

# フレイル・サルペニアを伴うパーキンソン病に対して「高齢者の摂食嚥下運動機能向上プログラム (MTPSE)」が奏功した一例

渡邊大介<sup>1)</sup>

Daisuke Watanabe

西尾正輝<sup>2)</sup>

Masaki Nishio

**要旨** フレイル・サルコペニアを伴うパーキンソン病患者一例に対して、筋力増強を含めた身体能力向上とそれによる嚥下機能の改善を目的として、レジスタンストレーニングをメインプログラムとした「高齢者の摂食嚥下運動機能向上プログラム (MTPSE)」を実施した。具体的には、顔面筋、舌筋、咽頭筋、舌骨上筋群、呼吸筋に対してトレーニングを実施した。その結果、舌、呼吸筋、舌骨上筋群などに顕著な筋力増強効果と嚥下機能の改善を認めた。

本結果は、PDにおける嚥下機能の問題に対して二次障害および加齢の影響の観点から働きかけることの有効性を示唆するとともに、PDにおける嚥下機能の問題に一次障害から視野を広げて取り組む必要性がありうることを示唆するものである。

**キーワード** フレイル、サルコペニア、パーキンソン病、高齢者の摂食嚥下運動機能向上プログラム、MTPSE、嚥下運動機能検査、AMFD、嚥下障害

## I. はじめに

Hirschberg<sup>1)</sup>は患者の障害を、疾患自体によって生じる一次障害と、患者の不活動や不適切な運動によって生じる二次障害に分類した。廃用症候群 (disuse syndrome) とは身体の不活動によって引き起こされる二次的な障害に属し、いわゆるデコンディショニング (deconditioning) といえるものである。廃用によって引き起こる症候は多様であるが、筋骨格系では筋萎縮、筋力低下、関節拘縮、筋耐久性低下などが起こる。

近年、廃用性筋萎縮は広義のサルコペニアの観点から取り上げられるようになった。両者を関連づける契機となったのは、2010年に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)<sup>2)</sup>により、加齢以外に原因が明らかではない一次性 (加齢性・原発性) サルコペニアと二次性サルコペニアに分類されたことによる (表1)。EWGSOPでは、二次性サルコペニアとして、寝たきり状態や不活動・低活動などに起因して廃用性機能低下が引き起こされる「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つに下位分類

した。ここにいたり、廃用性筋萎縮はサルコペニアの概念のもとでとらえられ、不活動・低活動による二次性サルコペニアに分類される見解が成立した。

このサルコペニアは、フレイルの中核的病態として位置づけられている。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おり、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。EWGSOP<sup>2)</sup>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。

パーキンソン病 (Parkinson's disease ; PD) の運動障害にも一次障害と二次障害があること知られている<sup>3,4)</sup>。一次障害とは、PDそのものによる振戦、固縮、無動・動作緩慢、姿勢反射障害 (4大症候) などである。二次障害とは、不活動・低活動により生じる廃用性筋萎縮、廃用性筋力低下などの廃用症候群であり、その予防が重視されてきた<sup>3,5)</sup>。PDにおける筋力低下は、そもそも Parkinson<sup>6)</sup>が最初に報告した時点から“with lessened muscular power”と指摘されている。Kollerら<sup>7)</sup>は、PD患者は同年代の健

<sup>1)</sup> 独立行政法人国立病院機構いわき病院リハビリテーション科 (〒970-0224 福島県いわき市平豊間字兔渡路 291)

<sup>2)</sup> 新潟医療福祉大学大学院医療福祉学専攻言語聴覚学分野 (〒950-3198 新潟県新潟市北区島見町 1398)

[連絡先] 渡邊大介：独立行政法人国立病院機構いわき病院リハビリテーション科 (〒970-0224 福島県いわき市平豊間字兔渡路 291)

TEL : 0246-55-8261 FAX : 0246-55-5502 E-mail : iwaki-reha@hosp.go.jp

受稿日：2017年6月10日 受理日：2017年11月9日

表1 EWGSOP<sup>2)</sup>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

常者と比較して筋力低下が認められ、その症状は振戦・筋固縮などのPDに特有の徴候とは関連のない症候であることを指摘している。Yanagawaら<sup>8)</sup>も、PD患者では比較対照群よりも筋力が低下しており、その筋力低下は振戦、筋固縮とは関連しないと示唆している。そのほかにPD患者において筋力低下を認めたとする報告例として、Pedersenら<sup>9)</sup>、Corcosら<sup>10)</sup>、野垣ら<sup>11)</sup>などがある。

PD患者において予防的観点から重視されてきたこのような廃用性筋萎縮とは、前述のEWGSOP<sup>2)</sup>の見解に従えば二次性サルコペニアに該当する。田口ら<sup>12)</sup>はPD患者においてプレサルコペニアは43%に認められ、サルコペニアは14%に認められたと報告している。そのほか、田港ら<sup>13)</sup>は45.3%で、近藤ら<sup>14)</sup>は18.1%でそれぞれサルコペニアを認めたと報告している。これらの報告例から、PD患者においてサルコペニアは珍しいものではないといえる。

ところで、PD患者における嚥下障害の発現率は50~100%と報告者によって異なる<sup>15-26)</sup>。国内ではNishioら<sup>24)</sup>は嚥下造影検査で60%に認めたと報告し、4173名を対象としたアンケート調査<sup>27)</sup>では66.7%で自覚症状を認めたと報告されている。報告者により発現率が異なるのは、発症からの経過月数などの相違によるものと推察される。また、PDの死因の第一位は肺炎であり<sup>28-31)</sup>、その原因の多くは嚥下障害と推定されている<sup>32)</sup>。したがって、PD患者において、嚥下障害は予後にかかわる重要な症状の一つといえる。

こうしたPD患者における嚥下障害は一次障害と二次障害が絡み合っているものと推察され、二次障害としての廃用、すなわち不活動・低活動による二次性サルコペニアの影響により嚥下機能が低下している症例も存在すると思われる。これに加えて高齢PD患者では加齢による一次性サルコペニアとフレイルが合併していることも十分にありうる。しかし、廃用症候群を伴うPD患者を対象として、嚥下機能の改善を目的としたリハビリテーションの視点から働きかけた先行報告例は若干みられるのみであり<sup>33-35)</sup>、フレイル・サルコペニアの観点からアプローチした報告例は

筆者らが検索した限り、内外において前例がない。

今回私どもは、フレイル・サルコペニアを伴うPD 1例に対して、西尾<sup>36,37)</sup>により開発され、レジスタンストレーニングによる嚥下関連筋群の筋力増強を含めた身体能力向上とそれによる嚥下機能の改善を目的とした「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)」を施行し、嚥下関連筋群と嚥下機能に顕著な改善がみられたので、考察を加えてその臨床経過を報告する。

## Ⅱ. 症 例

症例：69歳，女性，右利き。

医学的診断名：パーキンソン病。

言語病理学的診断名：嚥下障害。

主訴：食事の際にムセることが多くなった。

現病歴：200X年にA病院でPDと診断される。その後、通院して治療を続けていた。200X+7年に転居した際より当院を利用するようになった。その後、外来にてリハビリテーションを継続し自宅療養をした。200X+12年に身体機能と嚥下機能が低下したため、リハビリテーション目的で当院に入院となった。なお、ディサースリアは認めなかった。

既往歴：22年前に腰部椎間板ヘルニアを罹患した。

## Ⅲ. 初回評価

評価には、西尾<sup>38)</sup>による「フレイル・サルコペニアの摂食嚥下障害評価モデル」(図1)に、機器的評価を加えて用いた。

1. 神経学的所見：パーキンソンニズム(固縮、無動・動作緩慢、仮面様顔貌など)を認め、Hoehn-Yahrの修正重症度分類でstage IVであった。
2. 日常生活活動：Barthel Indexは85/100点であった。
3. 神経心理学的所見：意識清明、Mini Mental State Examination (MMSE)は28/30点であった。

