

総説▶

フレイル, サルコペニアと摂食嚥下障害

西尾正輝

Masaki Nishio

要旨 従来は摂食嚥下障害の原因として、脳血管障害や神経筋疾患に視点が向けられてきた。しかし、今後、超高齢社会の進行とともに老人性嚥下機能低下やサルコペニアの摂食嚥下障害を認める高齢者が増加するものと予測される。したがって、医療と介護に加えて予防領域をも視座に含め、摂食嚥下にかかわる器官の運動機能をいかにして的確かつ包括的に評価しつつ、予防的もしくは治療的介入をおこなうかが重要な課題となりつつある。本稿では、フレイル、サルコペニアの定義、診断基準、分類、特性に加えて、フレイル、サルコペニアと摂食嚥下機能との関連性について解説し、筆者が開発した「高齢者の摂食嚥下運動機能向上プログラム (MTPSE)」について概説した。

キーワード フレイル, サルコペニア, 摂食嚥下障害, 高齢者の摂食嚥下運動機能向上プログラム, MTPSE

I. はじめに

2011年に肺炎が日本人の死因の順位の第4位から第3位になって以来、最新統計でも、その順位に変わりはない。図1に肺炎の年齢階級別死者数を示した(厚生労働省, 2015年人口動態統計)。実に、肺炎による総死者数の97.3%を65歳以上の高齢者が占めており、ピークは85〜89歳の後期高齢者である。75歳以上の後期高齢者が占める割合は89.2%である。

2015年国勢調査人口等基本集計(総務省統計局)によると、高齢化率は、26.6%に達した。今や日本人の4人に1人が65歳以上の高齢者となる時代を迎え、推計上、2035年には3人に1人が65歳以上の高齢者となる時代が訪れると推察されている(高齢化率=32.8%)。こうした推計値

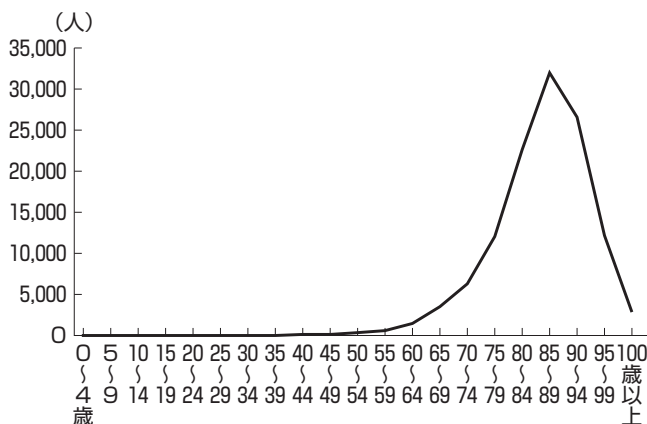


図1 肺炎の年齢別死者数
(厚生労働省 2015 年人口動態統計より作成)

から、今後、肺炎での死亡者数は増加の一途を辿ることが予測される。

他方で、Teramoto ら¹⁾の報告では、肺炎患者における誤嚥の関与は70歳代では70%程度、80歳以上では90%程度にまで達している。高齢化すればするほど、肺炎患者における誤嚥性肺炎が占める割合が高い傾向が示されている(図2)。すなわち、肺炎での死亡者数が増加するのと並行して、誤嚥性肺炎患者数も今後は増加の一途を辿ることが予測される。

こうした誤嚥性肺炎の原因として加齢に伴って発現する嚥下のフレイルとも呼ばれる老人性嚥下機能低下(presbyphagia)、サルコペニアや諸種の神経・筋疾患などに起因する摂食嚥下障害(dysphagia)が少なからず示唆されており²⁻⁴⁾、嚥下障害は高齢者の30~60%の割合で認められると報告されている⁵⁻⁷⁾。欧州老年医学会などから構成される嚥下障害ワーキンググループでは高齢者における嚥下障害を老年症候群としてとらえる見解を提出し、注意を喚起している⁸⁾。

従来は摂食嚥下障害の原因として脳血管障害や神経筋疾患に関心が向けられてきたが、超高齢社会の進行とともに老人性嚥下機能低下やサルコペニアの摂食嚥下障害を認める高齢者がますます増加すると予測される。したがって、医療と介護に加えて予防領域をも視座に含め、摂食嚥下にかかわる器官の運動機能をいかにして的確かつ包括的に評価しつつ、予防的もしくは治療的介入をおこなうかが重要な課題となりつつある。加えて、2016年の国際疾病分類ICD-10では、サルコペニアが新たに追加され、これにより2018(平成30)年の診療報酬改定に病名として含まれることが推察され、嚥下障害の領域での関心の高まりも大いに

新潟医療福祉大学大学院医療福祉学研究科保健学専攻言語聴覚学分野

[連絡先] 西尾正輝：新潟医療福祉大学大学院保健学専攻言語聴覚学分野 (〒958-3198 新潟県新潟市北区島見町 1398)

TEL : 025-257-4431 FAX : 025-257-4431 E-mail : nishio@nuhw.ac.jp

受稿日：2017年9月23日 受理日：2017年10月9日

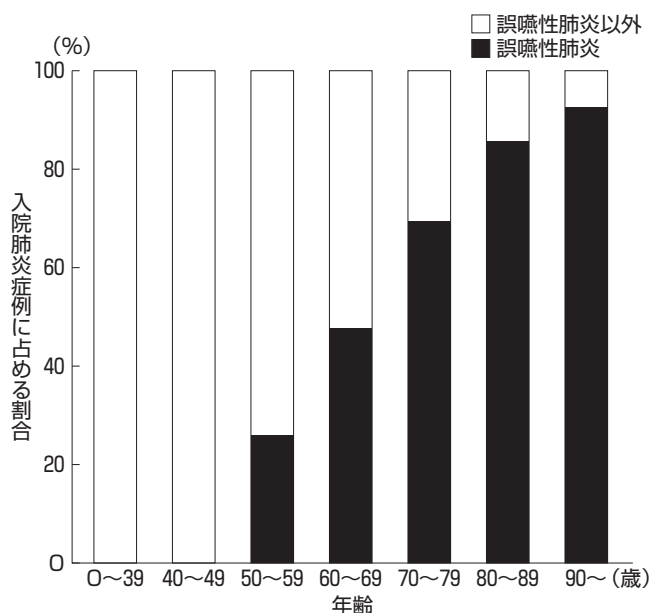


図2 年代別の入院肺炎症例に占める誤嚥性肺炎の割合¹⁾

期待できる。

すなわち、嚥下のフレイル（老人性嚥下機能低下）、およびサルコペニアの摂食嚥下障害に対する取り組みのあり方は、今や喫緊の課題といって良いであろう。そこで本稿では、フレイル、サルコペニアと摂食嚥下障害に着目し、その基礎理論的ならびに臨床的背景と治療システムの最前線について概説することを目的とする。

Ⅱ. フレイルとは

脳血管障害などの疾患に罹患した場合は別として、高齢者において、すべての人が健康な状態から要介護状態に陥るわけではない。中間的な段階を経て徐々に要介護状態に陥るという解釈が一般的である。こうした加齢変化に伴う生理的機能の衰えを「frailty」と呼び、1980年代になって論文が増えてきた。ただし、その概念の定義に関しては今日でも国際的コンセンサスを得るにはいたっていない。

