

嚥下障害のリハビリテーション

Rehabilitation for Dysphagia and Aspiration Pneumonia

海老原 覚

要約

高齢者の嚥下障害は嚥下関連筋群の廃用の問題か嚥下にかかわる中枢神経回路の障害の問題である。筋肉廃用に対しては筋力訓練が有用であり、中枢神経回路の障害に関しては代償的方法の訓練に加え、残存した神経システムをトレーニングによって賦活し、部分的に損傷した中枢神経を補完する「嚥下ニューロリハビリテーション」が有用であると考え。その方法として「食べる機能は食べる事によって最も効率よく訓練される」という考えに基づき、安全に配慮した食事関連感覚入力のシミュレーションを行うのがよい。まず、嗅覚刺激として黒胡椒の匂い刺激（むせにご縁無し）を行い、味覚や咽頭感覚の刺激強化としてカプサイシン入り口腔内溶解シート（カプサイシンプラス）を使い、言語聴覚士や訓練された看護師により、患者と同じ視線の高さで食べ物情報を視覚的にも聴覚的にも与えながら嚥下訓練を行い、同時に歯科によるプロフェッショナルな口腔ケアを行う。この嚥下感覚入力シミュレーションを取り入れ、段階的に食事をアップしていく誤嚥性肺炎患者の食事開始プロトコルを立案した。このプロトコルを重症の誤嚥性肺炎の患者が入院し、絶食点滴治療により回復し、経口摂取を開始するとき採用することにより、食事再開後の一カ月以内の再誤嚥性肺炎の発症を以前の3分の1に抑えることができた。

Key words 嚥下ニューロリハビリテーション, 嚥下反射, 温度感受性受容体, 黒胡椒匂い, 可塑性
(日老医誌 2015; 52: 314-321)

はじめに

施設入所の認知症高齢者は入所後2年以内に80%が摂食嚥下障害をきたす。そして同じ2年以内に50%の入所者が肺炎で亡くなっている¹⁾。つまり「脳の機能の衰え」→「嚥下機能の衰え」→「誤嚥性肺炎」→「死亡」というのが多くの高齢者にとって、人生の最後に起こってくる医学的な問題といえる。

一方、食事は日常の大きな楽しみの一つであり、とくに要介護状態の高齢者にとっては最後の楽しみといっても過言でない。したがって、嚥下機能は人間の生存に重要であるのみならず、Quality of Life (QOL)の視点からも重要な案件である。

したがって「高齢者の嚥下障害」への取り組みは老

年医学上の喫緊の最重要課題といえる。

加齢による嚥下障害の要因

通常肉体の衰えと同じように、加齢により嚥下機能は衰えていく。その要因には図2に示されるように幾つかあり、まず①喉仏が下がって突出してくることに特徴づけられるように、喉頭の位置が低下しているため、嚥下する時の喉頭挙上が不十分になること、その他②咽頭収縮筋の収縮力が低下し、咽頭に唾液および食物が残留しやすくなること、また③上部食道括約筋を閉じている筋肉の機能不全も生じて、喉頭の閉鎖が不十分になることなど主に嚥下筋関連の要因や、④口腔が汚れ、歯が欠損し、舌の運動機能が低下、咀嚼

