

図 9. 咀嚼運動と筋紡錘活動(硬い食品・軟らかい食品の比較)(文献 13 より引用)

咀嚼力調節における筋紡錘の役割を知る目的で無麻酔・無拘束動物の中脳路核に微小電極を刺入し Ia 線維の発火状況(R-Mes V)を下顎運動(Vert, Horz), 筋活動(R-Mass, R-Dig, L-Mass, L-Dig)と同時記録した. 上段は軟らかな食品(パン), 下段は硬い食品(生米)咀嚼時の記録. 図-右は前頭面に投影した下顎運動軌跡.

制効果に違いがある<sup>12)</sup>. ヒトでは実験的に開口反射を誘発しても開口筋に反射活動はほとんど誘発できず閉口筋の抑制だけが観察される. この閉口筋抑制反射も咀嚼力調節機構に重要な役割を持っている<sup>11)</sup>.

咀嚼筋の特徴の1つに抗重力筋としての閉口筋と拮抗筋としての開口筋が形態学的に大きく異なり, 前者が後者と比較して非常に大きく発達している点が挙げられる. そのうえ, 前者には筋紡錘がよく発達しているのに対して, 後者はヒトの場合にはほとんどその存在が確認できないほど少ないといわれる. 筋紡錘は筋の伸張を検知する感覚受容器である. 四肢の筋では筋紡錘は伸筋・屈筋ともにその存在は認められ, 筋の長さおよび収縮速度の検出に寄与してはいるものの, 収縮力の調節機構への寄与は少ないといわれる. しかし, 閉口筋における筋紡錘の役割は四肢における力制御の役割と比較にならないほど大きいと考えられている. そのなかで, 閉口反射の1つである下顎張

反射は下顎位の保持など姿勢反射の1つと考えられてきたが,  $\gamma$ 運動神経の役割が明らかになるにつれ, 下顎位の認知や咀嚼力の調節機構に大きく関与することが明らかになってきた. 我々は無麻酔・無拘束動物を用いて閉口筋筋紡錘を支配する神経(Ia)の活動(図9: R-Mes V)を記録し, 咀嚼力調節における筋紡錘の役割を調べた<sup>13)</sup>. その結果, 軟らかな食品(食パン)を咀嚼しているときにはIaは開口時に強く発火したが(図9-上段), 硬い食品(生米)を咀嚼する際には上下の歯列が食品を捉え, これを噛み砕く際に強く発火していた(図9-下段). Iaの発火に伴い, 咬筋が強く働いていることから強い咀嚼力が発揮されていることがわかる. すなわち軟らかな食品咀嚼時には開口量が大きいとき, すなわち筋が伸張したときIaが強く発火していたものが, 硬い食品咀嚼時には閉口時にその発火頻度が増していることから,  $\gamma$ 運動神経を介した咀嚼力調節機構の存在が強く示唆される.

## 今後の展望

咀嚼運動は生命維持に不可欠な機能であるため歯の欠損などの器質的疾患では大きな障害が起こるものの、脳機能の低下では嚥下障害のように明らかな障害としては観察されない。我々の研究グループは特定の遺伝子を働かなくしたノックアウトマウスの研究が進められている現状を鑑みて、マウスの下顎運動を精密に観察する手法を確立した<sup>14)</sup>。現在この手法を使って神経障害と咀嚼運動を明確にする研究を進めている<sup>15)</sup>。また、f-MRI, PET, MEG (magnetoencephalogram) などの脳機能を視覚的に観察する方法が開発され、咀嚼・嚥下・呼吸など関連する運動の統合機能が明らかになると予想される。我々の研究グループは嚥下誘発に関与する脳部位をMEGにて検索し、情動系との関連を明らかにした<sup>16)</sup>。