フレイルとは、身体的に明らかな機能障害を伴っていない状態を指すという見解が主流である^{9,10)}。この見解に立脚すると、フレイルは生理的な加齢変化と要介護状態の間にある状態であると理解され、介入が可能な可逆的な状態ととらえられる。すなわち、機能障害の原因となる病態である一方で、適切な介入により健康な状態に向上させ健康寿命を延伸させる可能性がある段階である。他方で、フレイルを疾患、機能不全も含んだ多項目の包括的な異常の集積としてとらえる見解もあり、なおも国際的に論争が続いている。簡潔にまとめると、フレイルの解釈について、身体機能障害にいたる前段階とする見解と、身体機能障害を含むという見解に分かれている。

わが国では、日本老年医学会が2014年5月に「frailty」の日本語訳として「虚弱」に代わって「フレイル」を使用することを提唱し¹¹⁾、「Frailtyとは、高齢期に生理的予備能が低下することでストレスに対する脆弱性が亢進し、生活機能障害、要介護状態、死亡などの転帰に陥りやすい状態で、筋力の低下により動作の俊敏性が失われて転倒しやすくなるような身体的問題のみならず、認知機能障害やうつなどの精神・心理的問題、独居や経済的困窮などの社会的問題を含む概念である」とした。こうした名称の変更に伴い、かつて呼ばれていた「虚弱高齢者」は今日では「フレイル高齢者」と呼ばれる。

厚生労働省の「平成25年度国民生活基礎調査」では要支援および要介護が必要となった原因の第1位は脳血管障害(18.5%)、第2位は認知症(15.8%)、第3位は高齢による衰弱(13.4%)とされている。「衰弱」が具体的に示す病態は明確ではないが、特定の疾患に起因するというよりも複数の要因が関与して次第に要介護状態にいたる状態と推察され、フレイルと密接に関与していると考えられる。転倒・骨折や認知症の背景にあるのもまたフレイルである。こうして、かつて「虚弱」と呼ばれていた問題は、今や「フレイル」の名称の下に要介護にいたる主要要因の一つとして社会的に注目されるようになった。

Ⅲ. フレイルの診断基準

前述のようにフレイルの診断基準は国際的にコンセンサスが得られていないが、最も支持されているのは、2001年にFriedら¹²⁾によってCardiovascular Health Study (CHS)基準として提唱された表現型モデル(phenotype model)である。ただし、このモデルは精神・心理的フレイルと社会的フレイルを含んでいないため、身体的フレイルの診断についてのみ用いられる。

この基準では、加齢に伴う5つの徴候、すなわち、体重減少(shrinking)、筋力低下(weakness)、易疲労性(exhaustion)、歩行速度の低下(slowness)、身体活動の低下(low physical activity)のうち3つ以上に該当する場合をフレイル(frailty)、一つまたは2つであればプレ・フレイル(prefrailty)、全く該当しない場合を健康(robust)と評価する。Friedらは、この基準によるフレイルは3年後と7年後における死亡率や生活機能障害の悪化などの健康障害の年齢とは独立した危険因子であることを明らかにした。表1に、身体的フレイルの日本版CHS基準を示した。15分程度で簡便に施行可能である。

フレイルのもう一つの診断方法は、Rockwoodらによって提唱された「障害モデル(accumulated deficit model)」であり、フレイルをさまざまな障害や機能低下の蓄積としてとらえ、高齢者総合的機能評価(comprehensive geri-

表1 身体的フレイルの J-CHS 基準

体重減少	「6ヵ月間で2〜3 kg 以上の体重減少がありましたか」 上記の質問に「はい」と回答
筋力低下	握力低下. 男性→ 26 kg 未満, 女性 18 kg 未満
易疲労性	「ここ2週間, わけもなく疲れたような感じがする」 上記の質問に「はい」と回答
歩行速度の低下	通常歩行速度 性別・身長問わず 1.0 m/秒未満
身体活動の低下	「軽い運動・体操をしていますか」「定期的な運動・スポーツをしていますか」 上記のいずれの質問とも「いいえ」と回答

判定：3つ以上に該当するとフレイルと判定。1〜2つに該当するとプレ・フレイル。
0項目は健常

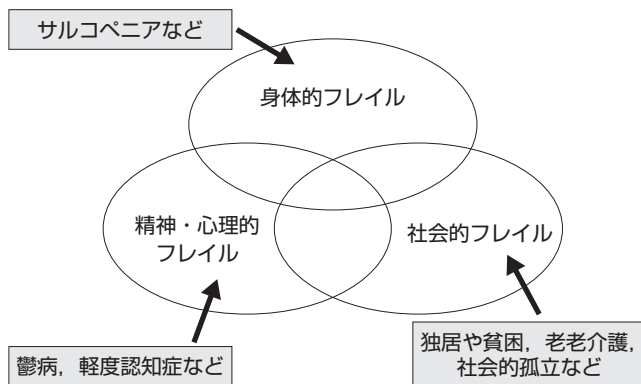


図3 フレイルの多面性

atric assessment ; CGA) の考え方に依拠して評価するものである^{13,14)}。すなわち、加齢に伴い低下しうる指標として、生活機能評価、疾患、検査値、健康感などのさまざまな項目を評価し、Frailty Index を算出する。この方法ではフレイルの有無ではなく、インデックスとしてフレイルの集積度が数値化され評価される。Frailty Index は生命予後をはじめ転倒や施設入所など将来の健康障害の予測因子として有用で、Mitnitski らは、Frailty Index が高いほど死亡率も高いことを報告している¹⁵⁾。このモデルはアウトカム（転倒、死亡など）を予測する点では優れているが、臨床的実用性という点では煩雑で難しいという問題がある。

IV. フレイルの多面性

フレイルには、身体的フレイル (physical frailty) に加えて、精神・心理的フレイル (cognitive frailty)、社会的フレイル (social frailty) がある (図3)。身体的フレイルはサルコペニアなどに関連し、精神・心理的フレイルは認知機能障害や鬱病などに関連し、社会的フレイルは独居や、社会的孤立、貧困、老老介護などに関連していると考えられている。フレイルという用語は一般的にはまだ身体的フ

レイルを指して用いられることが多いが、これらの3つのドメインは互いに関連している¹⁶⁾。前述のFriedらによるフレイルの概念は身体的側面を重視したものであり、老年医学に関連する領域で従来蓄積されたきた知見の多くは身体的フレイルに関するものである。

フレイルにこのように身体的側面に加えて精神・心理的側面、社会的側面が含まれているというのは、WHO 憲章にある健康の定義「健康とは、完全な身体的、精神的および社会的福祉の状態であり、単に疾病または病弱の存在しないことではない (Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.)」と見解が一致する。

V. サルコペニアの定義と診断基準

サルコペニア (sarcopenia) はRosenberg¹⁷⁾により「骨格筋量の減少」に対して提唱された概念である。これは、ギリシャ語の「sarx (筋肉)」、「penia (減少・喪失)」を意味する語を組み合わせた造語である。従来のサルコペニアの概念は、加齢に伴う筋量の減少として理解されていたが、定義や診断基準をめぐって混乱が続いていた。

しかし、欧州の老年医学や栄養学などの学会を中心としたワーキンググループであるEuropean Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)により、2010年に国際的なコンセンサスが成立した¹⁸⁾。EWGSOPのコンセンサスレポートでは、「サルコペニアは、身体的な機能障害や生活の質 (quality of life) の低下、および死などの有害な転帰のリスクを伴うものであり、進行性および全身性の骨格筋量および骨格筋力の減少を特徴とする症候群である」と定義され、老年症候群としてとらえられた。

