⁾ 独立行政法人国立長寿医療研究センター

⁴⁾ 藤田保健衛生大学医学部外科・緩和医療学講座

⁵⁾ 大東文化大学スポーツ・健康科学部健康科学科

⁶⁾ 日本大学歯学部摂食機能療法学講座

⁷⁾ 日本歯科大学大学院生命歯学研究科臨床口腔機能学

⁸⁾ 九州歯科大学地域健康開発歯学分野

¹⁾ Gerodontology and Oral Rehabilitation, Department of Gerontology and Gerodontology, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University

²⁾ Department of Rehabilitation Medicine I, School of Medicine, Fujita Health University

³⁾ Hospital National Center for Geriatrics and Gerontology

⁴⁾ Department of Surgery & Palliative Care, School of Medicine, Fujita Health University

⁵⁾ Department of Health Science, Daito Bunka University

⁶⁾ Dysphagia Rehabilitation, Nihon University School of Dentistry

⁷⁾ Division of Oral Rehabilitation, Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry

⁸⁾ Division of Community Oral Health Science, Kyushu Dental University

は「急性期には30~40%の嚥下障害があり、慢性期まで残るのは、10%以下である」とまとめている。しかし、嚥下障害が改善せず、経口摂取が再開できない場合は、消化管機能が保たれているのであれば、経腸栄養法の適応となる⁴⁾。

胃瘻は、経口摂取が困難な患者に対する経腸栄養療法の有用な方法として位置づけられており、在宅でも取り扱いやすいという利点から、広く普及している。厚生労働省調査研究によると新規胃瘻造設件数は年間20万件、胃瘻カテーテル交換も60万件に達し、今後も胃瘻患者の増加が予測されることを報告している⁵⁾。

日本消化器内視鏡学会のガイドライン⁶⁾によると、PEGの適応として、①経腸栄養のアクセスとしての胃瘻造設(脳血管障害・認知症などのため自発的に摂食できない症例や神経筋疾患などのため嚥下不能または困難症例、咽喉頭・食道・胃噴門部狭窄症例など)、②誤嚥性肺炎を繰り返す例(摂食できてもしばしば誤嚥する例や経鼻胃管に伴う誤嚥)、③減圧目的(幽門狭窄や上部小腸閉塞)などが挙げられるが、胃瘻造設後の経口摂取の開始基準や抜去基準はない。

胃瘻造設後の入院患者に対して、嚥下機能評価や胃瘻の離脱を試みたという報告^{7~12)}もあり、胃瘻造設を行った患者の経口摂取再開の可能性を示唆する点において有益であるが、それらは単一の病院での調査であった。

われわれは、胃瘻造設患者に対しての転院・退院時の申し送り事項についての調査¹³⁾を行い、胃瘻造設後の転院、退院先は、療養型病院、在宅が65%を占めており、転院、退院先での摂食・嚥下の専門的な介入は、半数近くが不可能であり、転院、退院先で専門的な介入が可能であれば、7割以上が部分的に摂食可能であると判断されたと報告している。在宅で療養している胃瘻患者の嚥下機能評価を行い、経口摂取を試みたという報告^{14,15)}も散見され、病院だけでなく、在宅や施設で療養している胃瘻患者の実態を、把握することは有益であると考えられる。本論文では複数の医療機関によって、在宅、介護施設で療養している胃瘻患者の心身機能、摂食状況を調査し、嚥下内視鏡検査を行ったので、その結果を報告する。

対象と方法

1. 対象

2011年9月から2013年の10月までの期間で、210名の在宅療養中の胃瘻患者に対して、56の複数機関(大学、医療研究センター、病院、開業医、訪問看護ステーション)に所属する医師・歯科医師・看護師が同一の用紙を用いて調査を行った。神経筋疾患を有する対象者は除外し、脳血管障害を主疾患とする133人を対象者とした。

2. 調査項目

1) 対象者の基本情報

年齢、性別、BMI、居住形態(在宅、特別養護老人ホーム、介護保健施設、有料老人ホーム、その他の介護施設)、胃瘻造設から本調査を行うまでの期間、胃瘻造設の理由(複数回答可:摂食・嚥下障害、認知症、低栄養、その他)、をアンケート用紙より抽出した。

2) 意識障害の程度、認知症の程度と調査時の日常生活活動(Activities of daily living, 以下ADL)

意識障害の程度はJapan Coma Scale(以下、JCS)を用いて評価した。認知症の程度は、認知症高齢者の日常生活自立度(表1)を用い、ADLは、障害老人の日常生活自立度(表2)、mRS¹⁶⁾(表3)を用いて評価した。

3) 口腔衛生状態、構音、発声の状態、気管切開の有無

口腔衛生状態は、「良好」、「やや不良」、「不良」と分類した。構音の状態は、「良好」、「不良」、「不可」と分類した。発声の状態は、「良好」、「嗄声あり」、「不可」と分類した。また意思疎通が不可能もしくは、失語、気管切開のために構音や発声が施行できない場合は「不可」とした。

気管切開の有無は、「あり」と「なし」に分類され、スピーチカニューレやレティナカニューレを使用している対象者は「あり」とした。

4) 嚥下内視鏡検査(Videoscopic evaluation of swallowing: VE) 前の摂食状況スケール(Eating Status Scale, 以下ESS)、誤嚥の有無、VE後の摂食状況スケール