一方、咀嚼機能の低下は食物の調理法や食材を選ぶことで対処できるため、臨床的には注目を集めてこなかった。しかし、近年食文化の大きな変化、特に外食とサプリメントを主とする栄養補給が若い世代に広がっている。栄養学的には $\mu\text{g}$ のオーダーの量で日常的に摂取する必要のある必須金属も知られている。このような栄養素をサプリメントで補給しようとする、時として過剰摂取による障害が出てくる。結局、いろいろな自然素材を自宅で加工し、咀嚼して食べるという、人類が動物の進化のなかで培った食文化を守ることが必要である。

## 引用文献

- 1) Igarashi N, et al : Head movements and neck activities associated with the jaw movement during mastication in the rabbit. *Brain Res*, 871 : 151-155, 2000.
- 2) Arai E, Yamada Y : Effect of the texture of food on the masticatory process. *Jpn J Oral Biol*, 35 : 312-322, 1993.
- 3) Ootaki S, et al : Activity of peri-oral facial muscles and its coordination with jaw muscles during ingestive behavior in awake rabbits. *Brain Res*, 1001 : 22-36, 2004.
- 4) Naganuma K, et al : Tongue and jaw muscle activities during chewing and swallowing in freely behaving rabbits. *Brain Res*, 915 : 185-194, 2001.
- 5) Aeiba H, et al : Effects of the inferior alveolar nerve stimulation on tongue muscle activity during mastication in freely behaving rabbits. *Brain Res*, 956 : 149-155, 2002.
- 6) Kakizaki Y, et al : Coordination between the masticatory and tongue muscle as seen with different foods in consistency and in reflex activities during natural chewing. *Brain Res*, 929 : 210-217, 2002.
- 7) Ariyashinghe S, et al : Coordination of jaw and extrinsic tongue muscle activity during rhythmic jaw movements in anesthetized rabbits. *Brain Res*, 1016 : 201-216, 2004.  
〈Summary〉咀嚼時の下顎運動、咀嚼筋活動と舌筋の協調運動を研究し、外舌筋の活動を詳細に記録・考察している。
- 8) Inoue M, et al : Extrinsic tongue and suprahyoid muscle activities during mastication in freely feeding rabbits. *Brain Res*, 1021 : 173-182, 2004.  
〈Summary〉食品の物性が咀嚼運動に及ぼす影響を調べ、物性に応じた咀嚼パターンを記録しその本態を考察している。
- 9) Nakamura Y, et al : Generation of rhythmical food ingestive activities of the trigeminal, facial, and hypoglossal motoneurons in in vitro CNS preparations isolated from rats and mice. *J Med Dent Sci*, 46 : 63-73, 1999.
- 10) Nakamura Y, Katakura N : Generation of masticatory rhythm in the brainstem. *Neurosci Res*, 23 : 1-19, 1995.
- 11) Yamada Y, Haraguchi N : Reflex changes in the masticatory muscles with load perturbations during chewing hard and soft food. *Brain Res*, 669 : 86-92, 1995.  
〈Summary〉無麻酔・無拘束動物の咀嚼運動を観察し、咀嚼力の末梢性および中枢性調節機構について考察している。
- 12) Yamamura K, et al : Effects of food consistency on the modulatory mode of the digastric

- reflex during chewing in freely behaving rabbits. *Brain Res*, 796 : 257-64, 1998.
- 13) Yamamura K, Yamada Y : Activity of trigeminal mesencephalic nucleus neurons in freely behaving rabbits. *Jpn J Physiol*, 45(suppl) : s 180, 1995.
- 14) Okayasu I, et al : New animal model for studying mastication in oral motor disorders. *J Dent Res*, 82 : 318-21, 2003.
- 15) Okayasu I, et al : The involvement of brain-derived neurotrophic factor in the pattern generator of mastication. *Brain Res*, 1060 : 40-47, 2004.  
〈Summary〉 歯根膜・筋紡錘に一部欠損のある BDNF-deficient mice の咀嚼運動を wild mice と比較・考察している。
- 16) Watanabe Y, et al : Cortical regulation during the early stage of initiation of voluntary swallowing in humans. *Dysphagia*, 19 : 100-108, 2004.  
〈Summary〉 脳磁図計を用いて随意嚥下誘発関連脳部位をヒトで検索し、帯状皮質・下前頭回・島に明確な電流源を報告。