診断基準では、筋量、筋力、身体機能の3つのパラメーターを評価する。そして、筋量減少が認められ、さらに筋力低下 (握力を測定する) もしくは身体機能低下 (歩行速

表2 EWGSOP によるサルコペニアの診断基準¹⁸⁾

以下の基準 1 に加えて基準 2 もしくは基準 3 が認められる場合をサルコペニアとする
1. 筋量の減少
2. 筋力の低下
3. 身体機能の低下

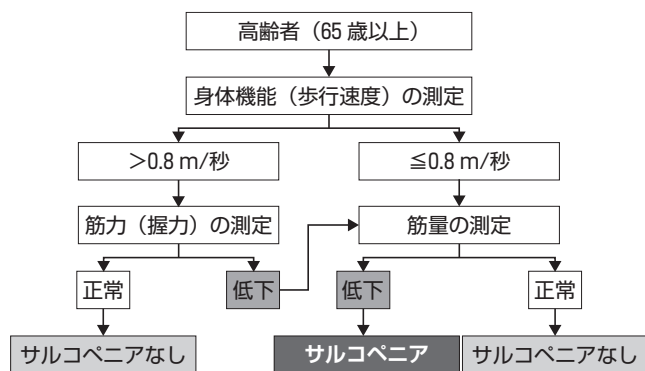


図4 EWGSOP のサルコペニアの診断のアルゴリズム¹⁸⁾

度を測定する) のいずれかが認められるものをサルコペニアとする案が提唱された(表2)。以降、筋量の減少が認められるだけでサルコペニアとは診断しないことになった。

図4に、EWGSOP のコンセンサスレポートで提示された診断アルゴリズムを示した。まず、身体機能の指標として歩行速度の測定からスクリーニングを開始する。そのカットオフ値は 0.8 m/秒とされる。歩行速度が 0.8 m/秒以下であれば、筋力の測定は行わず、筋量の測定を実施し、筋量がカットオフ値未満であればサルコペニアと診断され、それ以上であればサルコペニアなし(健常)と診断される。また、歩行速度が 0.8 m/秒を上回っていれば筋力の

指標として握力を測定し、それがカットオフ値以上であれば筋量の測定は行わずにサルコペニアなし(健常)と診断される。握力がカットオフ値未満であれば、筋量を測定し、筋量がカットオフ値未満であればサルコペニア、それ以上であればサルコペニアなし(健常)と診断される。そのさい、握力と筋量のカットオフ値は人種や国によって異なることから、このアルゴリズムに記載されなかった。筋量は身長補正された骨格筋量を指標に扱うが、部位は四肢あるいは全身のいずれかを用いるとされる。

その後 2014 年には、アジア・サルコペニア・ワーキング・グループ(Asian Working Group for Sarcopenia: AWGS)において日本人を含むアジア人を対象としたサルコペニアの診断基準と診断のアルゴリズムが定められた¹⁹⁾。AWGS では EWGSOP を踏襲し、筋量、筋力、身体機能について評価をして診断を行う。図5に、AWGS のサルコペニアの診断のアルゴリズムを示した。AWGS では、まず歩行速度と握力を測定する。歩行速度と握力をそれぞれ身体機能と筋力の指標とするのは EWGSOP と同様である。歩行速度と握力のいずれも低下を認めなければサルコペニアなしと診断される。歩行速度と握力のいずれか、あるいは両方で基準値に満たない場合は筋量の測定を行い、筋量が基準値以上であればサルコペニアなし、基準値未満であればサルコペニアと判定される。

AWGS の診断基準は EWGSOP の基準に準じているが、欧米人とは体格や生活習慣も異なり、筋力や筋量に違いがあることから、握力と筋量についてアジア人独自の基準を定めている。歩行速度については、AWGS の基準値は EWGSOP と同じである。しかしながら、臨床的実用性という点では、筋量の測定が難しいという問題も残っている。

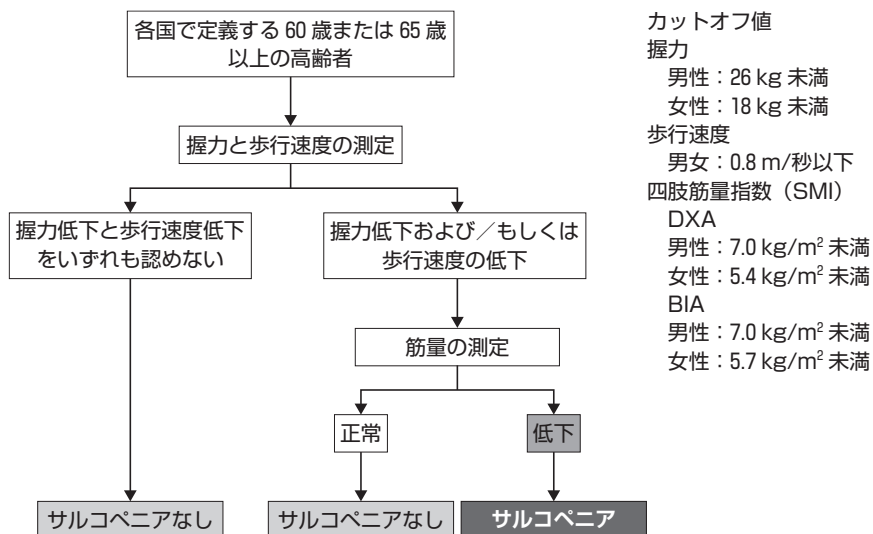


図5 AWGS のサルコペニアの診断のアルゴリズム¹⁹⁾

カットオフ値
 握力
 男性: 26 kg 未満
 女性: 18 kg 未満
 歩行速度
 男女: 0.8 m/秒以下
 四肢筋量指数(SMI)
 DXA
 男性: 7.0 kg/m² 未満
 女性: 5.4 kg/m² 未満
 BIA
 男性: 7.0 kg/m² 未満
 女性: 5.7 kg/m² 未満

表3 EWGSOP¹⁸⁾ によるサルコペニアの原因に基づく分類

	分類	主な原因による定義
一次性サルコペニア	加齢性サルコペニア	加齢以外に明らかな原因がないもの
二次性サルコペニア	活動に関連するサルコペニア	寝たきり、不活発なスタイル、(生活)失調や無重力状態が原因となり得るもの
	疾患に関連するサルコペニア	重症臓器不全(心臓、肺、肝臓、腎臓、脳)、炎症性疾患、悪性腫瘍や内分泌疾患に付随するもの
	栄養に係るサルコペニア	吸収不良、消化管疾患、および食欲不振を起こす薬剤使用などに伴う、摂取エネルギーおよび/またはタンパク質の摂取量不足に起因するもの