摂食状況は、ESS¹⁷⁾(表4)を用いて次のように評

表1 認知症高齢者の日常生活自立度（老健第135号 厚生省老人保健福祉局長通知より）

ランク	判定基準	見られる症状・行動の例
I	何らかの認知症を有するが、日常生活は家庭内及び社会的にはほぼ自立している。	
II	日常生活に支障を来すような症状・行動や意思疎通の困難さが多少見られても、誰かが注意していれば自立できる。	
IIa	家庭外で上記IIの状態が見られる。	たびたび道に迷うとか、買い物や事務、金銭管理などそれまでできたことにミスが目立つ等
IIb	家庭内でも上記IIの状態が見られる。	服薬管理ができない、電話の対応や訪問者との対応などひとりで留守番ができない等
III	日常生活に支障を来すような症状・行動や意思疎通の困難さがときどき見られ、介護を必要とする。	
IIIa	日中を中心として上記IIIの状態が見られる。	着替え、食事、排便・排尿が上手にできない・時間がかかる、やたらに物を口に入れる、物を拾い集める、徘徊、失禁、大声・奇声を上げる、火の不始末、不潔行為、性的異常行為等
IIIb	夜間を中心として上記IIIの状態が見られる。	ランクIIIaに同じ
IV	日常生活に支障を来すような症状・行動や意思疎通の困難さが頻繁に見られ、常に介護を必要とする。	ランクIIIに同じ
M	著しい精神症状や問題行動あるいは重篤な身体疾患が見られ、専門医療を必要とする。	せん妄、妄想、興奮、自傷・他害等の精神症状や精神症状に起因する問題行動が継続する状態等

表2 障害高齢者の日常生活自立度（老健第102-2号 厚生省大臣官房老人保健福祉部長通知）

生活自立	ランクJ	何らかの障害等を有するが、日常生活はほぼ自立しており独力で外出する 1. 交通機関等を利用して外出する 2. 隣近所なら外出する
準寝たきり	ランクA	屋内での生活は概ね自立しているが、介助なしには外出しない 1. 介助により外出し、日中はほとんどベッドから離れて生活をする 2. 外出の頻度が少なく、日中も寝たり起きたりの生活をしている
寝たきり	ランクB	屋内での生活は何らかの介助を要し、日中もベッド上での生活が主体であるが、座位を保つ 1. 車いすに移乗し、食事、排泄はベッドから離れて行う 2. 介助により車いすに移乗する
	ランクC	1日中ベッド上で過ごし、排泄、食事、着替えにおいて介助を要する 1. 自力で寝返りをうつ 2. 自力で寝返りもうたない

価した。「1. 経管のみ；経口摂取を行っていない」、 「2；経管>経口；一部経口摂取を行っているが、栄養摂取は主に経管栄養」、 「3；経管<経口；一部経管栄養を行っているが、栄養摂取は主に経口摂取」、 「4；経口調整；食形態の調整や代償法が必要」、 「5；経口調整不要；食形態や代償法を必要としない」。より具体的には、いわゆるお楽しみレベルの経口摂取にて、まれに一口程度の経口摂取を行

う場合は経管のみとし、1日に数口程度持続的に経口摂取を行っている場合は、経管>経口とした。食事として1日に1回経口摂取を行う場合にはこれに含めた。また、食事として2回以上経口摂取を行っている場合を経管<経口とした。例えば3食経口摂取をしても水分を胃瘻から補給するような場合には、経管<経口に含めた。

VEは医師・歯科医師が行い、食物形態や姿勢調

表3 日本版 modified Rankin Scale (mRS) 判定基準書

modified Rankin Scale	
0	まったく症候がない
1	症候はあっても明らかな障害はない 日常の勤めや活動は行える
2	軽度の障害 発症以前の活動がすべて行えるわけではないが自分の身の回りのことは介助なしに行える
3	中等度の障害 何らかの介助を必要とするが, 歩行は介助なしに行える
4	中等度から重度の障害 歩行や身体的要求には介助が必要である
5	重度の障害 寝たきり, 失禁状態, 常に介護と見守りを必要とする
6	死亡

表4 摂食状況スケール

5	経口調整不要*
4	経口調整要*
3	経口>経管
2	経口<経管
1	経管のみ

*経口調整：食物形態や体位などの摂食時の工夫を指す

節により誤嚥を防止できた場合、誤嚥を防ぐ手法ありと定義し、誤嚥を防止できなかった場合、誤嚥を防ぐ手法なしと定義した。また、食物形態は、対象者の嚥下障害の重症度に応じて、ゼリー、トロミ水、ミキサー食などを選択した。最後に、VEの結果をもとに推奨される栄養摂取方法を、VE後のESSとした。

3. 統計

統計処理は、VE前のESSとVE後のESSのいずれも記載があり、嚥下内視鏡検査を施行した106名について、VE前・後のESSの差異を、Wilcoxon's signed rank testを用いて検討した。本調査は日本大学歯学部倫理委員会の承認(承認番号、倫許2011-4)を受けて行った。

結 果

対象者の基本情報を表5に記す。対象者133人(男性72人、女性61人)の平均年齢は 77.1 ± 11.3 歳であった。BMIは97名(無記載は36名)の対象者のうち平均 18.7 ± 2.5 であった。胃瘻造設の理由として、摂食・嚥下障害は133名中の120人(90.2%)、認知症は133名中の13名(9.8%)、低栄養は133名中の9名(6.8%)、グループホームや介護付き有料老人ホームなどを含むその他の介護施設は133名中の8名(6%)であり、摂食・嚥下障害によ