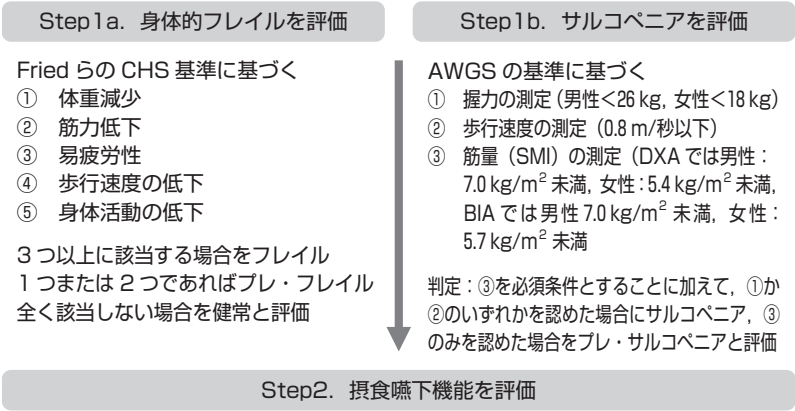


図1 フレイル・サルコペニアの摂食嚥下障害評価モデル<sup>38)</sup>

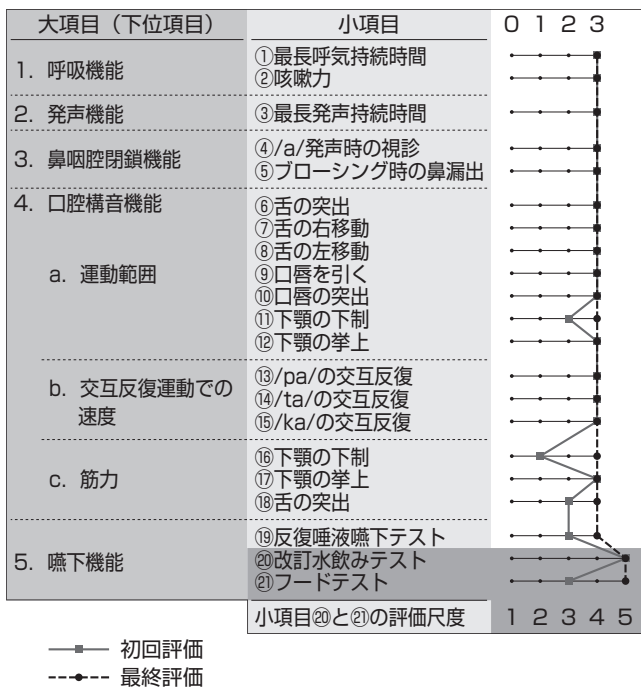


図2 嚥下運動機能検査のプロフィール (初回と最終)

#### 4. 嚥下機能所見

##### 1) 嚥下運動機能検査 (Assessment of Motor Function for Dysphagia ; AMFD)

摂食嚥下運動機能については、西尾ら<sup>39)</sup>によって開発されたAMFDを実施した。図2にAMFDのプロフィールを示した。また、AMFDのなかで、実測値にて測定可能な項目を表2に示した。

- (1) 呼吸機能, 発声機能, 鼻咽腔閉鎖機能は良好であった。
- (2) 口腔構音機能の運動範囲に関しては、下顎の下制のみ低下していた。筋力の項目では下顎の下制(舌骨上筋群)と舌の突出(舌筋)において低下を認めた。
- (3) 嚥下機能においては、反復唾液嚥下テスト (repetitive saliva swallowing test : RSST)<sup>40, 41)</sup> は2回, 改訂水飲

みテスト (modified water swallow test : MWST)<sup>42)</sup> は Pr. 5, フードテスト (food test : FT)<sup>42)</sup> は Pr.3であった。

##### 2) 機器的評価

###### (1) 舌圧検査

舌圧測定器 (JMS社製, TPM-01) を用いて3回座位にて舌圧を測定して、その平均値を被験者の最大舌圧の値とした (以下, 舌圧)。測定にさいいて、バルーン基部にある硬質リング部を上下切歯で軽くくわえて固定し、専用の舌圧プローブのバルーンを舌と口蓋間にはさんで、約7秒間最大の舌の力でプローブを口蓋に向かって圧迫させた。すなわち、ここで測定した舌圧とは舌の挙上運動時の圧力である。なお、硬質リング部を上下切歯で軽くくわえて下顎を固定しているため、測定時にバイトブロックを使用していない。その結果、21.5 kPaであり、同年齢群の平均値 (37.6 kPa)<sup>43)</sup> を大きく下回った。

###### (2) 呼吸機能検査

呼吸筋力計 (ミナト医科学株式会社製, AAM377) を用いて最大呼気筋力 (PEmax) および最大吸気筋力 (PImax) を測定した。それぞれ3回ずつ測定し、その最大値を使用した。その結果、PEmaxは62.9 cmH<sub>2</sub>O (106%), PImaxは30.9 cmH<sub>2</sub>O (65%)であった。

##### 3) 嚥下造影検査 (videofluoroscopic examination of swallowing : VF)

常食と半固形物, 液体を用いて評価した。stage I transportにおける食物の臼歯部への移送, processingにおける咀嚼, 食塊形成, stage II transportにおける咽頭への送り込みについては問題は認められなかった。

しかし、咽頭期において食道入口部の開大不全と咽頭(特に喉頭蓋部)への残留を顕著に認めた(図3)。また、舌根部の後方移動範囲の制限を認めた。残留物は努力嚥下を促して複数回嚥下を実施することで、除去することが可能であった。誤嚥は認めなかった。藤島式嚥下グレードはGr. 8であった。

表2 初回評価と最終評価の比較

	初回評価結果	最終評価結果	訓練効果
1. AMFD*			
最長呼吸持続時間	15.8 秒	21.2 秒	顕著な改善あり (↑)
最長発声持続時間	20.9 秒	27.7 秒	顕著な改善あり (↑)
/pa/の交互反復	5.6 回/秒	7.1 回/秒	顕著な改善あり (↑)
/ta/の交互反復	5.4 回/秒	6.7 回/秒	顕著な改善あり (↑)
/ka/の交互反復	5.5 回/秒	6.8 回/秒	顕著な改善あり (↑)
反復唾液嚥下テスト	2回	5回	顕著な改善あり (↑)
改訂水飲みテスト	Pr.5	Pr.5	変化なし (→)
フードテスト	Pr.3	Pr.5	顕著な改善あり (↑)
2. 機器的評価			
舌圧	21.5 kPa	29.2 kPa	顕著な改善あり (↑)
最大呼吸筋力	62.9 (106%)	68.6 (115%)	若干の改善あり (↑)
最大吸気筋力	30.9 (65%)	46.6 (98%)	顕著な改善あり (↑)

\* : AMFD については、実測値にて測定可能な項目のみを示す。

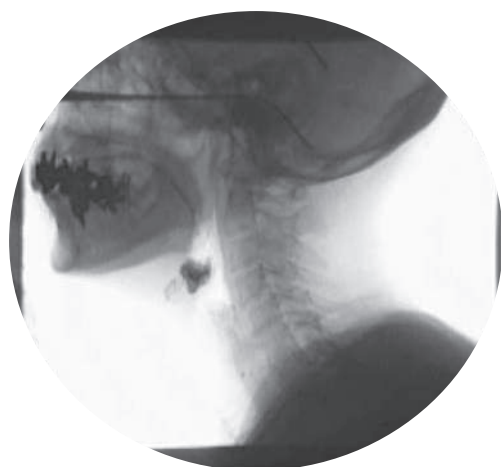


図3 VF所見

## 5. フレイルとサルコペニアの評価

### 1) フレイルの評価

フレイルの評価は日本版フレイル基準 (J-CHS 基準, 表3) を用いた<sup>44)</sup>。体重減少, 筋力低下 (18.6 kg) は該当しなかったが, 易疲労性, 歩行速度の低下 (0.6 m/秒), 身体活動の3つで該当を認め, フレイルと判定した。

### 2) サルコペニアの評価

サルコペニアの評価は, アジア・サルコペニア・ワーキンググループ (Asian Working Group for Sarcopenia : AWGS) の診断基準 (表4) に従い, 握力, 歩行速度, 四肢筋量を測定した。四肢筋量は体組成計 (タニタ社製,

MC-780A) を用い, 生体インピーダンス解析 (bioelectrical impedance analysis ; BIA) を行い, Baumgartner ら<sup>45)</sup> の方法に準じて四肢筋量 (kg) を身長 (m) の二乗で除し四肢筋量指数 (skeletal muscle mass index : SMI) を算出した。

その結果, 握力は 18.6 kg, 歩行速度は 0.6 m/秒, SMI は 5.6 kg/m<sup>2</sup> であった。歩行速度と SMI が基準値以下であったため, サルコペニアと判定した。

## 6. 栄養評価

簡易栄養状態評価表 (Mini Nutritional Assessment-Short Form : MNA-SF) は 13 点, 血清アルブミン (Alb) は 4.6 g/dL と良好であった。

## IV. 訓練プログラム

西尾<sup>36,37)</sup> により開発された MTPSE を実施した。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部から構成されるが (表5), 今回は適応基準から [II. レジスタンス運動プログラム] を実施した。これはトレーニングの三大原理 (1. 過負荷の原理, 2. 特異性の原理, 3. 可逆性の原理) と5大原則 (1. 漸進性の原則, 2. 全面性の原則, 3. 意識性の原則, 4. 個別性の原則, 5. 継続性 (反復性) の原則) に立脚して, 嚥下関連筋群の機能向上を目的として主に顔面筋, 舌筋, 咽頭筋, 舌骨上筋群, 呼吸筋に対してレ

表3 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項目は健康

表4 AWGS の基準と評価結果

項目	AWGS の評価基準	評価結果
筋力	握力 男性 26 kg 未満 女性 18 kg 未満	18.6 kg
身体機能	歩行速度 0.8 m/秒以下	0.6 m/秒
筋量 (補正四肢筋量)	① BIA 法 男性 7.0 kg/m <sup>2</sup> 未満 女性 5.7 kg/m <sup>2</sup> 未満 ② DXA 法 男性 7.0 kg/m <sup>2</sup> 未満 女性 5.4 kg/m <sup>2</sup> 未満 上記のいずれかに該当	① BIA 法 5.6 kg/m <sup>2</sup> (女性)

筋力, 身体機能のどちらかが低下し, かつ筋量の減少も認められた場合にサルコペニアと診断.