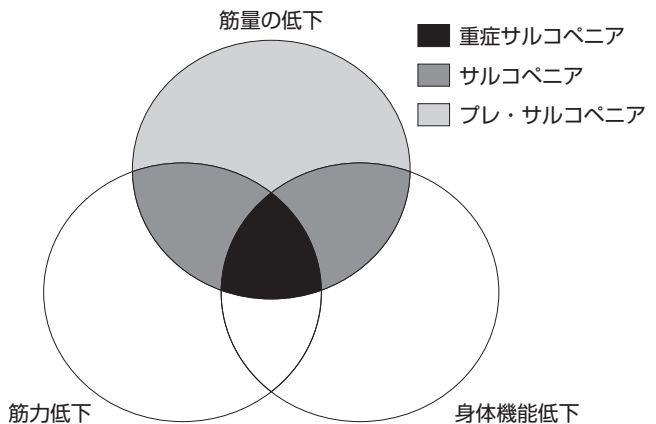
VI. サルコペニアの原因による分類

サルコペニアは多くの原因を伴う病態である。EWGSOP¹⁸⁾ のコンセンサスレポートでは、加齢以外に原因が明らかではない「一次性(加齢性・原発性)」と「二次性」に分類している(表3)。さらに、二次性サルコペニアには3つの原因によるサルコペニアに下位分類されている。寝たきり状態や不活動・低活動などにより廃用性機能低下が引き起こされることによりサルコペニアが進行する「①活動」が原因となるもの、何らかの「②疾患」が原因となるもの、さらに栄養状態の低下による「③栄養」が原因となるものの3つである。

活動によるサルコペニアは、廃用性筋萎縮であり、廃用症候群の一部である。疾患によるサルコペニアの原疾患として筋萎縮性側索硬化症や多発性筋炎、甲状腺機能亢進症などがある。栄養によるサルコペニアは、エネルギー摂取不足による飢餓で生じる。これらの二次性サルコペニアのなかで、活動と栄養によるサルコペニアの予防と治療は適切な対応により改善が期待できる。これに対して、疾患に起因するサルコペニアの治療は専門的な技術を要し、難易度が高い。サルコペニアは、これらの「加齢」「活動」「栄養」「疾患」の4つの原因が単独もしくは複合的に認められ、筋量の減少と筋機能(筋力または身体機能)の低下を特徴とする病態とすることができる。

VII. サルコペニアの病期分類

EWGSOP¹⁸⁾ のコンセンサスレポートでは、サルコペニアの病期分類が提案されている。それによると、筋力や身体機能に影響がなく筋量の減少だけを特徴とするものを「プレ・サルコペニア」、筋量の減少に加えて筋力低下または身体機能低下のどちらかが認められたことを特徴とするものを「サルコペニア」、筋量、筋力、身体機能のすべてが低下していることを特徴とするものを「重症サルコペニア」としている(図6)。概して、フレイル高齢者ではサルコペ

図6 サルコペニアの病期分類¹⁸⁾

ニアを認め、高齢障害者では重症サルコペニアを認める傾向にある。高齢障害者で寝たきりの状態にあり、かつ羸瘦を認める場合はサルコペニアである可能性がきわめて高い。

ただし、EWGSOP および AWGS のアルゴリズムでは、歩行速度と握力が正常であれば骨格筋量の測定を行うことになっていないため、プレ・サルコペニアを検出することはできない。すなわち、歩行速度と握力が正常であれば骨格筋量も正常であるということを前提としているため、身体機能や筋力に影響がなく骨格筋量が減少したプレ・サルコペニアを見逃してしまうことになる。

VIII. サルコペニアとフレイル

サルコペニアはフレイルの中核的病態であり、老年症候群としてとらえられている(図7)。身体的フレイルの主要な原因として、その寄与が考えられている。フレイルとサルコペニアには重複があることが知られている。ほとんどのフレイル高齢者にはサルコペニアが認められ、サルコペニアを有する高齢者もまたフレイル高齢者である。仮に著しい筋機能の低下が認められれば、これだけで Fried¹²⁾ のフレイルの CHS 基準の5徴候の中の2つ(歩行速度の低下、筋力低下)を充たし、少なくともプレ・フレ

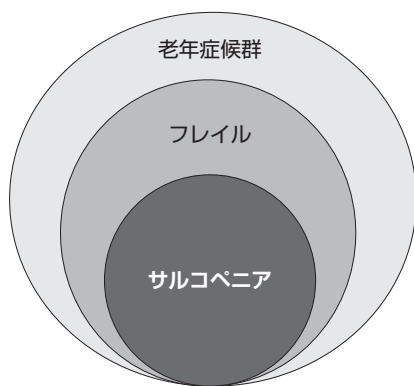


図7 老年症候群としてのサルコペニア

ルと判定される。そしてこれら2徴候はサルコペニアの診断基準にも用いられており、CHS 基準の5徴候における slowness と筋力低下がそれぞれ歩行速度と握力を指標として用いられているのも両者で一致している。さらにいえば、CHS 基準の5徴候のなかで、主観的な易疲労性を除いた4徴候は加齢に伴う筋の量と質の減少もしくは低下であるサルコペニアの表現型と考えられる。実際にフレイルの要因と報告されているものは、ほとんどがサルコペニアの原因といわれているものに一致しているともいわれる²⁰⁾。

EWGSOP のコンセンサスレポートでも、サルコペニアとフレイルとの相違について「両者とも加齢に伴う機能低下を意味している。サルコペニアが筋量減少を主体として筋力、身体機能の低下を主要因として扱うのに対して、フレイルには移動能力、筋力、バランス、運動処理能力、認知機能、栄養状態、持久力、日常生活の活動性、疲労感など広範な要素が含まれている点が大きく異なる」としている¹⁸⁾。フレイルは、サルコペニアそのものよりも、より多面的 (multidimensional) に加齢に伴う機能低下をとらえようとする広い概念である。

IX. フレイル・サイクル

Fried ら¹²⁾ は、表現型モデルの診断基準としてとりあげた徴候は相互的に悪循環を形成することを示し、これを「フレイル・サイクル (cycle of frailty)」と呼んでいる。図8にXue ら²¹⁾ によるフレイル・サイクルを示した。Fried らの示す5つの徴候が絡み合っ増悪サイクルが回り、悪循環に陥っていることがわかる。フレイルの中核的病態であるサルコペニアが発症、進行すると筋力が低下し、歩行速度の低下につながり、身体活動の低下を招き、消費エネルギー量を低下させる。また、サルコペニアによる筋量の減少そのものも基礎代謝量 (率) の低下を招き、消費エネルギー量を低下させる。筋力低下や身体機能低下 (歩行速度の低下) は、転倒や摂食嚥下機能の低下などを起こしやすく、日常生活動作 (ADL) に影響を及ぼし、要支援・要介

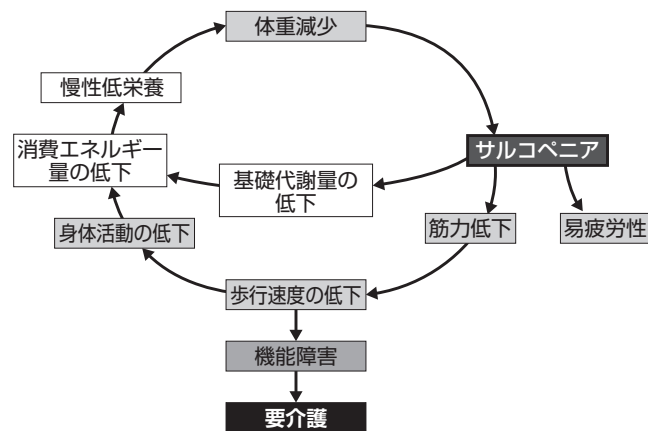


図8 フレイル・サイクル²¹⁾ (□は CHS 基準の5徴候を示す)