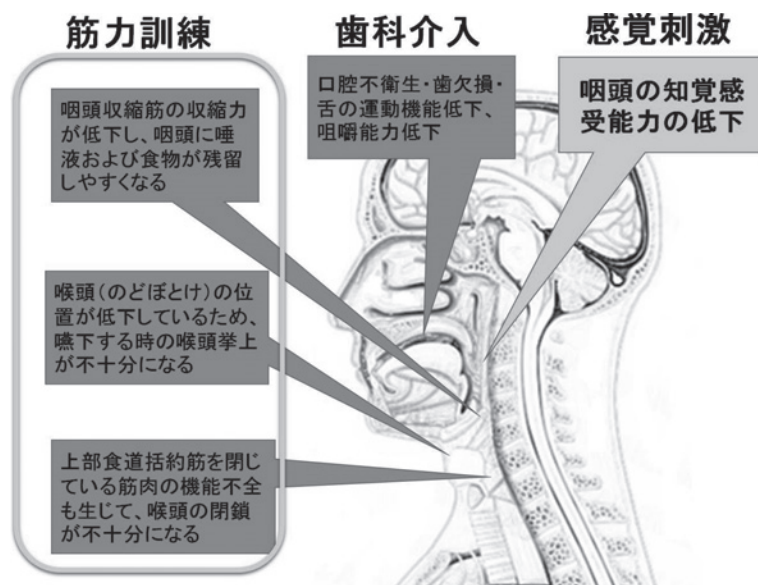


図1 加齢による嚥下障害の要因とその対処法

能力が低下といった歯科的要因に加えて、⑤咽頭の知覚感受能力の低下といった知覚神経の要因が関連している(図1)。

このうち①から③は嚥下に関わる筋肉の衰えであり、筋力訓練が必要となる。また、④は歯科的問題であり歯科医の介入が必要である場合も多い。⑤は感覚の問題であり、これにより嚥下反射の惹起の遅延につながり誤嚥につながる。

嚥下の神経性調節とその障害

実は食事等が咽頭部に達した時に咽頭でそれを感じするメカニズムについては現在でもほとんどわかっていない。咽頭で感知した後の神経経路についてはある程度、神経解剖学的な経路がわかってきている。嚥下の神経制御機構はまず、①末梢性入力としての三叉神経・舌咽神経・迷走神経それぞれの末梢神経末端により感知された末梢の情報を、中枢へ伝えると求心性のプロセス、②延髄の嚥下中枢にて三叉神経・舌咽神経・迷走神経・舌下神経核を經由して順序の決まった発火パターンを送り出す Central Pattern Generator (嚥下中枢)のプロセス、③脊髄前角への下行性の遠心性プロセスにより嚥下運動を誘発したり、修飾する

という3つに要素で考えられてきた²⁾。

しかしこれまでの延髄を中心に考えられてきた嚥下の中樞神経制御は近年になって、嚥下が大脳皮質による神経調節が行われていることのような知見が得られてきた²⁾。図2に示されるように、嚥下時には大脳皮質の一次体性感覚野、島皮質、前帯状回といった感覚に関わる領域と、一次運動野、補足運動野、帯状回運動野といった運動に関わる領域の両方が活性化されることがわかってきた³⁾。

嚥下障害の原因は嚥下関連の神経障害か筋肉の廃用あるいはその両者の混合である場合が多い。図2で示される神経回路のどの部分が障害されても嚥下障害となる。大脳皮質の中で加齢によって障害されやすいのは感覚に関わる領域であり、運動に関わる領域はその機能が維持されているがゆえに嚥下時に大きな努力が強いられ、高齢者の嚥下時にはその活性が強まっていることが判明している。また、認知症やラクナ脳梗塞などで著明に障害されやすいのも感覚に関わる領域であることがわかってきた³⁾。誤嚥性肺炎を繰り返す患者においてはこれらの領域の脳血流が低下していることもわかってきた²⁾。