表5 高齢者の摂食嚥下運動機能向上プログラム (MTPSE) 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.

ジスタンス・トレーニングを行うものである (全身運動と, 下顎および頸部のレジスタンス運動も補助的に含む). これを週5回の頻度で, 8週間言語聴覚士が実施した. また, 自主訓練を1日に1回週7回行った.

本症例では, 前述のように咽頭期において食道入口部の開大不全と咽頭への残留を顕著に認めた. 食道入口部の開大不全は舌骨・喉頭の挙上運動能力が関連していることが示されており<sup>46, 47)</sup>, AMFD で顕著な舌骨上筋群の筋力低下を認めたことから, 舌骨上筋群の筋力低下が影響している

と推察され, トレーニングプログラムではその強化に特に焦点をあてて立案した.

また, 舌根部は咽頭期において食塊を駆出する原動力となっており, 舌は咽頭期に影響を及ぼすことが示されているが<sup>48, 49)</sup>, 本例では VF で舌根部の後方移動範囲の制限を認め, 舌圧検査で顕著な舌の筋力低下を認めたこと, 残留物は努力嚥下を促して複数回嚥下を実施することで除去することが可能であったことから, 舌の筋力低下も咽頭期の問題に関与しているものと推察され, トレーニングプログ

表6 修正ボルグスケール<sup>50)</sup>

0	感じない	Nothing at all
0.5	非常に弱い	Extremely weak
1	やや弱い	Very weak
2	弱い	Weak
3	普通である	Moderate
4	多少強い	Somewhat strong
5	強い	Strong
6		
7	とても強い	Very strong
8		
9		
10	非常に強い	Extremely strong

ラムではその強化にも特に焦点をあてて立案した。

実施にあたり、関節痛と筋痛などを回避するため、漸増的に過負荷を与える漸増抵抗運動を行った。そのさい、心拍数、血圧、被検査者の表情、自覚的運動強度およびその他の徴候を観察して行った。自覚的運動強度には、10段階のカテゴリー比スケールである Borg<sup>50)</sup> の自覚的運動強度 (rating of perceived exertion : RPE) 修正スケール (表6) を用い、2 (弱い) ~ 3 (普通である) と感じるレベルから開始して4 (多少強い) ~ 5 (強い) と感じる程度を目安に漸増的に負荷を高めて施行するように立案した。

## V. 臨床経過

介入後、RPE を漸増的に高め、RPE が5 (強い) に該当した時点から疲労の訴えが認められるようになった。しかし、やがて疲労の訴えが認められなくなり、最大筋力を発揮してトレーニングを実施しても RPE は3 (普通である) レベルで安定し、各測定値が上昇した。特に、呼吸訓練では改善が顕著であり、負荷量と定期的な筋力測定値が確実に増加した。

訓練開始から2ヵ月後に AMFD を再評価した (図1)。その結果、運動範囲では下顎の下制が改善し、筋力では下顎の下制と舌の突出でそれぞれ改善がみられ上限に達した。嚥下機能では、反復唾液嚥下テスト、フードテストの項目でそれぞれ改善が認められ、当初みられていた摂食時のムセは消失した。摂食場面の観察およびスクリーニング検査から嚥下機能の改善が明らかであり、問題点がほぼ消失したことから、VF 検査は必要なしと判断され実施しなかった。

AMFD における実測値にて測定可能な項目については、初回評価時ですでに上限に達していた MWST を除いて、すべての項目で顕著な改善を認めた (表2)。機器的評価でも、舌圧、最大呼吸筋力、最大吸気筋力のすべての項目で改善が認められ、とりわけ舌圧と最大吸気筋力で大幅な改善が認められた。

トレーニング期間中、パーキンソン病治療薬として、エフピー OD5.0 mg/day, ドンペリドン 30 mg/day, スタレボ L1005 錠/day でコントロールされていた。トレーニング開始時から終了時まで、一貫して日内変動はほとんど認められなかった。

## 考 察

### 1. PD においてフレイル・サルコペニアに着目する意義について

本症例では、フレイルとサルコペニアの双方を認めた。サルコペニアについては、一次性か二次性かを判別することが困難であったが、診断後12年間の期間の低活動の影響は排除できず、二次性サルコペニアがある程度関与していたと推察される。

PD において二次障害として出現する廃用性筋萎縮、廃用性筋力低下などは、EWGSOP の見解に従えば「活動」による二次性サルコペニアに該当する<sup>2)</sup>。Müller<sup>51)</sup> は、最大筋力の20~30%の筋収縮を行うことによって個人のもつ筋力は維持されるが、日常生活での筋収縮が常に最大筋力の20%以下であれば、筋力は徐々に低下し、絶対安静の状態では筋収縮を行わないでいると、初期には1日に1~1.5%の筋力低下をきたすと報告した。PD 患者において、転倒する不安や恐怖から歩行可能であるにもかかわらず歩かなくなることで、筋力低下が生じやすいことが指摘され、廃用症候群はわずか1週間以内で生じてしまうとも指摘されている<sup>3)</sup>。こうしたサルコペニアは、日常生活動作 (activities of daily living : ADL)、生活の質 (quality of life : QOL) を低下させ、その予防はきわめて重要である<sup>3-5)</sup>。

サルコペニアの有症率は、用いられた定義によって異なるが、Shafiee ら<sup>52)</sup> は最新のシステマティックレビューで男女ともに10%と報告している。Baumgartner ら<sup>53)</sup> は、65~70歳では13~24%、80歳以上では50%以上に高まると報告し、Iannuzzi-Sucich ら<sup>54)</sup> は64~93歳の女性で22.6%、男性で26.8%、80歳以上では女性31.0%、男性52.9%と報告し、Melton ら<sup>55)</sup> は男性16.0%、女性11.8%、Chien ら<sup>56)</sup> は男性23.6%、女性18.6%であると報告している。国内では、林木<sup>57)</sup> は男性で13.8%、女性で12.4%と報告している。下方ら<sup>58)</sup> はAWGSの基準にもとづく有病率は男性で9.6%、女性で7.7%とし、年齢階級別比較では男性は高齢化するとともにその割合が増加し85歳以上では

47.8%に達すると報告している。

フレイルの有病率は、Friedら<sup>59)</sup>のCHS基準にもとづいた調査では6.9%、プレ・フレイルは46.6%と報告し、Santos-Eggimannら<sup>60)</sup>がCHS基準にもとづいてヨーロッパ諸国10カ国の有病率を調査したところ5.8%~27.3%、プレ・フレイルは34.6~50.9%と報告している。Collard<sup>61)</sup>はシステムティックレビューで10.7%、プレ・フレイルが41.6%と報告している。国内ではShimadara<sup>62)</sup>がFriedら<sup>59)</sup>のCHS基準に基づいて調査したところ65歳以上の高齢者全体の11.3%、プレ・フレイルは56.9%で、高齢化するほど有病率が増加すると報告している。

こうした疫学的データと照らして、大多数のPD患者が65歳以上の高齢者であることを鑑みると<sup>63)</sup>、一般の高齢者と同等に、PDに加えて加齢に伴うフレイル、一次性サルコペニアが合併していることはきわめて妥当な推定である。

仮にShafieeら<sup>52)</sup>の最新のシステムティックレビューや下方ら<sup>58)</sup>などの国内のデータを勘案しサルコペニアの有病率を10%程度とすると、これと比較して従来報告されてきたPDに伴うサルコペニアの有病率は14~45.3%と高く<sup>12-14)</sup>、PDではよりサルコペニアに罹患しやすいと推察される。その一因として、加齢に加えて廃用症候群が関与していると推定される。

また、フレイルについても、仮にCollard<sup>61)</sup>のシステムティックレビューなどを勘案し10%程度を有病率とすると、Ahmed<sup>64)</sup>はPDのCHS基準で32.6%と高率でフレイルを認めたと報告していることから、PDではよりフレイルに罹患しやすいとも推察される。というのも、CHS基準に含まれる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) のなかで、体重減少、易疲労性、歩行速度の低下、身体活動の低下の4つはPDの好発症状であり<sup>65, 66)</sup>、上述のとおり筋力低下も二次障害として生じやすいことから、PDにおいてフレイルの罹患率が高いことは容易に推測される。

すなわち、PD患者の症状の進行過程を理解するさいに、「疾患」自体による一次障害に加えて、加齢に伴う一次性サルコペニアと不活動・低活動による廃用に伴う二次性サルコペニアのハイリスクを抱えていることに留意する必要がある。図4に示したように、一般のフレイル高齢者は加齢に伴い、サルコペニアを中核的病態としてプレ・フレイル、フレイルへと進行し、放置しておくとも機能障害へと陥りやすい(図4a)。これに対してPD患者の場合(図4b)、加齢に加えて疾患と廃用の影響が加わるため、サルコペニアの進行速度が速くなり、機能障害に陥りやすいばかりでなく、重症化しやすいと懸念される。田港ら<sup>13)</sup>はサルコペニ