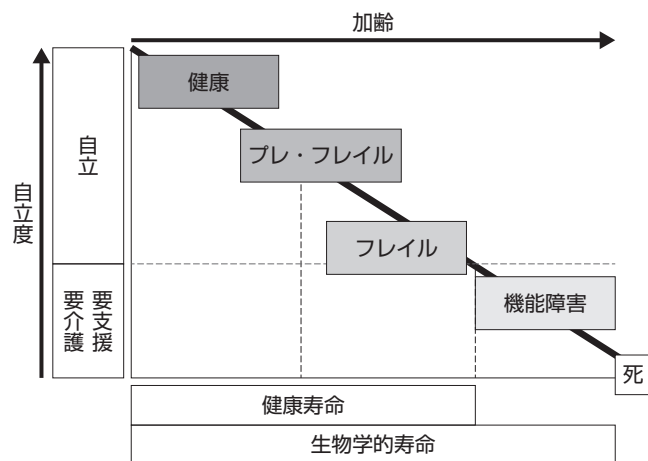


図9 加齢に伴うフレイルの位置づけ。(大久保²²⁾ を参考として、葛谷²⁰⁾ を改変)。

護状態の進行につながる可能性が高くなる。こうした悪循環を経てフレイルが進み、健康状態が悪化すると推察される。

X. 加齢に伴うフレイルの位置づけ

ヒトは加齢に伴い心身機能が衰えてフレイル状態となるリスクをもっているが、こうしたフレイルの悪循環に陥ると機能障害をかかえて要介護状態を経て死にいたる (図9)^{20, 22)}。フレイル期は予防が期待できる時期であり、機能障害期も可逆的で改善が期待できる時期である。これに対して終末期は不可逆的であり、機能の改善を期待するのではなく、QOL を改善させることができるように代償的なアプローチ、スピリチュアルなアプローチが必要とされる。終末期において ADL の低下は不可避であるが、QOL の改善は可能である。

こうした過程を検討するさいに、前述のフレイルの多面的病態特徴に留意することは、フレイル高齢者をよりよく理解するばかりでなく、介入においても有用な視点として

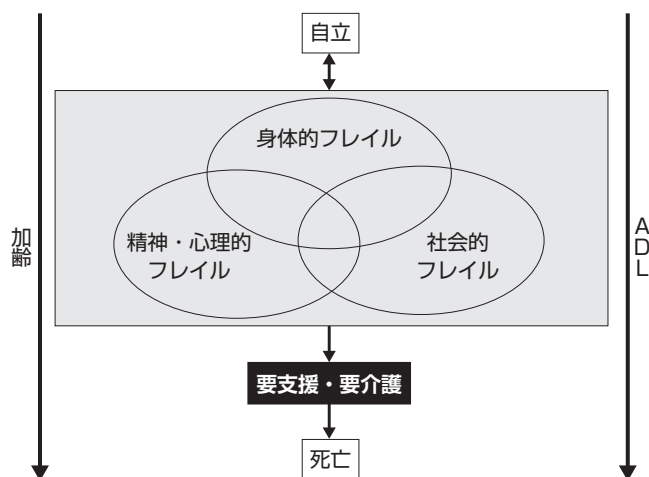


図10 フレイルの多面的病態特徴に留意した加齢との関係

役立つであろう（図10）。

XI. フレイル・サルコペニアと嚥下機能

フレイルは四肢や体幹の筋のみに起こるわけではない。概して、身体的フレイルを全身に認めるのに伴い、嚥下関連筋群にも機能の低下が生じる。加齢により嚥下機能が低下することについては、おびただしい知見が蓄積されているが、こうした加齢に伴う変化の一つとして嚥下関連筋群のサルコペニアが指摘されている。嚥下関連筋群のサルコペニアは単独で生じるというよりも、通常は全身的な所見の一環として生じる。そこで、嚥下関連筋群のサルコペニアをサルコペニア症候群（sarcopenia syndrome）の一環としてとらえるのが妥当だと思われる。このようにして加齢に伴い嚥下関連筋群のサルコペニアが進行して嚥下機能が低下した状態は老人性嚥下機能低下（presbyphagia）と呼ばれる。老人性嚥下機能低下は、国内では略して「老嚥」とも呼ばれるが、これはあくまで嚥下のフレイルであって、嚥下障害ではない。

これに対して、機能的予備能が失われてしまった状態をサルコペニアの摂食嚥下障害（sarcopenic dysphagia）という。サルコペニアの摂食嚥下障害は、脳血管障害に起因する脳神経系の損傷を原因とする嚥下障害とは異なり、主に嚥下関連筋群の筋量の減少と筋力の低下によって引き起こされ、さらに栄養状態、認知機能、身体的および嚥下の活動が摂食嚥下障害の発症に関与していると推察されている²³⁾（図11）。

サルコペニアの摂食嚥下障害は老嚥とは異なり、摂食嚥下機能の「低下」ではない。「障害」である。嚥下運動において、咀嚼・食塊形成能力の低下、送りこみの拙劣化、咽頭収縮力の低下、舌骨・喉頭挙上力の低下などとして現れる。摂食嚥下障害の原因としては脳卒中に次いで有病率が高いのではないかと推測され、高齢者の摂食嚥下障害につ

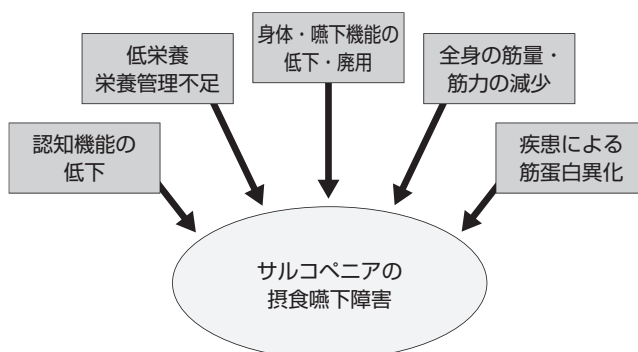


図11 サルコペニアの摂食嚥下障害に関する要因²³⁾（一部改変）

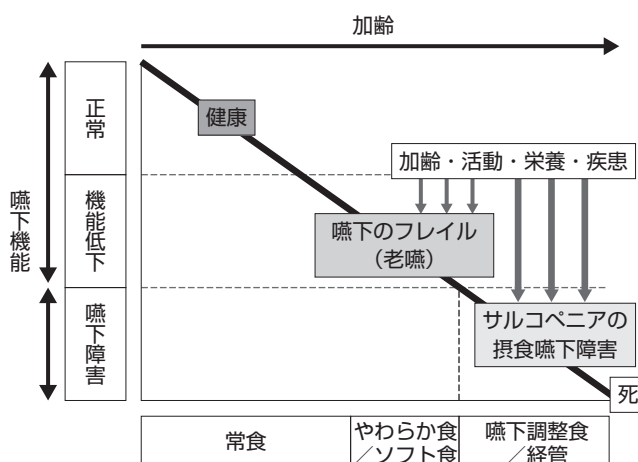


図12 嚥下のフレイル、サルコペニアの嚥下障害²²⁾を改変。

いて取り組むさいには、脳血管障害とフレイル・サルコペニアは車の両輪のようにいずれかに偏ることなく重視する必要がある。図12に、嚥下のフレイル（老嚥）とサルコペニアの嚥下障害との関係を示す。