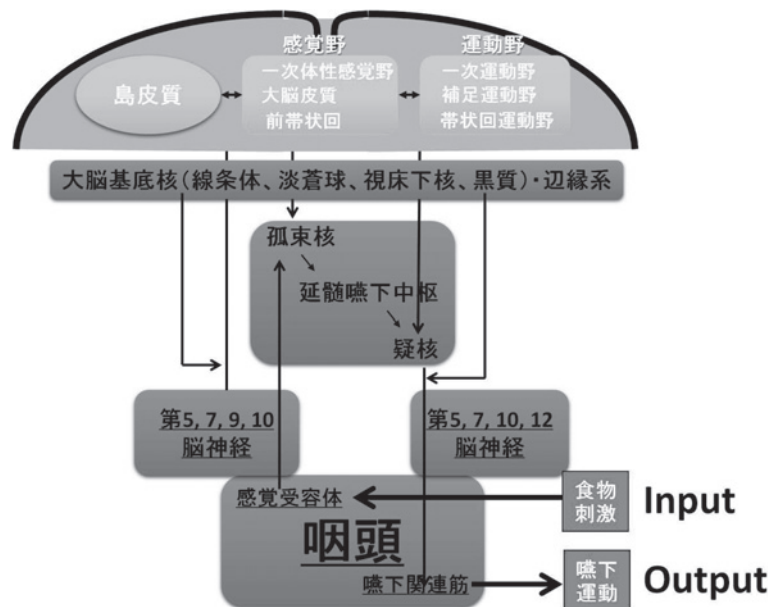


図2 嚥下反射の中枢神経制御機構

嚥下障害に対するリハビリテーションと脳の可塑性

中枢神経障害によるリハビリテーションは大別して狭義の機能回復訓練と代償法の獲得にわかれる。機能回復訓練の本質は脳の可塑性に基づく。ある神経領域が機能障害を起こしたり傷ついたりした場合、訓練を重ねることによって別の領域が代役となって失った部分の役目を果たすことができる場合がある。化学物質の変化から新しいシナプスの形成、より大きな領域で起きる神経回路の再配線まで、脳内で起きるあらゆる変化を指して脳の可塑性と呼ぶ。かつては、遺伝子によって描かれた脳の設計図があり、脳はそれに基づいて生涯形作られていると考えられていた。しかし脳の中の機能地図（脳内地図）は大きく変化することが判明し、障害を乗り越えられた場合、患者の脳の可塑性により脳内地図が変化していることがわかってきた⁴⁾⁵⁾。

脳梗塞片麻痺患者などのリハビリテーションにおいて、歩行障害者の歩行は実際に歩行することによって最も訓練される。いくらベッド上の筋力訓練、関節可動域訓練ばかりやっても実際に歩いてみなければ

決して安定した歩行は得られない。同様に嚥下障害者の嚥下は嚥下行為によって最も訓練され、食事は食事行為によって最もよく訓練されるのである。嚥下筋の間接訓練のみでは決して安定した経口摂取・食事の獲得はできない。

考えてみれば当然であり、実際の歩行や嚥下は単なる運動のみによって成り立つ動作ではないからである。とりわけ食事は様々な感覚入力で成り立っている。まず、食べ物のおいしそうな視覚入力から始まり、実際料理されたもののジュージューなどといった聴覚入力、匂いの嗅覚入力があり、実際に食べて味覚入力と触感やのどごしによる触覚入力といった五感に加え、お腹に入ってから内臓感覚入力と実に多くの感覚入力がある⁶⁾。

脳内地図の再構築はその障害された機能に関連した感覚入力に負うところが大きい。したがってこのような感覚入力とともに嚥下訓練をすることが脳の可塑性を促すうえで重要である。

温度刺激による嚥下反射知覚の強化

前述したように加齢により嚥下の知覚は鈍麻する。

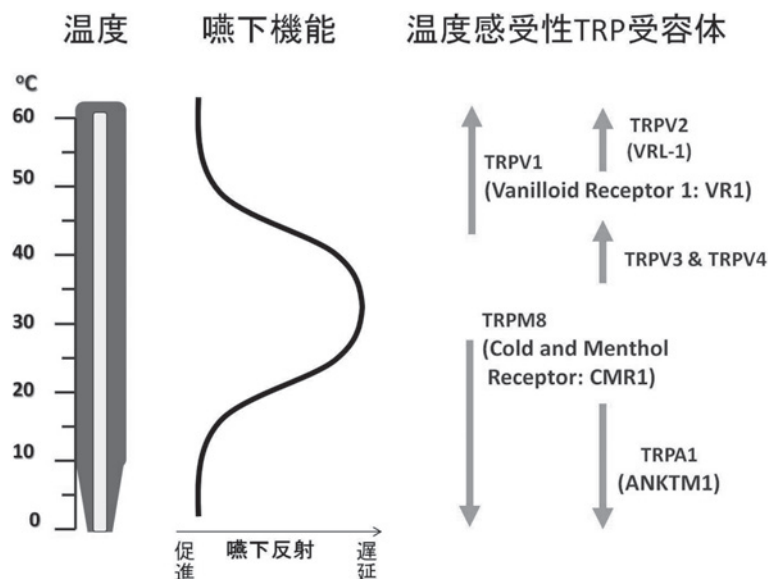


図3 温度と嚥下反射潜時の関係及びそれに関わる温度感受性受容体

したがって、感覚入力はできるだけ強力なほうが可塑性が促される。嚥下障害をもつ高齢者にとって最も嚥下を誘発しやすい温度は何度であろうかということ調べた。嚥下反射が遅延している高齢者に、さまざまな温度の蒸留水を口蓋垂の高さまで挿入した経鼻カテーテルより注入し、蒸留水注入から嚥下運動が起こるまでの時間を嚥下反射の潜時として測定したところ、注入した蒸留水の温度と潜時との関係は体温付近においてもっとも嚥下反射が遅延し、温度がそれから離れれば離れるほど嚥下反射の潜時が短縮することが判明した⁷⁾(図3)。