# 1A

## 摂食・嚥下の生理学

山田好秋\*

Yoshiaki Yamada

### SUMMARY

- 1) 運動には随意運動・半自動運動・反射運動が知られている。咀嚼・嚥下は半自動ならびに反射運動であり高次機能が低下しても実行できるが、これらをつなぐ部分は随意性が高く障害されやすい。
- 2) 摂食・嚥下は食欲という動機のもとに栄養物を探し、安全性を視覚・嗅覚で確認後、口腔内に取り込み、咀嚼・嚥下過程を経て胃に送り込む運動である。
- 3) 食物認知過程では過去の記憶や遺伝情報を頼りに大脳が判断を下す。このとき感覚情報が脳に対する重要な入力となる。
- 4) 咀嚼および嚥下運動はいずれも脳幹部にその基本的なプログラムが形成されており、意識しなくとも実行できる。しかし、球麻痺のように脳幹部に障害があるとこれらの運動は障害され、訓練によっても回復できない。
- 5) 咀嚼は食物を粉碎する過程でその物性や化学的特性を調べ、食物の安全性を確認する動作である。栄養価が高い食物にはおいしさといった情動が生じる。
- 6) 嚥下は摂取された固形・液状の栄養物を口腔から咽頭・食道を経て胃に送り込む反射性の運動で、口腔期・咽頭期・食道期に分けて説明される。
- 7) 嚥下時には多くの筋が順序よく制御され（口唇閉鎖、舌による食塊移送、鼻咽腔・喉頭口・声門閉鎖、咽頭下部の開大、食道入口部の弛緩）、食塊を効率よく移送する。
- 8) 食塊は筋によってつくられる圧の差に従って移送されるが、高齢者ではこの圧の形成が十分ではなく、重力による移送も重要な要素となる。

### はじめに

顎・口腔・顔面領域には栄養補給・呼吸・会話（コミュニケーション）などの生活に欠くことのできない重要な機能が集まっている。中でも食べる機能（摂食に関する機能）は栄養摂取機能の一部として特に重要である。口腔は呼吸器としての機能を進化させ発声というコミュニケーション機能も獲得してきた。しかし、実はこのほかに感覚

器としても重要な機能をもっている。生まれて間もない乳児は近くの物を手当たり次第に舐めたり口に入れて認知している。科学が発達し安全な食物をいつでも手に入れられるようになったわれわれは、動物にとって食物の安全を確認するために発達した口腔感覚が、いつの間にかおいしさを追求する手段となったことに気づいていない。しかし、高齢社会を迎え、身体機能の衰えた老人を対象とした看護・介護の現場ではこれらの点を十分に理解して対処する必要がある。