アを合併したPD患者は合併していない患者と比較して誤嚥のリスクが高く経口困難となるリスクが高かったと報告しており、その深刻さが示唆されている。加えて、高齢廃用症候群の87.6%で低栄養を認め、44.4%に飢餓を認めたとする報告もあり<sup>67)</sup>、「栄養」による二次性サルコペニアが重複している場合もあるであろう。

高齢者では低活動状態に陥りやすく、加齢(老化)に伴う筋萎縮や筋力低下(一次性サルコペニア)と不活動・低活動に伴う筋萎縮や筋力低下(二次性サルコペニア)が同時に進行していることが少なくなく、両者を判別することは臨床的に困難である<sup>68, 69)</sup>。EWGSOPでも、「多くの高齢者の場合、サルコペニアの原因は多要因であるため、個人が一次性サルコペニアか二次性サルコペニアかを断定することは困難であり、このようなことからサルコペニアを多面的な老年症候群ととらえることができるであろう。」と明記している。

PD患者の場合も、明らかな不活動・低活動による廃用性筋萎縮や筋力低下を認め検査によりサルコペニアと判別することができても、それに併存している加齢(老化)の影響を区別することは難しく、本例のように、一次性か二次性かを明確に判別することが困難であることはしばしば遭遇するものと思われる。

サルコペニアに端を発する負の連鎖は「フレイル・サイクル(cycle of frailty)」と呼ばれる<sup>59)</sup>(図5)。すなわち、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、歩行速度の低下や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。

こうした点から臨床的にPD患者に対しては、フレイル・サルコペニアを合併しているリスクを疑う必要があると思われる。Dreyら<sup>70)</sup>が指摘しているように、早期のサルコペニアはprodromal markerとしての役割を果たす可能性があり、フレイル・サルコペニアを早期に検出し、運動療法と栄養管理を中心とした適切な介入が求められると思われる。高齢化が進行する時代的背景とともに、今後PDにおけるフレイル・サルコペニアの研究が進展することにより、PDの介入においてパラダイムシフトが求められるかもしれない。そして一次障害から視野を広げ、フレイル・サルコペニアを予防・改善することができれば、PD患者のADLとQOLの向上に寄与することができるであろう。

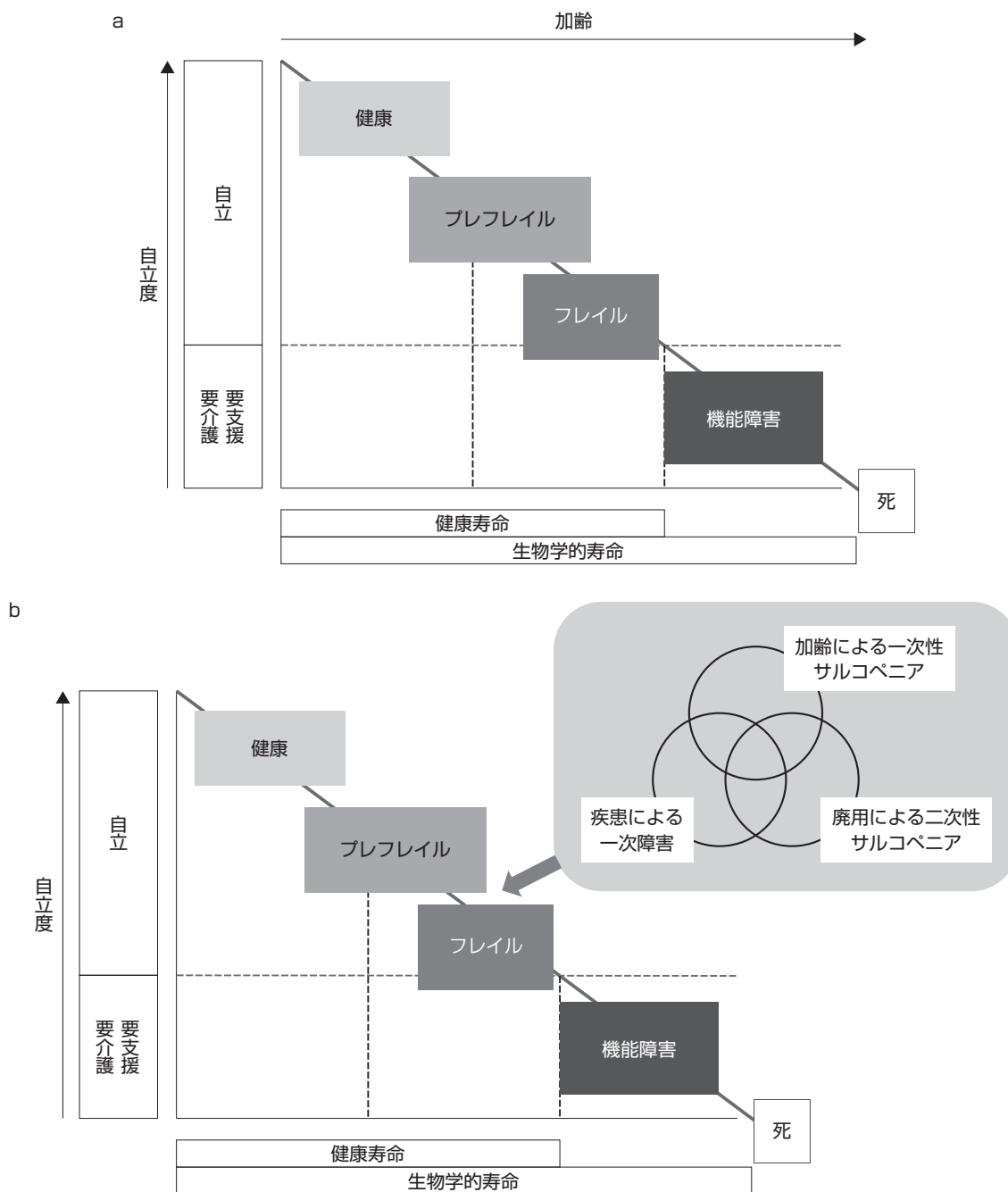


図4 一般のサルコペニアを中核的病態とするフレイル高齢者の進行過程 (a) と PD 患者における症状の進行過程に対する多面的解釈 (b) を模式図で示す。

## 2. 本症例の嚥下機能低下とその対応について

PD 患者における摂食嚥下機能の問題は、口腔期、咽頭期、食道期のすべてで生じうる<sup>19, 71-74)</sup>。口腔期では、顎の固縮<sup>22)</sup>、咀嚼不全<sup>22, 71)</sup>、舌の運動起始困難<sup>75)</sup>、食塊の形成不全<sup>16, 71, 76)</sup>、咽頭への食塊の送り込み障害<sup>20, 22, 77)</sup>、口腔内保持困難<sup>77)</sup>、舌の前後反復運動<sup>19, 73, 75, 76)</sup>、口腔内残留<sup>76, 77)</sup>などが報告されている。Logemann<sup>73)</sup>はPDにおける舌の前後反復運動を口腔期の際だった特徴であるとし、舌の筋固縮との関連性を指摘している。

咽頭期では、Nagaya ら<sup>78)</sup>、Rodrigues ら<sup>79)</sup>など多数の

研究で誤嚥が確認されているほか、少量ずつの嚥下<sup>77)</sup>、喉頭運動の緩慢もしくは遅れ<sup>20, 77, 80)</sup>、嚥下反射の遅延<sup>19, 20, 75)</sup>、喉頭蓋谷と梨状陥凹の残留<sup>16, 19, 20, 75-77, 81)</sup>、誤嚥<sup>19, 20, 77, 81)</sup>、咽頭通過時間の延長<sup>81)</sup>、食道入口部の開大不全<sup>77, 82, 83)</sup>などが報告されている。不顕性誤嚥は15%に認められると報告されている<sup>83)</sup>。

食道期では、蠕動運動の低下、咽頭への逆流、胃食道逆流症などが報告されている。

PDの死因の第一位は肺炎である<sup>28-31)</sup>。PD患者では上述のさまざまな嚥下病態が高率で認められることを考慮する



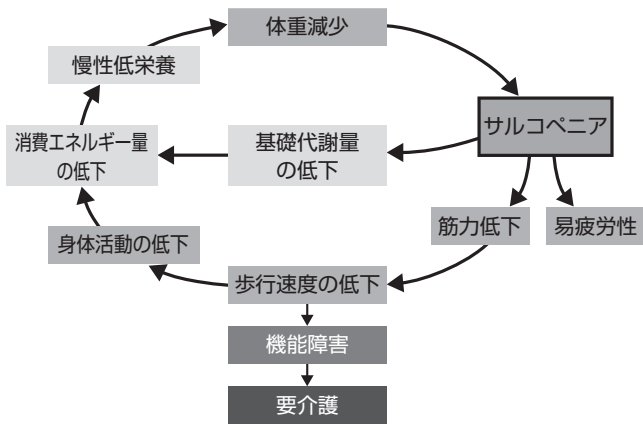


図5 フレイル・サイクル<sup>146)</sup>。(■は CHS 基準の5徴候を示す)