温度受容は末梢感覚神経上にある温度感受性受容体が温度刺激を電気信号に変換してその情報が中枢へと伝達される。温度感受性受容体として、哺乳類では末梢神経上におおよそ6つのTRP受容体(TRPV1, TRPV2, TRPV3, TRPV4, TRPM8, TRPA1)が知られており、それぞれに活性化温度閾値が存在する。それぞれのTRP受容体と対応する温度はTRPV1>43°C, TRPV2>52°C, TRPV3>32~39°C, TRPV4>27~35°C, TRPM8<25~28°C, TRPA1<17°Cとなっている⁸⁾。嚥下反射を活性化する温度領域よりこれまで同定されている6個の温度感受性TRP受容体のうち、TRPV1, TRPV2, TRPM8, TRPA1などが嚥下

反射の活性化に関与する可能性が示唆される⁶⁾(図3右)。

実はこれらの温度感受性受容体には自然界の食品とりわけ香辛料の中にそのアゴニストが存在するのである。このことが我々の様々な嚥下反射改善法の開発につながった^{5)~7)}。ただ注意しなければならないのは、これらの温度感受性TRP受容体はおそらくは嚥下反射の開始のスイッチをいれる受容体そのものではなく、この刺激のみでは嚥下反射は起こらないことである。温度刺激はあくまでも通常の嚥下反射惹起の過程(図4A)において、嚥下反射開始情報をより大きく増幅しているものと思われる(図4B)。

温度感受性TRP受容体刺激物による嚥下改善法

温度変化をつけるため、食事は食べる直前に料理してきたてのほやほやを食べるようにしたほうがいいことを説明してきた。たしかにそれはそうではあるが、実際に介護の場面では大変な手間がかかり現実的ではない場合がある。そこで我々は、TRPV1の急性刺激により一過性に嚥下反射が改善することは示してきた⁹⁾、またTRPV1を慢性的に刺激することにより嚥

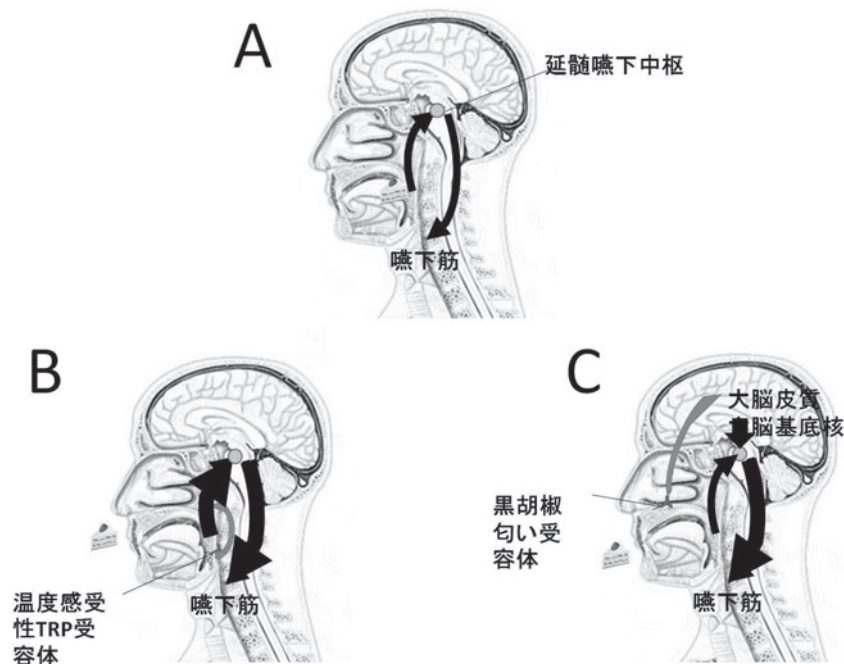


図4 A. 通常の嚥下反射. B. 温度刺激同時に入った時の嚥下反射. 知覚入力強化された結果, 運動性出力も強化される. C. 黒胡椒匂い刺激時の嚥下反射. 大脳皮質からの嚥下中枢促進作用により運動性出力が強化される.