り胃瘻を造設した対象者が多数であった。

続いて、対象者の意識障害の程度、認知症の程度、ADL、口腔衛生状態、構音・発声の状態、気管切開の有無を表6に記す。JCS(無記載は2名)はIが最多で38.9%、清明は16.8%存在したが、JCSのII、IIIは合わせて44.3%であった。認知症高齢者の日常生活自立度(無記載は5名)でIV、Mであった対象者は53.9%であり、日常生活に支障をきたす症状や行動、意思疎通の困難さのために、常に介護を要する対象者が半数であった。障害老人の日常生活自立度(無記載は1名)で、B、Cであった対象者が85.7%、mRS(無記載は5名)で4、5であった対象者が90.6%であり、ADLの不良な対象者が多かった。その一方、口腔衛生状態は、半数以上が良好に保たれていた(無記載は1名)。また構音(無記載は3名)は、良好であるものが28.5%であったのに対し、発声(無記載はなし)が良好であるものは、42.9%であった。気管切開の有無(無記載は2名)は、なしが多数であったが、ありが8.4%存在した。

対象者のESSと誤嚥を防ぐ手法の有無について、表7に記す。VE前のESS(無記載は9名)は、経管のみであった対象者が88名(71%)で最多だったが、VE後のESS(無記載は16名)は、経管>経口であった対象者68名(58.1%)と最多であった。誤嚥を防ぐ手法の有無について(無記載は23名)、全体

表5 対象者の基本情報

	人数	割合(%)
年齢(歳)	77.1 ± 11.3, N=133	
性別	133	
男性	72	54.1
女性	61	45.9
BMI	18.7 ± 2.7, N=97	
居住形態	129	
在宅	62	48.1
特別養護老人ホーム	17	13.2
介護保健施設	14	10.9
有料老人ホーム	11	8.5
その他	25	19.4
胃瘻造設から調査までの期間(月)	19.7 ± 18 (range 1~76)	
胃瘻造設の理由(複数回答可)	133	
摂食・嚥下障害	120	90.2
認知症	13	9.8
低栄養	9	6.8
その他	8	6.0
原疾患	133	
脳梗塞	72	54.1
脳出血	36	27.1
くも膜下出血	16	12.0
不明(脳血管障害とのみ記載)	9	6.8

の82.7%の対象者は食物形態や姿勢調節により誤嚥を防止することが可能であった。

VE 前の ESS と VE 後の ESS の差異を表 8 に記す。VE 前・後の ESS の分布は有意に差を認めた ($p < 0.01$)。VE 前の ESS と比較して、VE 後の ESS が増加した対象者は 51 名 (48.1%)、不変であった対象者は 51 名 (48.1%)、減少した対象者は 4 名 (3.8%) であり、増加した 51 名のうち、49 名は VE 前の ESS が、経管のみであった。

考 察

1. 対象者の基本情報と調査項目について(表 5, 6)

本調査において、意識障害の程度、認知症の程度、ADL が不良な対象者が多かった。脳卒中治療ガイドライン¹⁸⁾によれば、維持期の患者において筋力、体力、歩行能力などを維持向上させるために、訪問または外来リハビリテーションが推奨されている。また、重度の運動麻痺や半側空間無視などで自

表6 対象者の意識障害の程度、認知症の程度、日常生活動作、口腔咽頭機能、気管切開の有無について

	人数	割合(%)
JCS	131	
清明	22	16.8
I	51	38.9
II	39	29.8
III	19	14.5
認知症高齢者の日常生活自立度	128	
なし	23	18.0
I	6	4.7
II	10	7.8
III	20	15.6
IV	53	41.4
M	16	12.5
障害老人の日常生活自立度	132	
なし	2	1.5
J	3	2.3
A	14	10.6
B	60	45.5
C	53	40.2
mRS	128	
0	1	0.8
1	0	0
2	3	2.3
3	8	6.3
4	69	53.9
5	47	36.7
口腔衛生状態	132	
良好	72	54.5
やや不良	43	32.6
不良	17	12.9
構音	130	
良好	37	28.5
不良	44	33.8
不可	49	37.7
発声	133	
良好	57	42.9
嚙声あり	30	22.6
不可	46	34.6
気管切開の有無	131	
あり	11	8.4
なし	120	91.6