老化とともに身体の諸機能は低下する。皮膚の張りがなくなり、しわが増えるのと同様、内臓を

\*新潟大学大学院医歯学総合研究科，教授

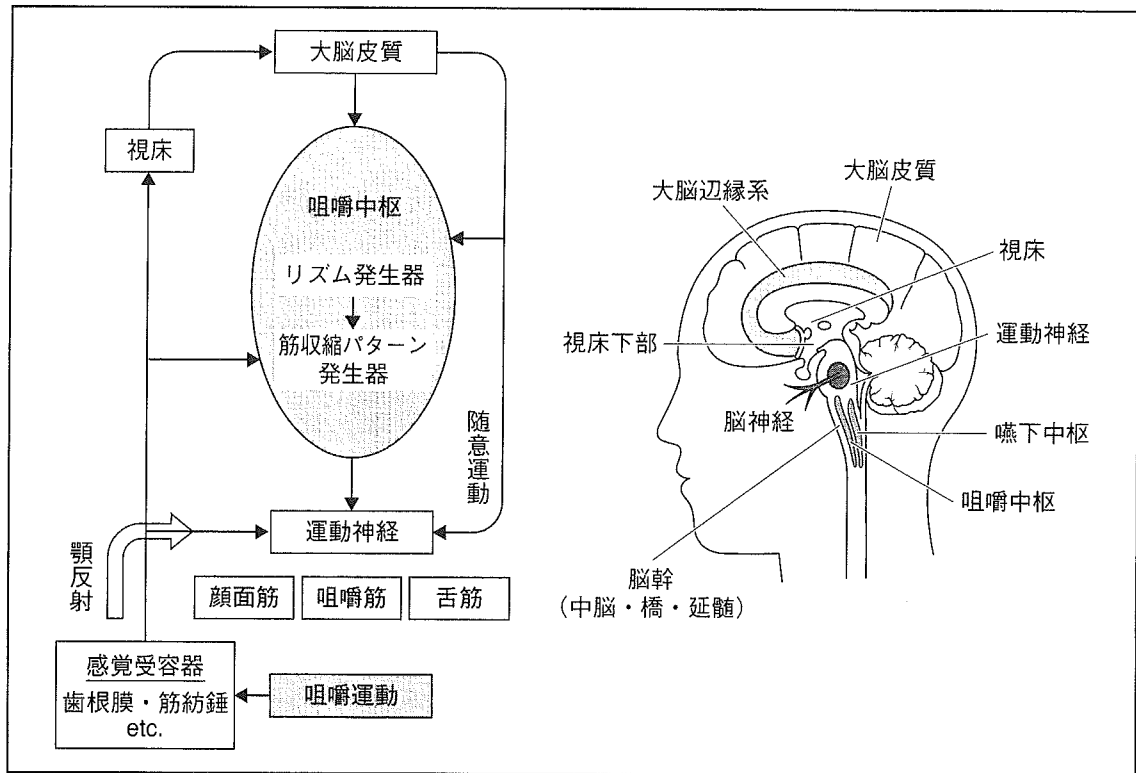


図1. 脳の構造と咀嚼運動に関わる神経回路

固定している腱・靭帯はたるみを生じる。その影響は嚥下器官にも及び喉頭の下垂という形で現れる。この喉頭の下垂に筋力の低下が加わって高齢者には誤嚥の危険性が増加する。摂食・嚥下障害に対処するため食事の介助方法の改善や訓練法が開発されているが、これだけではこの問題は解決できない。食品の物性・調理法・そして何よりも患者の嗜好や食に関する個人の経験も重要である。ここでは摂食・嚥下の生理的知見を通してその理由を解説する。

## I. 運動

運動は大きく分けて随意運動・半自動運動・反射運動の三つのカテゴリーに分けられる。随意運動は目的指向性運動であり、大脳でつくり出される動機に基づいて計画される。一方、歩行・呼吸・咀嚼運動のような周期的に繰り返す動作は半自動運動に分類される。食物を口腔内に運び粉碎し、やがて嚥下する、この一連の摂食行動は健常者ならその個々の動作は習った覚えもなく、特に意識しなくとも自然に行える。むしろ、意識して上手

にやろうとするとこちなくなる。クリップを上下の歯で保持してみる。この動作は随意運動であり、クリップを意識している間はこれを落とすことはない。しかし、何かほかに用事ができて大脳皮質がそちらの用事に注意を払うと、クリップを保持していることを忘れ、いつの間にかクリップは口からこぼれ落ちてしまう。しかし、咀嚼運動の場合は事情が異なる。不思議と新聞を読みながらも咀嚼運動自身は続けることができる。これは咀嚼時の基本的な運動プログラムが脳幹にあり、大脳皮質は脳幹にある咀嚼中枢に運動の開始を指令するだけで咀嚼運動が遂行できるからである(図1)。そのため大脳皮質に余裕が生まれ、結果として別の行動も並行して実行可能となる。この点では歩行や呼吸も類似の周期的な運動であり、半自動運動と呼ばれている。研究が進んだ結果、それぞれの動作に必要な基本的な運動プログラム(=神経回路)の存在が中脳・脳幹・脊髄に推定されている。