下反射が持続的に改善されることを示してきた。つまりカプサイチンローチなどにより口腔および咽頭部の TRPV1 の慢性刺激が嚥下反射を改善することを証明してきた¹⁰⁾。近年、嚥下障害患者に対して安全にカプサイチンを投与する口腔内溶解シート「カプサイチンプラス」が発売されている。さらに、熱刺激と同様に冷刺激も嚥下反射を改善することも示唆される。そこで我々は高齢者の遅延した嚥下反射はメンソールの用量依存性に改善される（短くなる）ことを見出した¹¹⁾。このことはメンソールなどの入った食品（ゼリーなど）が、絶食から開始する嚥下訓練食として適していることを示唆する所見である。

嗅覚刺激（アロマセラピー）による嚥下改善法

実は上記の温度感受性 TRP 受容体刺激物による嚥下反射改善法は誤嚥のリスクのある人に薬を内服させるといふある意味矛盾を含んでいる方法であり、非常

に ADL・意識レベルの悪いひとには用いることができない。そこで非常に ADL・意識レベルの悪くてとても経口摂取の方法がとれないような高齢者にたいする摂食・嚥下改善法として嗅覚刺激による方法を考案した。黒胡椒の嗅覚刺激によって誤嚥と関係のある脳血流低下部位の脳血流を回復させることができる方法を発見した¹²⁾。高齢施設入所者を任意に 3 群にわけ黒胡椒群、ラベンダー群、臭いなし群に振り分けた。それぞれ黒胡椒精油、ラベンダー精油、なにもつけない紙によって毎食前 1 分間の嗅覚刺激を一か月間おこなった。嗅覚刺激介入の前後で嚥下反射、咳反射（クエン酸法）、末梢血中のサブスタンス P 濃度を測定した。嗅覚刺激の前後で嚥下反射を測定し比較したところ、黒胡椒匂い刺激により嚥下反射が著明に改善した¹²⁾。同時に血液中のサブスタンス P 濃度も有意に上昇した。ラベンダー投与群、コントロール群ではこのようなことはなかった。この黒胡椒匂い刺激によるアロマセラピー的嚥下反射改善法はどんな状態の悪い患者にも行えるので非常に有望な摂食・嚥下障害治療

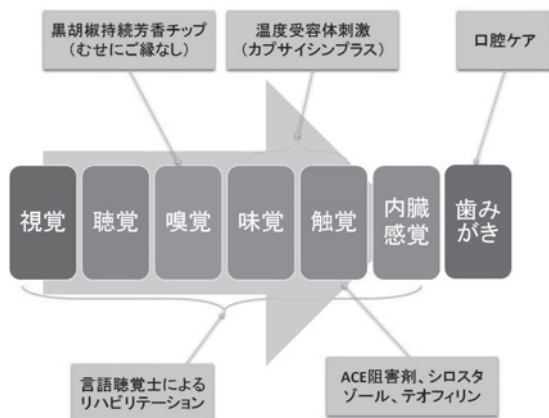


図5 食事感覚入力刺激のシミュレーション。黒胡椒の匂い刺激，温度感覚刺激，嚥下訓練，口腔ケアにより食事時に入力される感覚が疑似体験される。

法・誤嚥性肺炎予防法であると思われた。

匂い刺激の受容体は嗅細胞上のG蛋白共有型の受容体であり，TRP受容体ではない。おそらく黒胡椒の匂い刺激はそこから大脳皮質に直接刺激が伝わり，そこから嚥下中枢に指令が伝わり嚥下反射を促進しているのだと考えている（図4C）。黒胡椒の匂い刺激を毎回精油にて嗅がせるのは大変である。そこで一週間連続して黒胡椒の匂いをほのかに患者さんに嗅がせることができる芳香チップが開発され、「むせにご縁無し」という商品になって発売されている。

食事感覚入力刺激のシミュレーション プロトコール

食べる機能は食べる事によって最も効率よく訓練される。しかし，摂食・嚥下障害には必ず誤嚥という問題がつきまとい，肺炎や窒息により生命の危険に脅かされることになる。歩行訓練だと療法士がぴったりとくっついて行えば転倒・骨折をほぼ完全に予防できるが，嚥下の場合はそうはいかない。誤嚥した食べ物を療法士が手ですくい上げるわけにはいけないのである。そこで食事を使わない嚥下訓練時になるべく，食事の感覚をシミュレーションするような訓練を行うことが重要と思われる。