mRS: Modified Rankin Scale

然回復が期待できない場合でも、長期のリハビリテーションで ADL が改善することもあり¹⁹⁾、ADL が不良な高齢者に対しては訪問リハビリテーション

- J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry., **52** : 236~241, 1989.
- 2) Daniels, SK., Brailey, K., Priestly, DH., Herrington, LR., Weisberg, LA., Foundas, AL. : Aspiration in patients with acute stroke, Arch. Phys. Med. Rehabil., **79** : 14~19, 1998.
- 3) 才藤栄一, 千野直一 : 脳血管障害による嚥下障害のリハビリテーション, 総合リハ, **19** : 611~615, 1991.
- 4) A.S.P.E.N. Board of Directors : Guidelines for the use of parenteral and enteral nutrition in adults and pediatric patients, JPEN., **9** : 608~617, 1985.
- 5) 鈴木 裕 : 認知症患者の胃ろうガイドラインの作成—原疾患, 重症度別の適応・不適応, 見直し, 中止に関する調査研究, 厚生労働省調査研究事業, 2012.
- 6) 上野文昭 ほか : 経皮内視鏡的胃瘻造設術ガイドライン. 「消化器内視鏡ガイドライン 第3版」(日本消化器内視鏡学会監修), 医学書院, 2006.
- 7) Yokohama, S., Aoshima, M., Koyama, S., Hayashi, K., Shindo, J. and Maruyama, J. : Possibility of oral feeding after induction of percutaneous endoscopic gastrostomy, J. Gastroenterol. Hepatol., **25** : 1227~1231, 2010.
- 8) 佐藤 武, 佐藤和典 : 当院における経皮内視鏡的胃瘻造設術施行患者の予後因子の検討, 日老医会誌, **50** : 96~103, 2013.
- 9) Krieger, RP., Brady, S., Stewart, RJ., Terry, A. and Brady, JJ. : Predictors of returning to oral feedings after feeding tube placement for patients poststroke during inpatient rehabilitation, Top Stroke Rehabil., **17** : 197~203, 2010.
- 10) Paramsothy, S., Papadopoulos, G., Mollison, LC. and Leong, RW. : Resumption of oral intake following percutaneous endoscopic gastrostomy, J. Gastroenterol. Hepatol., **24** : 1098~1101, 2009.
- 11) Yi, Y., Yang, EJ., Kim, J., Kim, WJ., Min, Y. and Paik, NJ. : Predictive factors for removal of percutaneous endoscopic gastrostomy tube in post-stroke dysphagia, J. Rehabil. Med., **44** : 922~925, 2012.
- 12) Ickenstein, GW., Kelly, PJ., Furie, KL., Ambrosi, D., Rallis, N., Goldstein, R., Horick, N. and Stein, J. : Predictors of feeding gastrostomy tube removal in stroke patients with dysphagia, J. Stroke Cerebrovasc. Dis., **12** : 169~174, 2003.
- 13) 近藤和泉 : 平成 24 年度長寿科学総合研究事業報告書, 76~77, 2012.
- 14) 松香芳三, 笈田育尚, 熊田 愛, 縄稚久美子, 西山憲行, 菊谷 武, 窪木拓男 : 家族の介護により経口摂取が可能となり, 胃瘻から脱却した症例, 老年歯学, **24** : 91~96, 2009.
- 15) 齋藤貴之, 戸原 玄, 半田直美, 飯田貴俊, 井上統温, 和田聡子, 内山 宙, 小林健一郎, 中川兼佑, 植田耕一郎, 櫻井 薫 : 摂食機能療法ならびに多職種チーム連携により QOL が改善された 1 例, 老年歯学, **26** : 18~24, 2011.
- 16) Quinn, TJ., Dawson, J., Walters, MR. and Lees, KR. : Functional outcome measures in contemporary stroke trials, Int. J. Stroke., **4** : 200~205, 2009.
- 17) 才藤栄一 : 平成 11 年度長寿科学総合研究事業報告書, 1~17, 2000.
- 18) 脳卒中治療ガイドライン, 日本脳卒中学会, 2009.
- 19) Dam, M., Tonin, P., Casson, S., Ermani, M., Pizzolato, G. and Iaia, V. : The effects of long-term rehabilitation therapy on poststroke hemiplegic patients, Stroke, **24** : 1186~1191, 1993.
- 20) 坪井章雄, 新井光男, 松若寿男 : 訪問リハビリテーションにおける座位保持訓練の効果—寝たきりの在宅高齢障害者を対象として—, 作業療法, **20** : 36~44, 2001.
- 21) 坪井章雄, 新井光男, 松若寿男 : 在宅高齢障害者に対する訪問リハビリテーションの効果—大腿骨頸部骨折後の「寝たきり」の生活レベルから, 受傷前の生活レベルに改善した一症例を通して—, 作業療法, **19** : 120~126, 2000.
- 22) 坪井章雄, 新井光男 : 訪問リハビリテーションにおける高齢障害者の在宅介護継続因子の検討—在宅介護継続例と破綻例の介護者の心理的側面より—, 作業療法, **18** : 402~409, 1999.
- 23) 藤島一郎, 佐藤有理 : 嚥下専門外来, MB Med. Reha., **100** : 13~19, 2008.
- 24) Yoneyama, T., Yoshida, M., Matsui, T. and Sasaki, H. : Oral care and pneumonia, Oral Care Working Group, Lancet, **354**(9177) : 515, 1999.
- 25) Yoneyama, T., Yoshida, M., Ohru, T., Mukaiyama, H., Okamoto, H., Hoshihara, K., Ihara, S., Yanagisawa, S., Ariumi, S., Morita, T., Mizuno, Y., Ohsawa, T., Akagawa, Y., Hashimoto, K. and Sasaki, H. : Oral Care Working Group, J. Am. Geriatr. Soc., **50** : 430~433, 2002.
- 26) 才藤栄一 : 摂食・嚥下リハビリテーション, 第 1 版, p215~222, 医歯薬出版, 東京, 2007.
- 27) 厚生労働省 : 第 3-28・29 表. 平成 18 年身体障害児・者実態調査結果, 2008.
- 28) 半田理恵子 : 在宅言語障害患者をめぐる現状と課題, 訪問看護と介護, **10** : 336~370, 2005.
- 29) Wu, C.H., Hsiao, T.Y., Chen, J.C., Chang, Y.C. and Lee, S. Y. : Evaluation of swallowing safety with fiberoptic endoscope : comparison with videofluoroscopic technique, Laryngoscope., **107** : 396~401, 1997.
- 30) Langmore, SE., Schatz, K. and Olson, N. : Endoscopic and videofluoroscopic evaluations of swallowing and aspiration. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol., **100** : 678~681, 1991.
- 31) 服部史子, 戸原 玄, 中根綾子, 大内ゆかり, 後藤志乃, 三串伸哉, 若杉葉子, 高島真穂, 小城明子, 都島千明, 植松 宏 : 在宅および施設入居摂食・嚥下障害者の栄養摂取方法と嚥下機能の乖離, 日摂食・嚥下リハ会誌, **12** : 101~108, 2008.
- 32) 稲本陽子, 小口和代, 保田祥代, 才藤栄一 : 脳血管障害による摂食・嚥下障害患者の退院後のフォローアップ, 日摂食・嚥下リハ会誌, **8** : 135~142, 2004.