熱いものに手が触れると思わず引っ込めるが、このような動作は反射と呼ばれる。嚥下も複雑ではあるが反射運動に分類できる。そして、その神

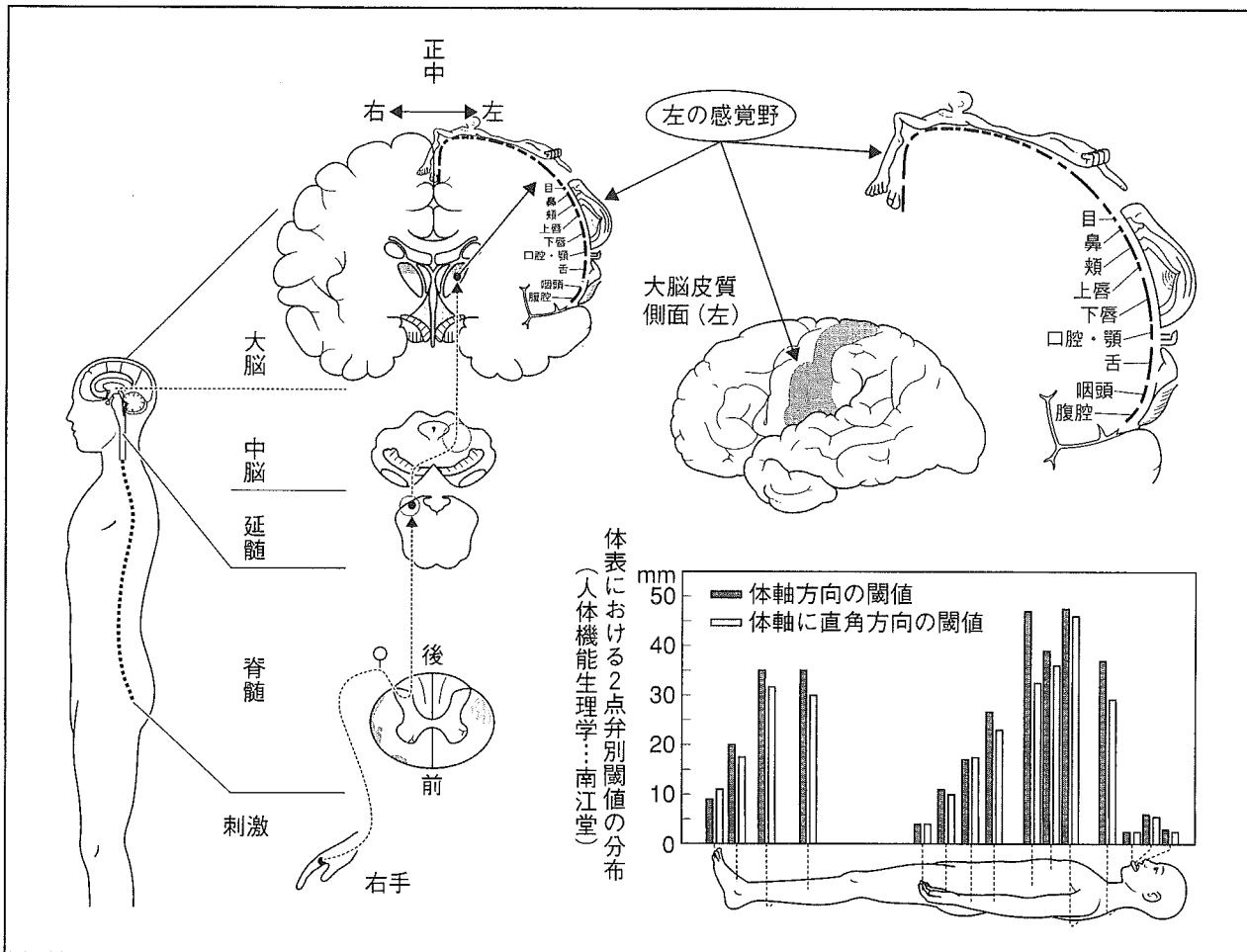


図2. 感覚情報の流れ

経回路（嚥下中枢）は脳幹にあると考えられている。

## II. 感覚機能

皮膚や口腔粘膜には触・圧・温・冷覚を感知する受容器（センサー）が配置されているが、感覚は受容器が刺激されただけでは知覚されない。その感覚情報が脳に伝えられると、そこで初めて認知（知覚）される。感覚情報は図2左に示すように、脊髄を脳に向かって伝えられ、やがて中脳でその伝導路が左右に交差する。このため、図2の例では右手に加えられた刺激は反対の左の脳で知覚される。従って、脳の血管障害が原因で知覚障害が生じる場合、知覚障害は脳の障害部位の対側に現れる。

体の各部位から脳に伝えられた情報は、大脳皮質感覚野（図2右上）に伝えられる。感覚野は体の

各部位を平等に監視しているのではなく、手の先や口腔周辺を重点的に監視している。このことは2点弁別閾値と呼ばれる皮膚の敏感さを調べると、指先や唇・舌などが微細な感覚をもっていることから理解できる（図2右下）。すなわち、食べることにより脳には多くの感覚入力を送り込まれ、これが刺激となって脳の各部が活発に働く。従って、寝たきりになって経管栄養をとっていた患者が口から食物を摂取するようになった結果、起き上がることができるようになったという話は特別不思議ではない。

近年、高齢者や脳卒中の後遺症で栄養の口腔摂取が困難な患者が増加し、摂食・嚥下機能の回復を目指した治療方法が模索されているが、彼らを介護・看護する現場では口腔感覚が重要であることが認識されてきている。摂食・嚥下機能障害はその原因が脳機能障害にあることが多く、口腔運動に伴う感覚刺激は編み物などの細かな作業同