XII. 嚥下のフレイル・サイクル

先に、「フレイル・サイクル」について解説したが、嚥下の側面にもフレイル・サイクルとも呼ぶべき悪循環があると思われる（図13）。フレイル高齢者は嚥下関連筋群の筋力が低下し、それまで食べていた常食を経口で安全に摂取することが難しくなり、嚥下機能の低下により経口摂取活動が不活発になる。経口摂取活動の低下により消費エネルギー量が低下するばかりでなく、嚥下機能の低下により摂取可能なエネルギー量も低下するため、いっそう低栄養に陥りサルコペニアが増悪しやすくなる。

一般的なフレイル・サイクルと比較して、こうした嚥下の負のスパイラルの着目すべき特徴は、嚥下機能の低下そのものによって直接的に摂取エネルギー量が低下するために、より短期間で低栄養を招きやすく、症状が重症化しやすい点にある。したがって、その対処法として、フレイル・サルコペニアに対して有効であることがおびただしいエビ

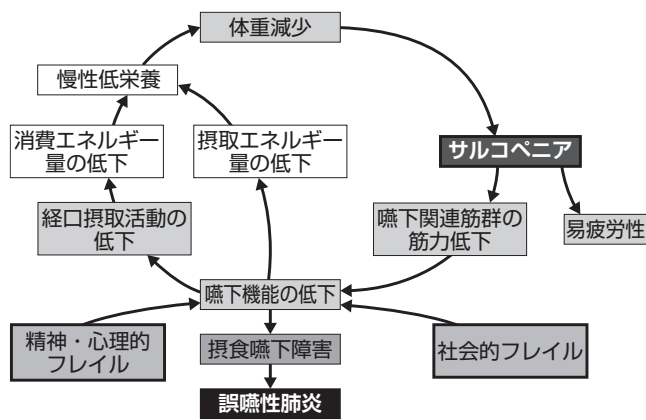


図13 嚥下のフレイル・サイクル

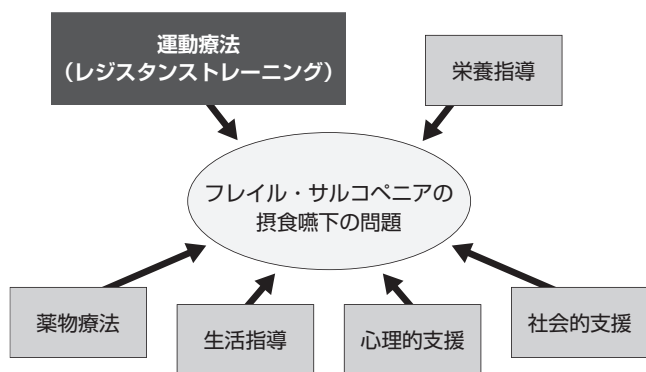


図14 フレイル・サルコペニアに起因する嚥下の問題に対する包括的ケア

デンスにより蓄積されているレジスタンストレーニングを用いた運動療法を核とした包括的なケア・システムが必要である（図14）。そしてこうした負のスパイラルから脱出し老嚥の時点で改善を図るには、嚥下関連筋群に対する運動習慣の必要性を社会的に啓発し、普及させることが鍵となるであろう。筆者が開発した「高齢者の摂食嚥下運動機能向上プログラム（Movement Therapy Program in Swallowing for the Elderly；MTPSE）」²⁴⁾は図14で示した運動療法の領域を担うものであり、嚥下関連筋群を包括的にアプローチするプログラムである。

XIII. 高齢者の摂食嚥下運動機能向上プログラム（Movement Therapy Program in Swallowing for the Elderly；MTPSE）

MTPSEの解説について詳細は別の機会に譲り、ここではその概要についてのみ簡潔に記載する。

1) 摂食嚥下リハビリテーションにおけるMTPSEの位置づけ

原則としてLogemann⁵⁾に従うと、摂食嚥下リハビリテーションは、訓練法（therapy procedures）と代償法（compensatory treatment procedures）に分けられる（図

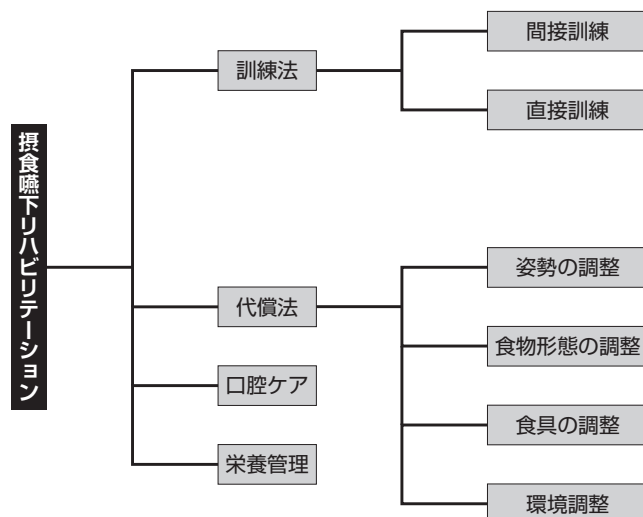


図15 摂食嚥下リハビリテーションにおける主な介入手法²⁴⁾

15)。さらに訓練法は、間接訓練と直接訓練に分けられる。間接訓練とは、飲食物を用いないで摂食嚥下に関わる器官の神経筋制御機能を改善させる訓練の総称である。筋力増強運動や可動域運動などが典型的な手法である。直接訓練とは、飲食物を用いて摂食嚥下時における適切な動作を習得させる訓練である。息こらえ嚥下（supraglottic swallow）、強い息こらえ嚥下（super-supraglottic swallow）、努力嚥下、メンデルソン手技などの手法が含まれる。

代償法としては、姿勢の調整、食物形態の調整、食具の調整、環境調整などがある。その他、口腔ケア、栄養管理、心理・社会的支援も重要である。

これら一連の摂食嚥下リハビリテーションのなかで、MTPSEはもっぱら間接訓練に属する手技を用いて嚥下関連筋群を包括的にアプローチするプログラムであり、運動療法の一種である。運動療法は、フレイル・サルコペニアに対する予防的アプローチでは主軸となるものである。フレイル・サルコペニアに起因する嚥下の問題を予防という観点だけから考えるのであれば、直接訓練は不要であり、原則として、このプログラムだけで十分であろう。しかし、機能の低下もしくは障害を呈しているのであれば、直接訓練も代償法も必要となることは珍しくない。さらには外科的治療や薬物療法も必要になることがある。

なお、MTPSEは摂食嚥下リハビリテーションの領域では間接訓練に属し嚥下関連筋群に対するアプローチを網羅したプログラムであると同時に、ディサースリアにも十分に適応となるプログラムである。ディサースリアの領域では機能障害レベルの訓練に相当し、発声発語器官の神経筋機能を包括的にアプローチするプログラムである。摂食嚥下障害とディサースリアは高率で合併することが知られており、MTPSEは摂食嚥下障害とディサースリアを同時並行的に治療・訓練するプログラムである。