と、伊澤<sup>30)</sup>が指摘しているように妥当な結果であり、PD患者において、その嚥下障害への対処はきわめて重要である。

こうした摂食嚥下障害の主因は、従来 PD の一次障害である固縮と動作緩慢との観点から指摘されることが多かった<sup>19, 22, 78, 84)</sup>、このために stage I transport が障害され前歯で咀嚼し続け、適切に食塊を形成することが難しく、さらにこうした舌の運動障害により stage II transport も障害され、咽頭への送り込み障害や口腔外流出といった口腔期の障害がめだつ<sup>22, 77, 78, 81)</sup>。PD では発話運動時に舌の運動範囲がきわめて狭小化する傾向にあるが<sup>85)</sup>、同様の狭小化傾向が嚥下運動時にも認められる<sup>81)</sup>。これらの点については PD について最初に報告した Parkinson<sup>6)</sup>がすでに記載しており、PD の一次障害と関連していると解釈してよいであろう。

他方で、Umamoto ら<sup>86)</sup>、齋藤ら<sup>87)</sup>は PD における舌の筋力低下を報告していることから、二次障害もある程度関与しているとも推察される。

本症例では stage I transport, processing, stage II transport では問題は認められなかったが、咽頭期において食道入口部の開大不全、咽頭（特に喉頭蓋谷）への残留を顕著に認めた。また、舌根部の後方移動範囲の制限を認めた。食道入口部の開大不全<sup>77, 82, 83)</sup>、咽頭（特に喉頭蓋谷）への残留<sup>16, 19, 20, 75-77, 81)</sup>は PD に特徴的な所見の一つとして報告されている。しかし、食道入口部の開大不全や咽頭残留は加齢によっても特徴的に生じるものである<sup>88-96)</sup>。したがって、本症例におけるこうした所見がいずれの影響によるものなのかを明確に区別することは難しく、加齢の影響は否定できない。

これに対して、PD の摂食嚥下障害の主因として従来一次障害である固縮と動作緩慢との観点から指摘されてきた stage I transport, processing, stage II transport の異常は、本症例では認められなかった。したがって、本症例の嚥下機能低下は、際だって PD に特異的なものとはいえず、



図6 筋線維のタイプ変換を単純化して示した模式図。Shigemoto を改変。

加齢もしくは不活動・低活動による筋萎縮や筋力低下などの廃用の影響が関与していた可能性がある。

このような廃用もしくは加齢に伴う生理学的所見には、筋線維の生理学的変化が関与していると推察される。ヒトの骨格筋は、収縮速度が遅く発揮する力は小さいが持久能力に優れている遅筋線維（タイプ I 線維，ST 線維，赤筋）と、収縮速度が速く大きな力を発揮するが持久能力が低い速筋線維（タイプ II 線維，FT 線維，白筋）に分けられる。タイプ I 線維とタイプ II 線維は生活するために最も適合した機能をもたせるように、モザイク状に混り合い形成されている。

一般的には、廃用に伴い、筋萎縮はタイプ I 線維が萎縮するとするもの<sup>97-100)</sup>と、タイプ II 線維が萎縮するとするもの<sup>101-104)</sup>が報告されており、いずれの線維も萎縮するが、猪飼<sup>105)</sup>は先行報告をレビューしてタイプ I 線維に強いとする報告がやや多いとしている。また遅筋線維は速筋線維にタイプが変化し、速筋線維はタイプ II A 線維からタイプ II B 線維へタイプが変化するとする見解が優勢である<sup>106)</sup>。

これに対して、加齢による一次性サルコペニアでは速筋線維が選択的に減少し、遅筋線維へタイプ変化する。このため、遅筋線維の相対的増加が認められる<sup>107-111)</sup>（図6）。サルコペニアの概念が普及する以前から、ヒトの運動ニューロンには部位ごとにあらかじめ寿命が決まっており、加齢によって変性し 20 歳と比較して総線維数で 50 歳では約 10%、80 歳では約 50%の減少が認められ<sup>112)</sup>、遅筋線維が増加することが認められていた<sup>113)</sup>。

前述のように、本症例における咽頭期嚥下障害について、廃用と加齢のいずれの影響によるものかは判別できないが、以下のような生理学的推察は可能であろう。すなわち、嚥下関連筋群は遅筋線維と速筋線維が混在しながらも<sup>114, 115)</sup>、比較的に速筋線維の割合が多く含まれ<sup>116)</sup>、加齢により速筋線維が減少しタイプ変換が起こる<sup>95, 117)</sup>。そのため、高速な動作を必要とする咽頭期において食塊の駆動力が低下しやすい。これに対して輪状咽頭筋の食道入口部括約筋としての機能はそもそも遅筋線維に依存することから、加齢による括約機能は維持される傾向にある<sup>95)</sup>。

次に、本症例における嚥下機能における最も顕著な問題点であった食道入口部の開大不全とそれに伴う咽頭残留について臨床経過から考察すると、まず、本所見は AMFD

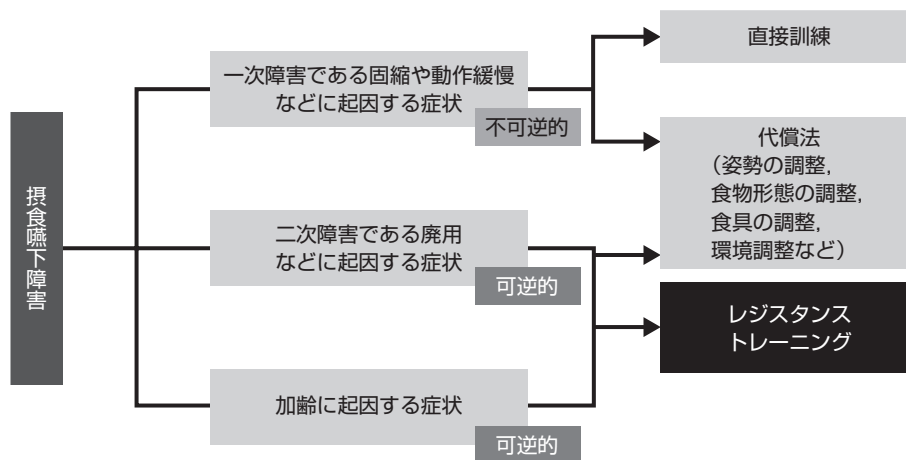


図7 PDにおける摂食嚥下機能にかかわる多様な問題点に対応した取り組みの模式図

の結果から舌骨上筋群の筋力低下が関与しているものと推察し、トレーニングでは積極的にその筋力強化を図った。その結果、大幅な筋力増強効果と嚥下機能の改善を認めた。こうした臨床経過は、食道入口部の開大不全は舌骨・喉頭の筋力低下に起因している<sup>46, 47)</sup>というプログラム立案時の仮説をある程度裏づけるものといえる。

また、舌圧の低下とVFでの舌根部の後方移動範囲の制限なども咽頭期の問題に関与しているものと推察され、トレーニングでは舌の筋力強化に特に焦点をあてた結果、大幅な筋力増強効果と嚥下機能の改善を認めた。食道入口部に対しては、何ら介入しなかった。PDでは古くから食道入口部の開大障害の原因として輪状咽頭筋アカラシアあるいは弛緩不全が指摘されてきたが<sup>82, 118)</sup>、複数回嚥下時に食道入口部が開大したため、食道入口部の弛緩不全は否定された。本臨床経過は、舌根部は咽頭期において食塊を駆出する原動力となっており、舌の筋力低下が咽頭期に影響を及ぼしている<sup>48, 49)</sup>という論拠に基づいたプログラム立案時の仮説をある程度裏づけるものといえる。

このような筋力増強効果について、組織学的に以下のように推察することができる。すなわち、筋力トレーニングによって速筋線維を発達させることができることは古くから知られてきた<sup>109, 119)</sup>。また、速筋線維であるタイプII線維は、タイプII A線維とタイプII B線維に分けられ、タイプII A線維はI型とII B型の中間的性質を示すとされてきた。近年では、筋力トレーニングによってタイプIとタイプIIの移行が生じる可能性は低いが<sup>120)</sup>、速筋線維の肥大化とともにタイプII B線維がタイプII A線維に変化するため、タイプII B線維の割合が減少しタイプII A線維の割合が増加することが知られている<sup>106, 121)</sup>。

トレーニングがヒトの筋に及ぼす組織的变化については不明な点も少なくなく、とりわけ嚥下関連筋群に関するエビデンスは乏しいため推察の域を出ないが、今回の症例の臨床経過において筋力増強効果を得ることができた神経生

理的背景として、レジスタンストレーニングによってこうした肥大化とタイプ変換が生じたものと推察される。高齢者に対し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は多数ある<sup>122-133)</sup>。Fiatarone<sup>134)</sup>、Evans<sup>135)</sup>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。Petersonら<sup>128)</sup>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。

さらに、Yoshidaら<sup>136)</sup>は、舌の筋力増強訓練は舌骨上筋群を強化する効果が得られたと報告しており、今回もその効果が働いた可能性がある。加えて、呼吸筋力増強訓練は、舌骨上筋群の筋力増強をも促すことが示唆されており<sup>137, 138)</sup>、今回吸気筋と呼気筋の双方で筋力増強効果が得られたことも咽頭期嚥下の改善に関与している可能性がある。