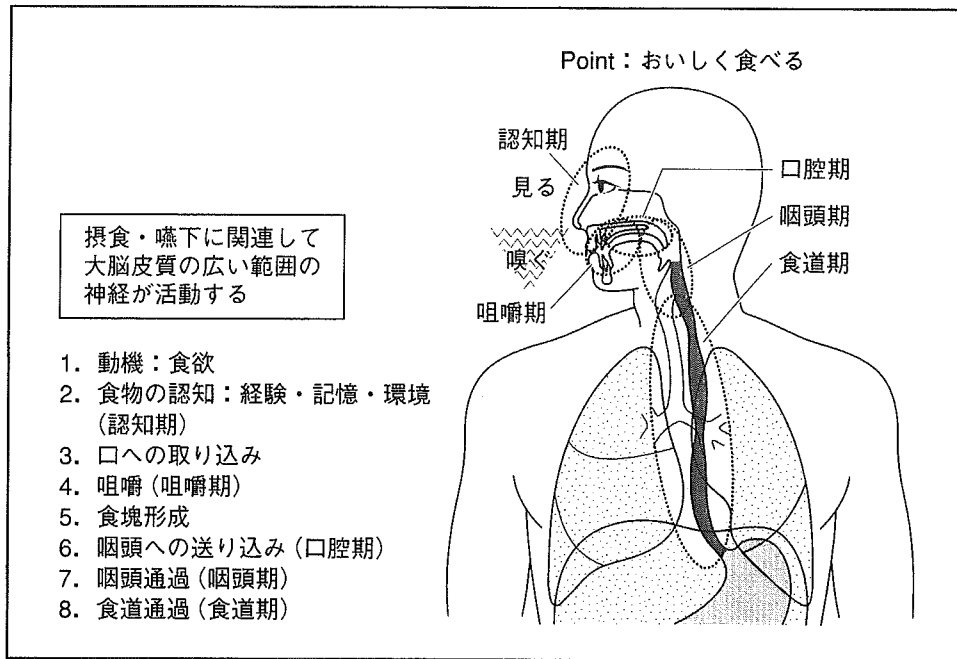


図3. 摂食・嚥下の流れ

様，脳のリハビリテーション（以下，リハビリ）にも有効である。

### Ⅲ. 認知期

動物は栄養が不足すると空腹感（食欲：図3）を生じ，逆に十分な栄養が摂取されると満足感を感じる。空腹感や満足感はすべて脳で認知され，空腹であれば「食物を求める」といった意味のある行動が引き起こされる。ヒトは上手に手を使い，細かな動作ができる。この動作は大脳皮質が大きく関与し，随意的な動作としては高度であるが，この手の動きだけでは意味のある行動とはいえない。その点，栄養不足を認知し，（ときには危険を伴うが）食物を探し，これを口にするまでの行動「摂食行動」は動物固有の行動であり，この中では食物を口にするなどの手の動きは意味もってくる。摂食行動の引き金（動機づけ）は，本能や情動を司る大脳辺縁系と呼ばれる発生学的に古い脳で実行される。従って，高齢者や脳卒中で倒れた人が体の自由を失っても食べることにに対する欲求は強く残る。

食欲やおいしさといった情動は脳でつくられるが，このとき食物を目で見て匂いを嗅ぎ，その食

物がおいしかったという「楽しい記憶」と一致することが重要である（認知期：図3）。この認知過程には大脳皮質連合野と大脳辺縁系が関与している。食卓の食物が見慣れたもの（食物として記憶されている）であれば，人はこれを安心して口に運び食べはじめる。しかし，見たことのない食物は注意深く口に運び，匂いを嗅いだり，食物の硬さや温度などを確かめ，安全を確認した後に嚥んで味わう。

脳機能の低下した患者でも，食物に関する記憶は残っているので，患者の健康だった頃の食事の好みを知ることは摂食・嚥下機能のリハビリに重要な糸口を与えてくれる。この過程で，脳は視覚的・嗅覚的情報と，記憶・学習機能を通して蓄積されてきた，または遺伝により親から伝えられた情報と比較し，よい結果が予想される行動（すなわち，食するか止めるか）を選択（判断）する（図4）。さらに口腔内では食物を咀嚼することでそのテクスチャー（物理的性質）や味（化学的性質）を評価（判断）する。このとき異変を感じたり，異物の混入を察知すると咀嚼を中止し，ときには吐き出す。腐った食物はたとえ飲み込んだとしても後で吐き出すことになる（嘔吐）。ヒトの場合，本来食物の安全を確認する作業であった物理的・