表4 高齢者の摂食嚥下運動機能向上プログラムの構成

	I. 可動域拡大 運動プログラム	II. レジスタンス 運動プログラム
対象（適応）	著しい筋力低下に起因して、自動運動における可動域の制限を認める者。	自動運動における可動域の制限を認めない者。
目的と内容	可動域の拡大を目的として、他動 ROM 運動、自動介助 ROM 運動もしくは自動 ROM 運動を実施する。	筋力や筋パワーなどの増大を目的としてレジスタンストレーニングを実施する。

2) MTPSE の対象（適応）、目的、構成

MTPSE は、[I. 可動域拡大運動プログラム] と [II. レジスタンス運動プログラム] の2部から構成される。その対象（適応）と目的・トレーニング内容を表4に示した。原則として、摂食嚥下機能が健常な状態にある者から機能障害がある者まで対象範囲は広い。摂食嚥下障害の重症度も、軽度から重度まで対象範囲は広い。運動療法により神経筋機能の改善が期待できない方も、負荷の程度を軽減したりセット数を調節をするなどして過用 (over use) やオーバートレーニングとなることに留意することで、機能の維持目的として対象に含めることができる。ただし、当然のことながら、運動を行うこと自体が禁忌の状態にある方は、適応外となる。

[I. 可動域拡大運動プログラム] と [II. レジスタンス運動プログラム] は、いずれも、「ウォーミングアップ」「メイントレーニング」「クーリングダウン」の3部から成る。中心となるメイントレーニングは、[I. 可動域拡大運動プログラム] では可動域の拡大を目的として、他動 ROM (range of motion) 運動、自動介助 ROM 運動もしくは自動 ROM 運動を実施する。[II. レジスタンス運動プログラム] では筋力や筋パワーの増大を目的としてレジスタンストレーニングを実施する。

トレーニングプログラムにはほぼ嚥下関連筋群全般が含まれているが、運用にさいして、画一的にどのような対象にでも同一の運動プログラムを機械的に実施するものではない。後述するトレーニングの三大原理と五大原則に準じて行う。これらのなかで個別性の原則というのは通常のリハビリテーションで実施されているものであり、リハビリテーションistにとっては決して特異的なものではない。摂食嚥下機能がすでに低下している対象者の場合は、個々の対象者ごとに嚥下関連筋群の強化すべき問題点を適切にリストアップするばかりでなく、トレーニングの目標についても、個別性を重視する。その他に、FITT の原則として知られている運動プログラムの重要構成要素、すなわち①頻度 (frequency)、②強度 (intensity)、③持続時間 (time of duration)、④種類 (type of exercise) についても、個別に設定する必要がある。

3) レジスタンストレーニング

筋に負荷（抵抗：resistance）をかけて行う運動のことをレジスタンス運動という。これには、スクワットのように体重を負荷とする方法、バーベルやダンベルなどの用具やトレーニングマシン等の機械を使用して筋に負荷を加える方法、徒手的に抵抗を加える方法などがある。

レジスタンストレーニングは筋力トレーニングと呼ばれている内容とほぼ同様であるが、「筋力」という言葉には「パワー」や「スピード」は含まれていないので、レジスタンストレーニングは筋力トレーニングよりも広い意味をもつ。レジスタンストレーニングによる筋力増強は、筋横断面積の増大ならびに断面積当りの筋力の増加により説明される。筋横断面積の増大は筋の肥大により起こるものである。筋線維の肥大の主な成因は、筋原線維が肥大と分裂を繰り返し、筋原線維の容量が増すことである。筋線維では、常に蛋白質の合成と分解が同時に進行しているが、肥大が起こる状況下では、合成速度が分解速度を上回っている。一方、断面積当りの筋力の増加は、筋を支配する神経系の改善や筋線維組成の変化により引き起こされると考えられている。

高齢者の筋力低下にかかわる要因として、主に筋量の減少、筋横断面積の減少、type II 線維の選択的衰退などが報告されている。加齢に伴い type II 線維（速筋線維）が衰退することはかねてから報告されていた²⁵⁾。嚥下関連筋群でも設楽²⁶⁾は声帯筋では速筋線維が減少することを報告し、Taguchi ら²⁷⁾は咽頭筋についてラットを用いた研究であるが加齢に伴い type II 線維が減少することを報告している。こうした一連の研究と関連し、一次性サルコペニアでは速筋線維が選択的に減少し遅筋線維へ変換されることが示されている²⁸⁾。そこで、高負荷で時間を短くするレジスタンストレーニングが適応となる。筋力を強化する運動では、速筋線維の選択的な肥大が起こるとともに、type II B 線維から type II A 線維への筋線維タイプの移行が生じることが知られている。

高齢者の運動指導効果について、レジスタンス運動により筋量の上昇や筋力向上などの成果が得られたとする報告が多数ある²⁹⁻⁴⁰⁾。Peterson ら³⁵⁾はメタアナリシスにて「レジスタンストレーニングは、特に高負荷のトレーニングで

高齢者の筋力を増強させるさいに有効である」と結論づけている。Fiatarone⁴¹⁾、Evans⁴²⁾は90歳代であっても筋力増強効果が認められたと報告している。

そこで、MTPSEにおける「II. レジスタンス運動プログラム」では、レジスタンストレーニングを積極的に取り入れている。レジスタンストレーニング運動では、筋力増強、筋パワー増大のほかに、筋持久力向上、共同運動能と柔軟性の改善、骨密度の増加、腱や靱帯の強化などの効果が期待できる⁴³⁾。

4) 運動生理学的理論の重視

トレーニングの三大原理として、1) 過負荷（オーバーロード）の原理（overload principle）、2) 特異性の原理（specificity principle）、3) 可逆性の原理（reversibility principle）が重視されてきた。とりわけ、筋力を増強させるプログラムにおいては、過負荷の原理と特異性の原理に基づかななくてはならない。負荷量、筋収縮様式、強度、速度、反復回数、角度などは筋力増強効果に密接にかかわる重要な条件となり、MTPSEで重視している。その他、トレーニングの重要な五大原則（漸進性の原則、全面性の原則、意識性の原則、個別性の原則、継続性（反復性）の原則）などもMTPSEで重視している。

逆に、「口の体操」や「言葉の体操」などは運動生理学的理論から逸脱しており、トレーニング効果が期待できるプログラムとはほど遠く、排除している。これらはレクリエーションの域を出ないものであり、神経筋機能の生理学的変化を期待するのは難しい。

XIV. 今後の課題と期待

これまでの摂食嚥下リハビリテーションは、すでに発生した障害に対して、その機能の改善を図ることなどを目的とし、医療・介護領域で行われてきた。しかし、これでは遅い。フレイル・サルコペニアに関与する摂食嚥下障害は、障害を起こさないように予防するという視点をしっかりとつこと、そしてそれに値する技術を関連職種が身につけることがきわめて肝要である。

MTPSEは、急性期リハ、回復期リハ、維持期（生活期）リハばかりでなく、介護予防分野においても活用されることを期待して開発されたものである。フレイル期、障害期はいずれも可逆的であり、MTPSEはフレイル期に対しては予防的介入効果を、障害期に対しては治療・訓練的介入効果を期待するものである。

従来介護予防事業の一次事業と二次事業は、介護予防・日常生活支援総合事業における一般介護予防事業として再編されて取り組まれることになった。筆者が提案してきた「予防的摂食嚥下リハビリテーション」の領域を確立