これらの筋力増強プログラムが効果的であったことから検討しても、本症例の嚥下症状が一次障害によるものではなく、舌圧、呼吸筋、舌骨上筋群などの筋力低下には二次障害もしくは加齢が関与していたものと推察され、すなわちサルコペニアの影響が関与していたものと思われる。

### 3. PDにおける摂食嚥下障害に対する取り組みのあり方について

PDの嚥下障害において、従来は「疾患」とらわれ、臨床的に一次障害の側面から取り組まれる傾向があったと思われる。しかし、PDでは一次障害もしくは疾患そのものによる所見に加えて、不活動・低活動による廃用の影響と、さらに加齢の影響にも視点を拡大して臨床所見をとらえ、不可逆的要因と可逆的要因とに整理することで、より適切な訓練プランの立案が導かれるのではないだろうか(図7)。運動療法として、廃用に対してはかねてより筋力増強プランが用いられており<sup>139)</sup>、運動負荷によって可逆的変化が期待できることは広く知られている<sup>140)</sup>。加齢に伴う

サルコペニアに対する見解は過去 10 年間で大きく変わり、近年では筋力増強やレジスタンストレーニングなどの運動が効果的である点である程度見解の一致がみられており<sup>132, 133, 141)</sup>、Lozano-Montoya ら<sup>133)</sup> は、システマティック・レビューにて、フレイル、サルコペニアにおける運動の有用性を提示している。PD における不活動・低活動による廃用もしくは加齢による摂食嚥下障害についても、過用に留意しつつ、これらを応用的に取り入れて取り組むことができる。すなわち、PD の摂食嚥下症状では、一次障害の側面は不可逆的であることを理解した対応が妥当であり、廃用と加齢による側面はいずれも可逆的であり積極的にレジスタンストレーニングを施行するのが妥当ではないだろうか。さらに、こうしたレジスタンストレーニングにより、二次障害の予防や重症化を防ぐ効果も期待できるのではないだろうか。

PD の嚥下障害に対する訓練効果に関する報告例は少ないが、たとえば、メトロノームのリズム刺激を活用した訓練<sup>142)</sup> は聴覚的 cue を利用した訓練であり、矛盾性運動を利用して PD の一次障害に対して働きかけた有用な手技として解釈できるのではないだろうか。

これに対して、本症例の臨床経過のように筋力低下を主症状として認める場合は、二次障害としての不活動・低活動による廃用性筋萎縮と筋力低下（二次性サルコペニア）もしくは加齢に伴う筋萎縮と筋力低下（フレイル・一次性サルコペニア）、あるいは両者が混在しているものと疑い、積極的に筋機能の向上を目的とした働きかけるプログラムが求められる。

本結果は、PD における嚥下機能の問題に対して二次障害および加齢の影響の観点から働きかけることの有効性を示唆するとともに、PD における嚥下機能の問題にはこれらの要因が関与している可能性を示すものである。そのさい、間接訓練を必要とし、具体的にはレジスタンストレーニングをメインプログラムとした MTPSE が有用であることが示唆された。また、二次障害に対する重症化の予防効果もあったと思われる。PD 患者に対して嚥下関連筋群の筋力増強トレーニングを実施して嚥下機能が改善したとする一連の報告がみられているが<sup>137, 143-145)</sup>、これらも PD において二次障害もしくは加齢による筋力低下がみられることを示すものとして理解される。

PD における嚥下障害をフレイル・サルコペニアの視点から理解する視点は新しく、筆者らが検索した限り、内外において前例がない。今後検討を重ねていく必要があると思われる。臨床的には、個々の PD 患者の症候を分析し、一次障害、二次障害、加齢の多面的側面から適切な分析に基づいた働きかけが重要であると思われる。今回西尾<sup>38)</sup> による「フレイル・サルコペニアの摂食嚥下評価モデル」を用いたが、本評価モデルはこうした分析を行う点で臨床

的に実用的であることが示された。

**利益相反：**本稿のすべての著者に利益相反に相当する事項はない。

## 文 献

- 1) Hirschberg GG, Lewis L, Thomas D : Rehabilitation. Lippincott Publ, Philadelphia, pp12-23, 1964.
- 2) 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.
- 3) 中馬孝容 : EBM に基づくリハビリテーション. MB Med Reha, 76 : 31-36, 2007.
- 4) 林 明人 : パーキンソン病. 総合リハ, 41 : 237-244, 2013.
- 5) 村田美穂 : パーキンソン病. 総合リハ, 33 : 709-712, 2005.
- 6) Parkinson, J : An essay on the shaking palsy. Whittingham and Rowland, London, 1817.
- 7) Koller W, Kase S : Muscle strength in Parkinson's disease. Eur Neurol, 25 : 130-133, 1986.
- 8) Yanagawa S, Shindo M, Yanagisawa N : Muscular weakness in Parkinson's disease. In : Streifler MB, Korczyn AD, Melamed E, Youdim MBH, (eds.), Parkinson's Disease : Anatomy, Pathology and Therapy. Raven Press, New York, pp259-269, 1990.
- 9) Pedersen SW, Oberg B : Dynamic strength in Parkinson's disease. Quantitative measurements following withdrawal of medication. Eur Neurol, 33 : 97-102, 1993.
- 10) Corcos DM, Chen CM, Quinn NP, et al : Strength in Parkinson's disease : Relationship to rate of force generation and clinical status. Ann Neurol, 39 : 79-88, 1996.
- 11) 野垣 宏 : パーキンソン病に筋力低下は存在するのか. 山口医学, 53 : 207-213, 2004.
- 12) 田口芳治, 高嶋修太郎, 田中耕太郎 : オステオポロシス・ジャパン 23(suppl-1): 297-297, 2015.
- 13) 田港朝也, 山本敏之, 若杉憲孝, 他 : パーキンソン病におけるサルコペニアの検討. 臨神経, 56 : S522, 2016.
- 14) 近藤美緒, 岩田康弘, 飯田有輝, 他 : 軽症パーキンソン病患者におけるサルコペニアの特徴についての検討. 神経治療, 33 : S240, 2016.
- 15) Eadie MJ, Tyrer JH : Alimentary disorders in Parkinsonism. Aust Ann Med, 14 : 13-22, 1965.
- 16) Silbiger ML, Pikielney R, Donner MW : Neuromuscular disorders affecting the pharynx : cineradiographic analysis. Invest Radiol, 2 : 442-448, 1967.
- 17) Blonsky E, Logemann J, Boshes B, et al : Comparison of speech and swallowing function in patients with tremor disorders and in normal geriatric patients : A cinefluorographic study. J Gerontol, 30 : 299-303, 1975.
- 18) Lieberman AN, Horowitz L, Redmond P, et al : Dysphagia in Parkinson's disease. Am J Gastroenterol, 74 (2) : 157-160, 1980.
- 19) Robbins JA, Logemann JA, Kirshner HS : Swallowing and speech production in Parkinson's disease. Ann Neurol, 19(3): 283-387, 1986.
- 20) Bushmann M, Dobmeyer SM, Leeker L, et al : Swallowing abnormalities and their response to treatment in Parkinson's disease. Neurology, 39(10) : 1309-1314, 1989.
- 21) Edwards LL, Quigley EM, Harned RK, et al : Characterization of swallowing and defecation in Parkinson's disease. Am J Gastroenterol, 89 : 15-25, 1994.
- 22) Leopold NA, Kagel MC : Prepharyngeal dysphagia in