そこで我々は摂食嚥下リハビリテーションにおいて

上記述べてきた嚥下体性感覚刺激強化法を駆使して，現実の食事に近いシミュレーションをおこなっている。まず，嗅覚刺激として黒胡椒の匂い刺激（むせにご縁無し）を行い，味覚や咽頭感覚の刺激強化としてカプサイシン入り口腔内溶解シート（カプサイシンプラス）を使い，言語聴覚士や訓練された看護師により患者と同じ目線の高さで食べ物情報を視覚的にも聴覚的にも与えながら，嚥下訓練を行い，同時に歯科によるプロフェッショナルな口腔ケアを行っている（図5）。経口が可能になればACE阻害剤，シロスタゾール，テオフィリンという嚥下を改善するといわれる薬の併用も考慮する^{13)~15)}。

重症の誤嚥性肺炎の患者が入院したときは基本的に絶食である。抗生剤などの治療により患者さんが回復したとき，食事を開始する過程が実は誤嚥性肺炎の治療において持っても重要でかつチャレンジングなステップである。そこで上記の嚥下感覚入力シミュレーションを取り入れながら段階的に食事をアップしていく図6に示されるような誤嚥性肺炎患者の食事開始プロトコールを立案した¹⁶⁾。このプロトコールを重症の誤嚥性肺炎の患者が入院し，点滴治療により回復し，食事を開始するときに採用することにより，このプロトコールを使用することで，食事再開後の一か月以内の再誤嚥性肺炎の発症を以前の3分の1に抑えることができた¹⁷⁾。

代償法的嚥下訓練

代償的訓練法としてはまず，ポジショニングのリハビリテーションがあげられる。体位・肢位により嚥下（誤嚥防止，食塊通過）のしやすさがことなることを利用し，より安全な食べ方を作体位・肢位設定により，重力方向の変化および解剖学的空間の変化を通して，より有利な食塊通過路を形成する方法である。一般に，頭部屈曲位（chin down）・リクライニング位，そして咽頭機能の左右差があるばあいには頸部患側回旋位，健側傾位が有効な体位・肢位である。食物の物理学的特性（物性）としては，咽頭期障害者に対しては食塊が均一で凝集性が高く，付着性が低く，変形性が大きいものが有利である。口腔期障害が中心の症例で

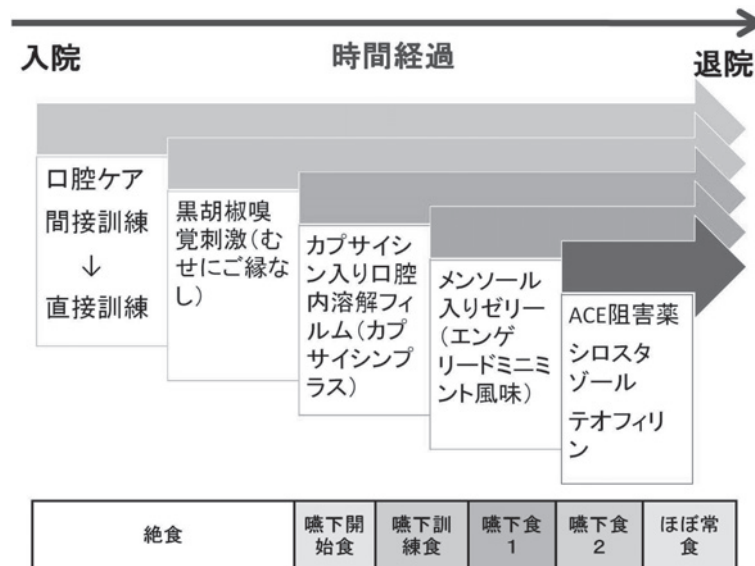


図6 誤嚥性肺炎絶食患者の経口摂取再開プロトコール。残念ながらエンゲリードミニミント風味は現在生産中止。

は、むしろ水のように舌運動に頼らずに咽頭に流し込めるものが有利になる。

著者のCOI (Conflict of Interest) 開示：本論文発表内容に関連して特に申告なし

嚥下ニューロリハビリテーション

20世紀までは、脳をはじめとする中枢神経は再生しないとわれてきた。しかし、この10年間で脳にも神経幹細胞が存在することが発見され、脳神経が再生される可能性が示唆されるとともに、失われた脳機能でも適切なりハビリテーションにより神経回路が再構築され、機能の回復をはかれることが突き止められてきた。脳の仕組みに着目して機能回復をはかるリハビリテーションを「ニューロリハビリテーション」と言う。本稿で紹介した嚥下機能回復法¹⁸⁾はまさに「嚥下ニューロリハビリテーション」とでもいべきものであり、残存した神経システムをトレーニングによって賦活し、部分的に損傷した中枢神経を補完するという基本的な考え方に基づいている。また、損傷していても廃用に至っている神経回路を再活性化することも含まれると考える。今後、このような嚥下ニューロリハビリテーションの方法が次々と開発されることが望まれる。