33) 若杉葉子, 戸原 玄, 日野多加美, 三瓶龍一, 鯉原賀子, 岡田猛司, 島野嵩也, 植松 宏: 摂食・嚥下障害患者の退院後の摂食状況 退院後フォローの

重要性について, 日摂食・嚥下リハ会誌, 16: 198~202, 2012.

Physical, Mental Status and Eating Status of Convalescing Patients after Stroke with Gastrostomy

Koji Hara^{1,2,8)}, Haruka Tohara¹⁾, Izumi Kondo³⁾, Eiichi Saito²⁾
Takashi Higasiguchi⁴⁾, Shinya Hayasaka⁵⁾, Koichiro Ueda⁶⁾, Takeshi Kikutani⁷⁾
Shunsuke Minakutchi¹⁾ and Toshihiro Ansai⁸⁾

¹⁾Gerodontology and Oral Rehabilitation, Department of Gerontology and Gerodontology, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Tokyo Medical and Dental University

²⁾Department of Rehabilitation Medicine 1, School of Medicine, Fujita Health University

³⁾Hospital National Center for Geriatrics and Gerontology

⁴⁾Department of Surgery & Palliative Care, School of Medicine, Fujita Health University

⁵⁾Department of Health Science, Daito Bunka University

⁶⁾Dysphagia Rehabilitation, Nihon University School of Dentistry

⁷⁾Division of Oral Rehabilitation, Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry

⁸⁾Division of Community Oral Health Science, Kyushu Dental University

Percutaneous endoscopic gastrostomy need easy operation, and gastrostomy is useful enteral nutrition for dysphagic patients. Although the guidelines for the application of PEG are established, there are no guidelines for the resumption of oral ingestion for patients with PEG or removal PEG. Our aim was to investigate the body function and eating status of convalescing patients after stroke with gastrostomy by multiple centers. 133 patients (men 72, women 61) were enrolled (mean age were 77.1 ± 11.3). We investigated the patients' basic data, Japan Coma Scale ; JCS, cognitive function, Activities of daily living ; ADL, oral hygiene, the presence of dysarthria and dysphonia, the presence of tracheostomy, the Eating Status Scale ; ESS at the investigation (the ESS pre-Videoendoscopic evaluation of swallowing ; VE), the presence of aspiration by VE and the desirable ESS by the result of VE (the ESS post-VE). 61.3 % of the patients lived in their home or nursing home. The cognition and ADL of most patients were poor, but more than half of them showed favorable oral hygiene. There were many patients with dysarthria and dysphonia. 82.7% of 110 patients were evaluated as non-aspiration by VE. There was a significant difference between the ESS pre-VE and the ESS post-VE ($p < 0.01$). The present study showed the importance of swallowing evaluation for convalescing patients with gastrostomy after discharge from hospital.

Key words : gastrostomy, PEG, cerebral vascular disease, elderly, visiting treatment

ORIGINAL ARTICLE

Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults

Shinya Ishii,¹ Tomoki Tanaka,² Koji Shibasaki,¹ Yasuyoshi Ouchi,³ Takeshi Kikutani,⁴ Takashi Higashiguchi,⁵ Shuichi P Obuchi,⁶ Kazuko Ishikawa-Takata,⁷ Hirohiko Hirano,⁶ Hisashi Kawai,⁶ Tetsuo Tsuji² and Katsuya Iijima²

¹Department of Geriatric Medicine, Graduate School of Medicine, ²Institute of Gerontology, The University of Tokyo. ³Federation of National Public Service Personnel Mutual Aid Associations Toranomon Hospital, ⁴Division of Clinical Oral Rehabilitation, The Nippon Dental University Graduate School of Life Dentistry at Tokyo, ⁶Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology, ⁷Division of Health Promotion and Exercise, National Institute of Health and Nutrition, Tokyo, and ⁵Department of Surgery & Palliative Medicine, Fujita Health University School of Medicine, Toyoake City, Japan

Aim: To develop a simple screening test to identify older adults at high risk for sarcopenia.

Methods: We studied 1971 functionally independent, community-dwelling adults aged 65 years or older randomly selected from the resident register of Kashiwa city, Chiba, Japan. Data collection was carried out between September and November 2012. Sarcopenia was defined based on low muscle mass measured by bioimpedance analysis and either low muscle strength characterized by handgrip or low physical performance characterized by slow gait speed.

Results: The prevalence of sarcopenia was 14.2% in men and 22.1% in women. After the variable selection procedure, the final model to estimate the probability of sarcopenia included three variables: age, grip strength and calf circumference. The area under the receiver operating characteristic curve, a measure of discrimination, of the final model was 0.939 with 95% confidence interval (CI) of 0.918–0.958 for men, and 0.909 with 95% CI of 0.887–0.931 for women. We created a score chart for each sex based on the final model. When the sum of sensitivity and specificity was maximized, sensitivity, specificity, and positive and negative predictive values for sarcopenia were 84.9%, 88.2%, 54.4%, and 97.2% for men, 75.5%, 92.0%, 72.8%, and 93.0% for women, respectively.