- Parkinson's disease. *Dysphagia*, 11 : 14-22, 1996.
- 23) Fuh JL, Lee RC, Wang SJ, et al : Swallowing difficulty in Parkinson's disease. *Clin Neurol Neurosurg*, 99: 106-112, 1997.
  - 24) Nishio M, Niimi S : Relationship between speech and swallowing disorders in patients with neuromuscular disease. *Folia Phoniatr Logop*, 56: 291-304, 2004.
  - 25) Monte FS, da Silva-Júnior FP, Braga-Neto P, et al : Swallowing abnormalities and dyskinesia in Parkinson's disease. *Mov Disord*, 20(4) : 457-462, 2005.
  - 26) Miller N, Allcock L, Hildreth AJ, et al : Swallowing problems in Parkinson disease: frequency and clinical correlates. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 80 : 1047-1049, 2009.
  - 27) 全国パーキンソン病友の会 : パーキンソン病患者の日常生活, 医療, 福祉の現状と難病法施行後の実態に関するアンケート調査報告書. 一般社団法人全国パーキンソン病友の会, 2017.
  - 28) Nakashima K, Maeda M, Tabata M, et al : Prognosis of Parkinson's disease in Japan. Tottori University Parkinson's Disease Epidemiology (TUPDE) Study Group. *Eur Neurol*, 38 : 60-63, 1997.
  - 29) 長谷川幸祐, 諸星利男, 福井俊哉, 他 : パーキンソン病の予後に関する因子についての検討. *昭和医学会誌*, 57 : 69-78, 1997.
  - 30) 伊澤奈々, 服部信孝 : Parkinson 病の死因と突然死. *神経内科*, 66 : 98-102, 2007.
  - 31) 時 里香, 徳永 誠, 本田省二, 他 : パーキンソン病患者のリハビリテーション病院入院中の死亡と急性期病院への転院理由. *臨床リハ*, 25 : 617-621, 2016.
  - 32) 中島健二, 楠見公義, 鞆嶋美佳, 他 : 晩期 Parkinson 病の死因解析. *神経内科*, 56 : 413-418, 2002.
  - 33) 広田桂介, 橋爪伸幸, 小田原弘子, 他 : 長期臥床により嚥下障害を引き起こした患者の 1 例—うつ伏せ療法を試みて. *PT ジャーナル*, 35 : 45-48, 2001.
  - 34) 山本真由美 : 廃用症候群患者の摂食嚥下障害に対する摂食嚥下訓練の効果とその効果に影響する因子. *音声言語医学*, 46 : 7-13, 2008.
  - 35) 山本真由美 : 長期臥床により嚥下障害を呈した超高齢患者の嚥下訓練経過. *音声言語医学*, 50 : 21-25, 2009.
  - 36) 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 : あらたなる挑戦—高齢者の摂食嚥下運動機能向上プログラム MTPSE—. *Geriatr Med*, 55 (6) : 655-682, 2017.
  - 37) 西尾正輝 : フレイル・サルコペニアと摂食嚥下障害. *ディサースリア臨床研究*, 7 : 28-38, 2017.
  - 38) 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 : あらたなる挑戦—健康寿命の延伸につながる包括的な嚥下運動機能検査 AMFD—. *Geriatr Med*, 55 (3) : 305-318, 2017.
  - 39) 西尾正輝, 阿部尚子, 岡本卓也, 他 : 標準ディサースリア検査の嚥下障害への臨床的応用の試み : AMFD の開発. *ディサースリア臨床研究*, 6 : 4-10, 2016.
  - 40) 小口和代, 才藤栄一, 水野雅康, 他 : 機能的嚥下障害スクリーニングテスト「反復唾液嚥下テスト」(the Repetitive Saliva Swallowing Test : RSST)の検討 (1) 正常値の検討. *リハ医*, 37 : 375-382, 2000a.
  - 41) 小口和代, 才藤栄一, 馬場 尊, 他 : 機能的嚥下障害スクリーニングテスト「反復唾液嚥下テスト」(the Repetitive Saliva Swallowing Test : RSST)の検討 (2) 妥当性の検討. *リハ医*, 37 : 383-388, 2000b.
  - 42) 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.
  - 43) Utanohara Y, Hayashi R, Yoshikawa M, et al : Standard values of maximum tongue pressure taken using newly developed disposable tongue pressure measurement device. *Dysphagia*, 23 : 286-290, 2008.
  - 44) 島田裕之 : フレイルの基準と実態. *Geriatr Med*, 55 : 7-10, 2017.
  - 45) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al : Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*, 147 : 755-763, 1998.
  - 46) Corbin-Lewis K, Liss JM, Sciortino KL : Clinical anatomy and physiology of the swallow mechanism (2nd ed). Thomson Delmar Learning, NY, USA, 2014.
  - 47) Murray J : Manual of Dysphagia Assessment in Adults. Singular Publication Group Inc, Sandiego, CA, US, 1999.
  - 48) Kahrilas PJ, Lin S, Logemann JA, et al : Deglutitive tongue action: volume accommodation and bolus propulsion. *Gastroenterology*, 104 : 152-162, 1993.
  - 49) 大前由紀雄, 小倉雅実, 唐帆健浩, 他 : 舌前半部におけるアンカー機能の嚥下機能に及ぼす影響. *耳鼻と臨床*, 44 : 301-304, 1998.
  - 50) Borg G : Borg's perceived exertion and pain scales. Human Kinetics, Champaign, 1998.
  - 51) Müller EA : Influence of training and of inactivity on muscle strength. *Arch Phys Med Rehabil*, 51 : 449-462, 1970.
  - 52) Shafiee G, Keshtkar A, Soltani A, et al : Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta-analysis of general population studies. *J Diabetes Metab Disord*, 16 : 21, 2017.
  - 53) Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al : Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*, 147 : 755-763, 1998.
  - 54) Iannuzzi-Sucich M, Prestwood KM, Kenny AM : Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57 : M772-M777, 2002.
  - 55) Melton LJ 3rd, Khosla S, Crowley CS, et al : Epidemiology of sarcopenia. *J Am Geriatr Soc*, 48 : 625-630, 2000.
  - 56) Chien MY, Huang TY, Wu YT : Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan. *J Am Geriatr Soc*, 56 : 1710-1715, 2008.
  - 57) 林木重之 : 運動とサルコペニア. 荒井秀典 (編集)「サルコペニア」とフレイル. 医薬ジャーナル社, 大阪, pp40-47, 2015.
  - 58) 下芳浩史, 安藤富士子, 幸 篤武 : サルコペニアの疫学. 原田敦 (監修)「サルコペニア診療マニュアル」, メジカルビュー社, 東京, pp7-13, 2016.
  - 59) 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.
  - 60) Santos-Eggimann B, Cuénoud P, Spagnoli J, et al : Prevalence of frailty in middle-aged and older community-dwelling Europeans living in 10 countries. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 64 : 675-681, 2009.
  - 61) Collard RM, Boter H, Schoevers RA, et al : Prevalence of frailty in community-dwelling older persons: a systematic review. *J Am Geriatr Soc*, 60 : 1487-1492, 2012.
  - 62) Shimada H, Makizako H, Doi T, et al : Combined prevalence of frailty and mild cognitive impairment in a population of elderly Japanese people. *J Am Med Dir Assoc*, 14 : 518-524, 2013.
  - 63) 柳澤信夫 : パーキンソン病—診断と治療—. 金原出版, 東京, pp2-9, 2000.
  - 64) Ahmed NN, Sherman SJ, Vanwyck D : Frailty in Parkinson's disease and its clinical implications. *Parkinsonism Relat Disord*, 14 : 334-337, 2008.
  - 65) 大熊泰之 : パーキンソン病患者における fatigue と体重減少. *Brain Nerve*, 64 : 384-393, 2012.
  - 66) 吉崎崇仁 : パーキンソン病診断のコツと Pitfall パーキンソン病とフレイル・サルコペニア. *Fronti Parkinson Dis*, 10 : 146-150, 2017.
  - 67) Wakabayashi H, Sashika H : Malnutrition is associated with