し成果を得るための手段の一つとして、介護保険法の改正により、一般介護予防事業に地域における介護予防の取り組みを機能強化するために新設された地域リハビリテーション活動支援事業（2017年4月施行）において、MTPSEが活用されることを切に期待したい。地域リハビリテーション活動支援事業とは、地域における介護予防の取り組みを機能強化するために、通所、訪問、地域ケア会議、サービス担当者会議、住民運営の通いの場などへのリハビリテーション専門職などの関与を促進していく事業である。リハビリテーション専門職の力量が問われる時代だと思われるが、着実にその期待に応え地域住民の健康を支えていただきたいと願っている。

文 献

- 1) Teramoto S, Fukuchi Y, Sasaki H, et al : Japanese Study Group on Aspiration Pulmonary Disease. : High incidence of aspiration pneumonia in community- and hospital-acquired pneumonia in hospitalized patients: a multicenter, prospective study in Japan. J Am Geriatr Soc, 56 : 577-579, 2008.
- 2) Ney DM, Weiss JM, Kind AJ, et al : Senescent swallowing: impact, strategies, and interventions. Nutr Clin Pract, 24 : 395-413, 2009.
- 3) Rofes L, Arreola V, Almirall J, et al : Diagnosis and management of oropharyngeal Dysphagia and its nutritional and respiratory complications in the elderly. Gastroenterol Res Pract, doi: 10.1155/2011/818979, 2011.
- 4) Wirth R, Dziewas R, Beck AM, et al : Oropharyngeal dysphagia in older persons - from pathophysiology to adequate intervention: a review and summary of an international expert meeting. Clin Interv Aging, 11 : 189-208, 2016.
- 5) Logemann JA : Evaluation and Treatment of Swallowing Disorders. College-Hill Press, Austin, 1983.
- 6) Lin LC, Wu SC, Chen HS, et al : Prevalence of impaired swallowing in institutionalized older people in Taiwan. J Am Geriatr Soc, 50 : 1118-1123, 2002.
- 7) Clave P, Rofes L, Carrión S, et al : Pathophysiology, relevance and natural history of oropharyngeal dysphagia among older people. Nestle Nutr Inst Workshop Ser, 2012; 72 : 57-66, 2012.
- 8) Baijens LW, Clavé P, Cras P, et al : European Society for Swallowing Disorders - European Union Geriatric Medicine Society white paper: oropharyngeal dysphagia as a geriatric syndrome. Clin Interv Aging, 11 : 1403-1428, 2016.
- 9) Fried LP, Ferrucci L, Darer J, et al : Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 59 : 255-263, 2004.
- 10) Ferrucci L, Guralnik JM, Studenski S, et al : Interventions on Frailty Working Group : Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: a consensus report. J Am Geriatr Soc, 52 : 625-634, 2004.
- 11) 一般社団法人日本老年医学会 : フレイルに関する日本老年医学会からのステートメント. 2014 (アクセス: 2015年2月2日 http://www.jpn-geriat-soc.or.jp/info/topics/pdf/20140513_01_01.pdf)
- 12) 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, 56 : M146-M156, 2001.

- 13) Rockwood K, Stadnyk K, MacKnight C, et al : A brief clinical instrument to classify frailty in elderly people. *Lancet*, 353 : 205-206, 1999.
- 14) Rockwood K, Mitnitski A : Frailty in relation to the accumulation of deficits. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 62 : 722-727, 2007.
- 15) Mitnitski AB, Song X, Rockwood K : The estimation of relative fitness and frailty in community-dwelling older adults using self-report data. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 59 : M627-632, 2004.
- 16) Gobbens RJ, van Assen MA, Luijckx KG, et al : The Tilburg Frailty Indicator: psychometric properties. *J Am Med Dir Assoc*, 11 : 344-355, 2010.
- 17) Rosenberg IH : Summary comments. *Am J Clin Nutr*, 50 : 1231-1233, 1989.
- 18) Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, 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*, 39 : 412-423, 2010.
- 19) 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*, 15 : 95-101, 2014.
- 20) 葛谷雅文 : 老年医学における Sarcopenia & Frailty の重要性. *日老医誌*, 46 : 279-285, 2009.
- 21) Xue QL, Bandeen-Roche K, Varadhan R, et al : Initial manifestations of frailty criteria and the development of frailty phenotype in the Women's Health and Aging Study II. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 63 : 984-990, 2008.
- 22) 大久保啓介 : サルコペニアと老化に伴う体格変化と嚥下障害. *MB ENT*, 196 : 12-18, 2016.
- 23) 前田圭介 : サルコペニアの摂食嚥下障害. *Modern Physician*, 35 : 1409-1411, 2015.
- 24) 西尾正輝 : フレイル・サルコペニアと摂食嚥下リハビリテーション (介入編) : 高齢者の摂食嚥下運動機能向上プログラム (MTPSE). *老年医学*, 55 : 655-682, 2017.
- 25) Lexell J, Taylor CC, Sjöström M : What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci*, 84 : 275-294, 1988.
- 26) 設楽哲也 : 耳鼻咽喉科領域における年齢変化. 世紀社出版, 東京, 1980.
- 27) Taguchi A, Hyodo M, Yamagata T, et al : Age-related remodeling of the hypopharyngeal constrictor muscle and its subneural apparatuses: a scanning electron microscopical study in rats. *Dysphagia*, 19 : 241-247, 2004.
- 28) Shigemoto K, Motohashi N, Mori S : Metabolic plasticity in sarcopenia. *J Phys Fit Sports Med*, 4 : 347-350, 2015.
- 29) Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, et al : Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med*, 330 : 1769-1775, 1994.
- 30) Taaffe DR, Duret C, Wheeler S, et al : Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *J Am Geriatr Soc*, 47 : 1208-1214, 1999.
- 31) Roth SM, Ivey FM, Martel GF, et al : Muscle size responses to strength training in young and older men and women. *J Am Geriatr Soc*, 49 : 1428-1433, 2001.
- 32) Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM : Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*, 34 : 329-348, 2004.
- 33) Katsanos CS, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, et al : A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 291 : E381-387, 2006.
- 34) Peterson MD, Rhea MR, Sen A, et al : Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Ageing Res Rev*, 9 : 226-237, 2010.
- 35) Peterson MD, Sen A, Gordon PM : Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 43 : 249-258, 2011.
- 36) Brose A, Parise G, Tarnopolsky MA : Creatine supplementation enhances isometric strength and body composition improvements following strength exercise training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58 : 11-19, 2003.
- 37) Kim HK, Suzuki T, Saito K, et al : Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 60 : 16-23, 2012.
- 38) Denison HJ, Cooper C, Sayer AA, et al : Prevention and optimal management of sarcopenia: a review of combined exercise and nutrition interventions to improve muscle outcomes in older people. *Clin Interv Aging*, 11 : 859-869, 2015.
- 39) Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, et al : Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age Ageing*, 43 : 748-759, 2014.
- 40) Lozano-Montoya I, Correa-Pérez A, Abrahá I, et al : Nonpharmacological interventions to treat physical frailty and sarcopenia in older patients: a systematic overview - the SENATOR Project ONTOP Series. *Clin Interv Aging*, 24 : 721-740, 2017.
- 41) Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, et al : High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA*, 263 : 3029-3034, 1990.
- 42) Evans W : Functional and metabolic consequences of sarcopenia. *J Nutr*, 127(5 Suppl) : 998S-1003S, 1997.
- 43) Taylor AW, Johnson MJ : Physiology of exercise and healthy aging. *Human Kinetics*, Champaign, 2008.