Conclusions: The presence of sarcopenia could be detected using three easily obtainable variables with high accuracy. The screening test we developed could help identify functionally independent older adults with sarcopenia who are good candidates for intervention. **Geriatr Gerontol Int 2014; 14 (Suppl. 1): 93–101.**

Keywords: disability, rehabilitation, sarcopenia, screening, sensitivity and specificity.

Introduction

Sarcopenia is a syndrome characterized by progressive and generalized loss of skeletal mass and strength with aging.¹ A recent realization that sarcopenia is associated with a risk of adverse events, such as physical disability, poor quality of life and death, has provided significant impetus to sarcopenia research.¹ Effective interventions

have been vigorously sought and some interventions, such as resistance training in combination with nutritional supplements, appear promising.^{2–4} It is also becoming apparent that interventions might be more effective early rather than late in the course when patients develop physical disability or functional dependence.^{4,5} The early stage in the course of sarcopenia (i.e. without loss of physical or functional independence) might therefore represent a valuable opportunity to carry out interventions to decelerate the progress of sarcopenia and prevent physical disability.

However, patients with sarcopenia are generally unaware of their sarcopenic state until the gradual decline in muscle function becomes severe enough to be pathological, resulting in physical and functional dependence.^{4,6} As patients are unlikely to seek medical

Accepted for publication 17 October 2013.

Correspondence: Dr Katsuya Iijima MD, Institute of Gerontology, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan. Email: iijima@iog.u-tokyo.ac.jp

attention for their sarcopenic state, population screening to detect sarcopenia before the occurrence of physical disability could improve the chance of intervention.

Currently, the recommended criteria for the diagnosis of sarcopenia require the documentation of low muscle mass and either low muscle strength or low physical performance.¹ Muscle mass is commonly assessed by dual energy X-ray absorptiometry (DXA) or bioimpedance analysis (BIA), muscle strength with handgrip strength, and physical performance with Short Physical Performance Battery or usual gait speed.^{1,7} Unfortunately, the feasibility of applying the recommended diagnostic algorithm in the setting of population screening is limited by the need for special equipment and training. Hence, a screening test for sarcopenia simple enough to be carried out on a large scale is required.

Using baseline data from the Kashiwa study on functionally independent, community-dwelling older adults, we designed an analysis to develop a simple screening test for sarcopenia and examine its ability to estimate the probability of sarcopenia.

Methods

Participants

The Kashiwa study is a prospective cohort study designed to characterize the biological, psychosocial and functional changes associated with aging in community-dwelling older adults. In 2012, a total of 12 000 community-dwelling, functionally independent (i.e. not requiring nursing care provided by long-term care insurance) adults aged 65 years or older were randomly drawn from the resident register of Kashiwa city, a commuter town for Tokyo in Chiba prefecture, Japan, and asked by mail to participate in the study. A total of 2044 older adults (1013 men, 1031 women) agreed to participate in the study and comprised the inception cohort. The sample reflected the distribution of age in Kashiwa city for each sex.

Baseline examinations were carried out between September and November 2012 at welfare centers and community centers close to the participants' residential area, to obviate their need to drive. A team consisting of physicians, nurses, physical therapists, dentists and nutritionists carried out data collection. To standardize data collection protocol, they were given the data collection manual, attended two sessions for training in the data collection methods and carried out a rehearsal of data collection. A total of 73 participants who did not undergo BIA, usual gait speed or handgrip strength measurements were excluded, leaving an analytic sample of 1971 older adults (977 men, 994 women).

The study was approved by the ethics committee of the Graduate School of Medicine, The University of Tokyo. All participants provided written informed consent.

Sarcopenia classification and measurement of each component of sarcopenia

We followed the recommendation of the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) for the definition of sarcopenia.¹ The proposed diagnostic criteria required the presence of low muscle mass plus the presence of either low muscle strength or low physical performance.

Muscle mass measurement

Muscle mass was measured by BIA using an Inbody 430 machine (Biospace, Seoul, Korea).⁸ Appendicular skeletal muscle mass (ASM) was derived as the sum of the muscle mass of the four limbs. ASM was then normalized by height in meters squared to yield skeletal muscle mass index (SMI) (kg/m^2).¹ SMI values lower than two standard deviations below the mean values of young male and female reference groups were classified as low muscle mass (SMI $<7.0 \text{ kg}/\text{m}^2$ in men, $<5.8 \text{ kg}/\text{m}^2$ in women).⁹

Muscle strength measurement

Muscle strength was assessed by handgrip strength, which was measured using a digital grip strength dynamometer (Takei Scientific Instruments, Niigata, Japan). The measurement was carried out twice using their dominant hand, and the higher of two trials (in kilograms) was used for the present analysis. Handgrip strength values in the lowest quintile were classified as low muscle strength (cut-off values: 30 kg for men, 20 kg for women).

Physical performance measurement

Physical performance was assessed by usual gait speed. Participants were instructed to walk over an 11-m straight course at their usual speed. Usual gait speed was derived from 5 m divided by the time in seconds spent in the middle 5 m (from the 3-m line to the 8-m line). Good reproducibility of this measurement was reported previously.¹⁰ Usual gait speed values in the lowest quintile were classified as low physical performance (cut-off values: 1.26 m/s for each sex).

Other measurements

Demographic information and medical history of doctor-diagnosed chronic conditions were obtained

using a standardized questionnaire. Physical activity was assessed using Global Physical Activity Questionnaire and Metabolic Equivalent minutes per week was computed.¹¹ Serum albumin was measured at the time of the visit. Anthropometric measurements were obtained with the participants wearing light clothing and no shoes. Height and weight were measured with a fixed stadiometer, and a digital scale and used to compute body mass index (BMI). Upper arm, thigh and calf circumferences were measured to the nearest 0.1 cm directly over the skin using a measuring tape with the participant sitting. Upper arm circumference was measured at the mid-point between the olecranon process and the acromion of the non-dominant arm with the participant's arm bent 90° at the elbow. Calf circumference measurement was made at the maximum circumference of the lower non-dominant leg with the participant's leg bent 90° degrees at the knee. Thigh circumference was measured 15 cm above the upper margin of the patella of the dominant leg.