- poor rehabilitation outcome in elderly inpatients with hospital-associated deconditioning a prospective cohort study. *J Rehabil Med*, 46 : 277-282, 2014.
- 68) 辻 哲也, 里宇明元 : 老化と廃用 総論. *総合リハ*, 34 : 623-628, 2006.
- 69) 金 憲経 : サルコペニアの改善の実際—運動指導. 原田敦監修「サルコペニア診療マニュアル」, メジカルビュー社, 東京, pp64-71, 2016.
- 70) Drey M, Hasmann SE, Krenovsky JP, et al : Associations between Early Markers of Parkinson's Disease and Sarcopenia. *Front Aging Neurosci*, 9:53, 2017.
- 71) Donner MW, Silbiger ML : Cinefluorographic analysis of pharyngeal swallowing in neuromuscular disorders. *Am J Med Sci*, 251(5):600-616, 1966.
- 72) Kilman WJ, Goyal RK : Disorders of pharyngeal and upper esophageal sphincter motor function. *Arch Intern Med*, 136 (5):592-601, 1976.
- 73) Logemann JA : Evaluation and treatment of swallowing disorders (2nd ed.), Pro-Ed, Texas, USA, 1998.
- 74) Groher ME : Dysphagia: diagnosis and management. 3rd ed. Newton, MA, Butterworth-Heinemann, 1997.
- 75) Yorkston KM, Miller RM, Strand EA : Management of speech and swallowing in degenerative disease. Communication Skill Builders, USA, 1995.
- 76) 山脇正永 : Parkinson 病の嚥下障害. *神経内科*, 66:17-22, 2007.
- 77) 長屋政博, 中澤 信 : パーキンソン症候群. *臨床リハ*, 17 (5) : 479-484, 2008.
- 78) Nagaya M, Kachi T, Yamada T, Igata A : Videofluorographic study of swallowing in Parkinson's disease. *Dysphagia*, 13(2): 95-100, 1998.
- 79) Rodrigues B, Nóbrega AC, Sampaio M, et al : Silent saliva aspiration in Parkinson's disease. *Mov Disord*, 26(1) : 138-141, 2011.
- 80) Leopold NA, Kagel MC : Laryngeal deglutition movement in Parkinson's disease. *Neurology*, 48(2):373-376, 1997.
- 81) 山本敏之 : パーキンソン病の嚥下障害. *MB Med Reha*, 83 : 57-64, 2007.
- 82) Palmer ED : Dyphagia in Parkinsonism. *JAMA*, 229(10): 1349, 1974.
- 83) Ali GN, Wallace KL, Schwartz R, et al : Mechanisms of oral-pharyngeal dysphagia in patients with Parkinson's disease. *Gastroenterology*, 110(2):383-392, 1996.
- 84) 梅本文二, 北嶋哲郎, 坪井義夫, 他 : パーキンソン病患者の流涎と摂食・嚥下障害の関係. *老年歯医*, 24 : 306-310, 2009.
- 85) 西尾正輝 : ディサースリア臨床標準テキスト. 医歯薬出版, 東京, pp67-68, 2007.
- 86) Umemoto G, Tsuboi Y, Kitashima A, et al : Impaired food transportation in Parkinson's disease related to lingual bradykinesia. *Dysphagia*, 26 : 250-255, 2010.
- 87) 齋藤翔太, 福岡達之, 野崎園子, 他 : パーキンソン病患者における最大舌圧と嚥下動態との関連. *言語聴覚研究*, 13 : 120-127, 2016.
- 88) Ekberg O, Feinberg MJ : Altered swallowing function in elderly patients without dysphagia: radiologic findings in 56 cases. *AJR Am J Roentgenol*, 156 : 1181-1184, 1991.
- 89) Dejaeger E, Pelemans W, Ponette E, et al : Mechanisms involved in postdeglutition retention in the elderly. *Dysphagia*, 12 : 63-67, 1997.
- 90) Logemann JA, Pauloski BR, Rademaker AW, et al : Temporal and biomechanical characteristics of oropharyngeal swallow in younger and older men. *J Speech Lang Hear Res*, 43 : 1264-1274, 2000.
- 91) Logemann JA, Pauloski BR, Rademaker AW, et al : Oropharyngeal swallow in younger and older women: videofluoroscopic analysis. *J Speech Lang Hear Res*, 45 : 434-445, 2002.
- 92) Rofes L, Arreola V, Romea M, et al : Pathophysiology of oropharyngeal dysphagia in the frail elderly. *Neurogastroenterol Motil*, 22 : 851-858, 2010.
- 93) Butler SG, Stuart A, Leng X, et al : The relationship of aspiration status with tongue and handgrip strength in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 66 : 452-458, 2011.
- 94) 大前由紀雄, 杉浦むつみ, 茂木立学 : 超高齢者の嚥下機能 加齢に伴う嚥下機能の変化. *日気管食道会報*, 54 : 1-7, 2003.
- 95) 兵頭政光 : 高齢者の嚥下機能. *日気食会報*, 28 : 373-378, 2014.
- 96) 田中加緒里 : 加齢による生理的な嚥下機能低下の要因. *MB ENT*, 東京, pp19-24, 2016.
- 97) 米本恭三 : 筋障害の機能回復のメカニズム. *リハ医*, 20 : 27-29, 1983.
- 98) Seki K, Taniguchi Y, Narusawa M : Effects of joint immobilization on firing rate modulation of human motor units. *J Physiol*, 530 : 507-519, 2001.
- 99) Seki K, Taniguchi Y, Narusawa M : Alterations in contractile properties of human skeletal muscle induced by joint immobilization. *J Physiol*, 530 : 521-532, 2001.
- 100) Ishihara A, Kawano F, Ishioka N, et al : Effects of running exercise during recovery from hindlimb unloading on soleus muscle fibers and their spinal motoneurons in rats. *Neurosci Res*, 48 : 119-127, 2004.
- 101) MacDougall JD, Elder GC, Sale DG, et al : Effects of strength training and immobilization on human muscle fibres. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 43 : 25-34, 1980.
- 102) Scelsi R, Lotta S, Lommi G, et al : Hemiplegic atrophy. Morphological findings in the anterior tibial muscle of patients with cerebral vascular accidents. *Acta Neuropathol*, 62 : 324-331, 1984.
- 103) 椿原彰夫, 蜂須賀研二, 木村彰男 : 廃用性筋萎縮の酵素組織学的研究. *リハ医*, 22 : 94-96, 1985.
- 104) 原田 孝, 茂手木三男, 水谷一裕, 他 : 片麻痺症例における筋生検所見について. *総合リハ*, 15 : 35-39, 1987.
- 105) 猪飼哲夫 : 廃用性筋力低下・筋萎縮の病態と予防. *MB Med Reha*, 10 : 7-13, 2001.
- 106) 森 啓至 : 生理学から見た廃用症候群. 奈良 勲, 神戸晃男, 山崎俊明, 木林 努 (編)「理学療法から診る廃用症候群」, pp12-23, 文光堂, 東京, 2014.
- 107) Brooks SV, Faulkner JA : Skeletal muscle weakness in old age: underlying mechanisms. *Med Sci Sports Exerc*, 26 : 432-439, 1994.
- 108) Roth SM, Ferrell RF, Hurley BF : Strength training for the prevention and treatment of sarcopenia. *J Nutr Health Aging*, 4 : 143-155, 2000.
- 109) Taylor AW, Johnson MJ : Physiology of exercise and healthy aging. *Human Kinetics*, Champaign, 2007.
- 110) 坂井康友, 灰田信英 : サルコペニア (加齢性筋肉減少症) と筋力強化. *PT ジャーナル*, 43 : 591-597, 2009.
- 111) Shigemoto K, Motohashi N, Mori S : Metabolic plasticity in sarcopenia. *J Phys Fit Sports Med*, 4 : 347-350, 2015.
- 112) 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.
- 113) Trappe SW, Costill DL, Fink WJ, et al : Skeletal muscle characteristics among distance runners: a 20-yr follow-up study. *J Appl Physiol*, 78 : 823-829, 1995.
- 114) Kent RD : The uniqueness of speech among motor systems. *Clin Linguist Phon*, 18 : 495-505, 2004.
- 115) Saigusa H, Niimi S, Yamashita K, et al : Morphological and histochemical studies of the genioglossus muscle. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 110 : 779-784, 2001.

- 116) 國枝顕二郎, 藤島一郎: フレイルと嚥下障害. 葛谷雅文, 雨海照祥 (編)「フレイル 超高齢社会における最重要課題と予防戦略」. 医歯薬出版, 東京, pp786-793, 2014.
- 117) 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.
- 118) Palmer ED. Disorders of the cricopharyngeus muscle: a review. *Gastroenterology*, 71 : 510-519, 1976.
- 119) McDonagh MJ, Davies CT : Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 52 : 139-155, 1984.
- 120) 市橋則明: 筋力低下に対する運動療法. *理療京都*, 38 : 23-29, 2009.
- 121) 勝田 茂, 征矢英昭: 運動生理学 20 講 (第 3 版). 新倉書店, 東京, pp1-15, 2015.
- 122) 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.
- 123) 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.
- 124) 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.
- 125) Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM : Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*, 34 : 329-348, 2004.
- 126) 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.
- 127) 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.
- 128) 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.
- 129) 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.
- 130) 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.
- 131) 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.
- 132) 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.
- 133) Lozano-Montoya I, Correa-Pérez A, Abraha 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.
- 134) Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, et al : High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA*, 263 : 3029-3034, 1990.
- 135) Evans W : Functional and metabolic consequences of sarcopenia. *J Nutr*, 127(5 Suppl) : 998S-1003S, 1997.
- 136) Yoshida M, Groher ME, Crary MA, et al : Comparison of surface electromyographic (sEMG) activity of submental muscles between the head lift and tongue press exercises as a therapeutic exercise for pharyngeal dysphagia. *Gerodontology*, 24 : 111-116, 2007.
- 137) Pitts T, Bolser D, Rosenbek J, et al : Impact of expiratory muscle strength training on voluntary cough and swallow function in Parkinson disease. *Chest*, 135 : 1301-1308, 2009.
- 138) 福岡達之, 杉田由美, 川阪尚子, 他: 呼吸抵抗負荷トレーニングによる舌骨上筋群の筋力強化に関する検討. *日摂食嚥下リハ会誌*, 15 : 174-182, 2011.
- 139) 石田健司, 永野晴典: 運動器疾患. *総合リハ*, 37:313-318, 2009.
- 140) 石川愛子, 長谷公隆, 千野直一: Disuse syndrome(廃用症候群)と Sarcopenia. *Geriatr Med*, 42 : 895-902, 2004.
- 141) Malafarina V, Uriz-Otano F, Iniesta R, et al : Effectiveness of nutritional supplementation on muscle mass in treatment of sarcopenia in old age: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc*, 14 : 10-17, 2013.
- 142) Nozaki S, Matsui T, Umaki Y, et al : Rhythm therapy with a metronome to treat dysphagia in patients with Parkinson's disease. *Deglutitio*, 1(2) : 400-412, 2012.
- 143) Nagaya M, Kachi T, Yamada T, et al : Effect of swallowing training on swallowing disorders in Parkinson's disease. *Scand J Rehabil Med*, 32 : 11-15, 2000.
- 144) Troche MS, Okun MS, Rosenbek JC, et al : Aspiration and swallowing in Parkinson disease and rehabilitation with EMST: a randomized trial. *Neurology*, 23 : 1912-1219, 2010.
- 145) Byeon H : Effect of simultaneous application of postural techniques and expiratory muscle strength training on the enhancement of the swallowing function of patients with dysphagia caused by parkinson's disease. *J Phys Ther Sci*, 28 : 1840-1843, 2016.
- 146) 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.