文献

- 1) Mitchell SL, Teno JM, Kiely DK, Shaffer ML, Jones RN, Prigerson HG, et al.: The Clinical Course of Advanced Dementia. *New Engl J Med* 2009; 361: 1529-1538.
- 2) Ebihara S, Ebihara T, Gui P, Osaka K, Sumi Y, Kohzaki M: Thermal taste and anti-aspiration drugs: a novel drug discovery against pneumonia. *Curr Pharm Des* 2014; 20 (16): 2755-2759.
- 3) Malandraki GA, Perlman AL, Karampinos DC, Sutton BP: Reduced somatosensory activations in swallowing with age. *Hum Brain Mapp* 2011; 32 (5): 730-743.
- 4) Johansen-Berg H, Dawes H, Guy C, Smith SM, Wade DT, Matthews PM: Correlation between motor improvements and altered fMRI activity after rehabilitative therapy. *Brain* 2002; 125 (Pt 12): 2731-2742.
- 5) Cramer SC: Functional magnetic resonance imaging in stroke recovery. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2003; 14 (1 Suppl): S47-55.
- 6) Ebihara S, Ebihara T: Cough in the elderly: a novel strategy for preventing aspiration pneumonia. *Pulm Pharmacol Ther* 2011; 24 (3): 318-323.
- 7) Watando A, Ebihara S, Ebihara T, Okazaki T,

- Takahashi H, Asada M, et al: Effect of temperature on swallowing reflex in elderly patients with aspiration pneumonia. *J Am Geriatr Soc* 2004; 52: 2143-2144.
- 8) Clapham DE: TRP channels as cellular sensors. *Nature* 2003; 426 (6966): 517-524.
 - 9) Ebihara T, Sekizawa K, Nakazawa H, Sasaki H: Capsaicin and swallowing reflex. *Lancet* 1993; 341: 432.
 - 10) Ebihara T, Takahashi H, Ebihara S, Okazaki T, Sasaki T, Watando A, et al: Capsaicin troche for swallowing dysfunction in older people. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53: 824-828.
 - 11) Ebihara T, Ebihara S, Watando A, Okazaki T, Asada M, Ohru T, et al: Effects of menthol on the triggering of the swallowing reflex in elderly patients with dysphagia. *Br J Clin Pharmacol* 2006; 62: 369-371.
 - 12) Ebihara T, Ebihara S, Maruyama M, Kobayashi M, Itou A, Arai H, et al: A randomized trial of olfactory stimulation using black pepper oil in older people with swallowing dysfunction. *J Am Geriatr Soc* 2006; 54: 1401-1406.
 - 13) Nakayama K, Sekizawa K, Sasaki H: ACE inhibitor and swallowing reflex. *Chest* 1998; 113 (5): 1425.
 - 14) Teramoto S, Yamamoto H, Yamaguchi Y, Ishii M, Hibi S, Kume H, et al: Antiplatelet cilostazol, an inhibitor of type III phosphodiesterase, improves swallowing function in patients with a history of stroke. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56: 1153-1154.
 - 15) Ebihara T, Ebihara S, Okazaki T, Takahashi H, Wantando A, Yasuda H, et al: Theophylline-improved swallowing reflex in elderly nursing home patients. *J Am Geriatr Soc* 2004; 52: 1787-1788.
 - 16) Ebihara S, Ebihara T, Kohzuki M: Effect of aging on cough and swallowing reflexes: implications for preventing aspiration pneumonia. *Lung* 2012; 190 (1): 29-33.
 - 17) Ebihara T, Ebihara S, Yamazaki M, Asada M, Yamanda S, Arai H: Intensive stepwise method for oral intake using a combination of transient receptor potential stimulation and olfactory stimulation inhibits the incidence of pneumonia in dysphagic older adults. *J Am Geriatr Soc* 2010; 58: 196-198.
 - 18) Ebihara S, Kohzuki M, Sumi Y, Ebihara T: Sensory stimulation to improve swallowing reflex and prevent aspiration pneumonia in elderly dysphagic people. *J Pharmacol Sci* 2011; 115 (2): 99-104.
-