Statistical analysis

All analyses were stratified by sex. Differences in participant characteristics between those with and without sarcopenia were examined using Student's *t*-test or Wilcoxon rank-sum test. To develop a statistical model to estimate the probability of sarcopenia, candidate variables were selected by experts based on cost, ease of measurement and availability of equipment to measure them. The candidate variables included age, sex, BMI, grip strength, and thigh, calf and upper arm circumferences. Pearson's correlation between each component of sarcopenia and the candidate variables was first computed. We then examined the functional form of the relationships between the variables, and the logit of sarcopenia probability using restricted cubic spline plots and the Wald test for linearity.¹² We considered dichotomization, square and logarithmic transformations if the Wald test for linearity was statistically significant, rejecting the assumption of linearity.¹² A multivariate logistic regression model including all the candidate variables ("full model") was constructed. Variable selection with Bayesian Information Criteria was carried out to make the model parsimonious, and a multivariate logistic regression model including the variables selected ("restricted model") was made.¹³ A bootstrapping procedure was used to obtain estimates of internal validity of the model¹⁴ and to derive the final models by correcting the regression coefficients for overoptimism.¹⁵ The final model was presented as a score chart to facilitate clinical application.¹⁵ The score chart was created based on rounded values of the shrunken regression coefficients.

The ability of each model to correctly rank order participants by sarcopenia probability (discrimination

ability) was assessed by the area under the receiver operator characteristic (ROC) curve.^{16,17} The model fit was verified using the Hosmer–Lemeshow goodness-of-fit test.¹⁸

There were no missing values of any variable in the entire analytic sample.

All analyses were carried out using SAS version 9.3 (SAS Institute, Cary, NC, USA) and R statistical software version 2.15.2 (R Foundation, Vienna, Austria). Two-sided $P < 0.05$ was considered statistically significant.

Results

There were 32.2% of men and 48.9% of women classified as having low muscle mass, and 14.2% of men and 22.1% of women were classified as having sarcopenia. The participant characteristics by the sarcopenia status in each sex are shown in Table 1. Those with sarcopenia were older and had smaller body size compared with those without sarcopenia in each sex (all $P < 0.001$). Those with sarcopenia were physically less active in each sex. Chronic medical conditions were in general more prevalent in those with sarcopenia, and a statistically significant difference was observed for hypertension in women, stroke in men and osteoporosis in both sexes. Serum albumin was significantly lower in those with sarcopenia in each sex.

Table 2 shows the correlation between each component of sarcopenia and the candidate variables. SMI was correlated with all the variables, with the highest correlation coefficient observed with calf circumference in each sex. Usual gait speed was most highly correlated with age, followed by grip strength and calf circumference in the order of the magnitude of correlation, and this finding was consistent in both sexes.

Visual inspection of the restricted cubic spline plots and the Wald test for linearity suggested that the variables were linearly associated with the logit of sarcopenia probability, except for grip strength in both sexes and upper arm circumference in women (data not shown). However, neither dichotomization nor transformation improved the model fit, and we decided to use linear terms of these variables in the development of statistical models.

Table 3 shows the unadjusted and adjusted associations between sarcopenia and the variables. In bivariate analysis, all the variables were significantly associated with sarcopenia. In multiple logistic regression with all the variables (full model), age was positively, and grip strength and calf circumference were inversely associated with sarcopenia, whereas BMI, thigh circumference and upper arm circumference were not significantly associated. Variable selection resulted in the selection of age, grip strength and calf circumference, and the three selected variables were significantly associated with

Table 1 Characteristics of study participants

	Men Sarcopenia (<i>n</i> = 139)	No sarcopenia (<i>n</i> = 838)	<i>P</i>	Women Sarcopenia (<i>n</i> = 220)	No sarcopenia (<i>n</i> = 774)	<i>P</i>
Age (years)	78.4 ± 5.5	72.2 ± 5.0	<0.001	76.2 ± 5.8	71.8 ± 4.9	<0.001
Height (cm)	160.0 ± 5.6	164.9 ± 5.5	<0.001	148.2 ± 5.6	152.3 ± 5.1	<0.001
Weight (kg)	54.1 ± 7.2	64.3 ± 8.0	<0.001	46.4 ± 5.7	52.9 ± 7.6	<0.001
BMI (kg/m ²)	21.1 ± 2.5	23.6 ± 2.6	<0.001	21.1 ± 2.6	22.8 ± 3.2	<0.001
Grip strength (kg)	27.5 ± 4.3	36.0 ± 5.3	<0.001	18.4 ± 3.2	23.6 ± 3.3	<0.001
Thigh circumference (cm)	38.8 ± 3.5	42.4 ± 3.3	<0.001	38.9 ± 3.4	41.7 ± 4.0	<0.001
Calf circumference (cm)	32.8 ± 2.3	36.3 ± 2.5	<0.001	32.1 ± 2.1	34.5 ± 2.7	<0.001
Upper arm circumference (cm)	25.7 ± 2.5	28.4 ± 2.4	<0.001	25.7 ± 2.3	27.3 ± 2.9	<0.001
SMI (kg/m ²)	6.34 ± 0.48	7.44 ± 0.58	<0.001	5.25 ± 0.41	6.02 ± 0.60	<0.001
Usual gait speed (m/s)	1.28 ± 0.24	1.51 ± 0.24	<0.001	1.26 ± 0.26	1.51 ± 0.23	<0.001
Physical activity (MET-minutes/week)	1813 (720, 3504)	2540 (1200, 4746)	0.008	1341 (33, 3209)	2587 (1092, 4824)	<0.001
Chronic conditions (%)						
Hypertension	51.1	46.5	0.32	45.9	38.1	0.04
Diabetes mellitus	18.0	14.9	0.36	8.2	8.9	0.73
Stroke	12.2	6.4	0.01	5.9	4.4	0.35
Osteoporosis	4.3	1.4	0.02	32.7	16.6	<0.001
Use of medications (%)						
Statins	18.7	17.4	0.71	29.1	30.6	0.66
Antihypertensives	53.2	45.1	0.08	42.7	36.2	0.08
Albumin (g/dL)	4.37 ± 0.26	4.43 ± 0.23	0.005	4.39 ± 0.23	4.43 ± 0.22	0.04

Values are shown as mean ± standard deviation except for physical activity which was not normally distributed and therefore the mean value and inter-quartile range were shown. BMI, body mass index; MET, Metabolic Equivalent; SMI, skeletal muscle mass index.

Table 2 Pearson correlations between components of sarcopenia and six candidate variables

	Age	BMI	Grip strength	Thigh circumference	Calf circumference	Upper arm circumference
Men						
SMI	-0.33***	0.70***	0.49***	0.70***	0.78***	0.69***
Grip strength	-0.46***	0.21***	1	0.27***	0.35***	0.35***
Usual gait speed	-0.35***	0.007	0.29***	0.06	0.13***	0.10**
Women						
SMI	-0.24***	0.69***	0.50***	0.67***	0.75***	0.65***
Grip strength	-0.36***	0.16***	1	0.22***	0.33***	0.21***
Usual gait speed	-0.42***	-0.08**	0.36***	0.01	0.12***	-0.02

*, **, ***Significance at 0.1%, 1%, 5% level, respectively. BMI, body mass index; SMI, skeletal muscle mass index.

sarcopenia in multiple logistic regression (restricted model). These findings were consistent in both sexes. The area under the ROC curve of the full model was 0.940 (95% confidence interval [CI] 0.920–0.959) for men and 0.910 (95% CI 0.888–0.932) for women, showing excellent discriminative ability. The area under the ROC curve of the restricted model (0.939 with 95% CI 0.918–0.958 for men and 0.909 with 95% CI 0.887–0.931 for women) was not significantly different from that of the full model in both sexes ($P = 0.71$ for men, 0.43 for women). Assessment of internal validity showed that discriminative ability of the restricted model is expected to be good in similar populations (area 0.937 for men, 0.907 for women).

The final model was presented as a score chart in each sex (Table 4). The use of the score chart with two hypothetical patients is shown in Table S1. The discriminative ability of the score chart was comparable with those of the full and restricted models in each sex (area 0.935 for men, 0.908 for women; Fig. S1).

Figure 1 shows the estimated probabilities corresponding to the sum scores as calculated with the score chart in Table 4, and the sensitivity and specificity using the sum scores as cut-off values. The sum score that maximized the sum of sensitivity and specificity was 105 for men and 120 for women. The corresponding sensitivity, specificity, positive and negative predictive values, and positive and negative likelihood ratios were 84.9%, 88.2%, 54.4% and 97.2%, and 7.19 and 0.17 for men, and 75.5%, 92.0%, 72.8% and 93.0%, and 9.44 and 0.27 for women, respectively.

Sensitivity analysis

Because there are no established reference cut-off values for grip strength and usual gait speed in Japanese older adults, we used the lowest quintiles of the observed distributions to classify low muscle strength and low physical performance. As sensitivity analysis, we used the lowest deciles of grip strength and usual

gait speed to capture participants with more severely impaired muscle function (i.e. strength or performance), and defined them as having sarcopenia, with the same cut-off values for muscle mass as in the main analysis. We then examined the model performance with all six variables and with the same set of three variables as selected in the main analysis (age, grip strength and calf circumference). The cut-off value of grip strength was 27 kg for men and 17 kg for women, and that of usual gait speed was 1.16 m/s for men and 1.13 m/s for women. The prevalence of sarcopenia was 9.6% in men and 12.7% in women. Both models performed well (area of the full model: 0.932 for men, 0.919 for women; area for the restricted model; 0.931 for men, 0.918 for women; Figure S2).

Discussion

To estimate the probability of sarcopenia in functionally independent, community-dwelling Japanese older adults, we created multivariate models based on the three selected variables (age, grip strength and calf circumferences), and found excellent discrimination ability of the models: the area under the curve was 0.939 for men and 0.909 for women. We constructed a score chart in each sex so that the approximate probability of sarcopenia could be easily obtained from the values of the three variables, and confirmed that the score charts also had excellent discrimination.

Although our multivariate models had excellent discrimination capacity, the model's sensitivity and specificity at candidate diagnostic thresholds must be assessed to judge the model's clinical usefulness.¹⁸ Higher sensitivity can be achieved at the expense of lower specificity and vice versa. For example, if higher sensitivity was desired; for example, 90%, then the cut-off score would be 101 for men and 104 for women, and the specificity would be lower at 82.2% for men and 70.4% for women. Higher specificity, 90%, could be achieved with the higher cut-off score of 107 for men