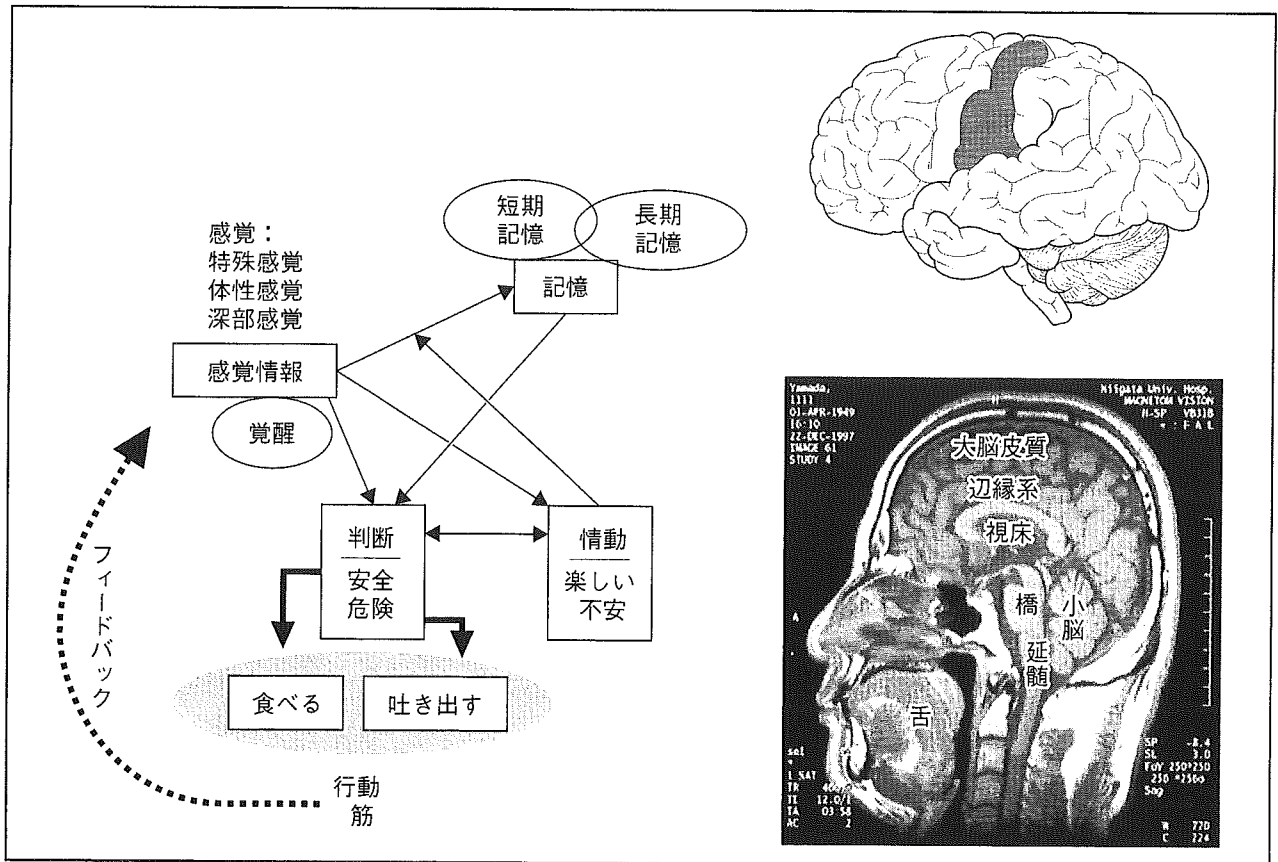


図4. 脳の高次機能

化学的性質の認知は脳内にある報酬系と呼ばれる「楽しい・うれしい」といった情動（いわゆるおいしさ）をつくり出す機構に作用することで、味や歯触りを楽しむという行動に置き換わっている。しかし、味や歯触りだけでは満足できず、最後に食物を飲み込み、咽頭や食道を刺激することが不可欠である。口に食物を取り込み、自分の歯で噛み、しかも必ず飲み込まなければおいしさは感じられない。従って、過食は肥満の原因となるが、食べても太らないようにするのは、至難の業である。

#### IV. 咀嚼期・口腔期

咀嚼は摂食行動の中でも歯列を使った食物の粉碎過程で、口腔内で遂行される運動として捉えられてきた。しかし、食物にはプリンや卵豆腐のような舌と口蓋で圧縮粉碎できる軟らかな食物もある。また、咀嚼中にも粉碎された食塊部分は逐次咽頭に送り込まれるという事実も明らかとなるに

つけ、嚥下との境界も従来考えられてきたように明確ではなく咀嚼・嚥下の概念は大きく変化してきている。

咀嚼は食物を口腔内に取り込むことから始まる。一口で食べられる量であれば箸やスプーンから舌に受け渡される。このとき、舌は食物を口蓋に押しつけ、素早く硬さや温度などの食品の性状を調べる。絹ごし豆腐のように軟らかであればそのまま舌と口蓋で押しつぶしてしまうが、少しでも硬ければ、また、食物の大きさが一定の大きさより大きければ舌背に乗せ臼歯部に送って（stage I 移送）咀嚼する。咀嚼時、食物は舌と頬によって上下の歯の間に保持され粉碎される。このとき、食物は唾液と混ぜられ、適度の大きさにまで粉碎され、かつ適度な粘稠性が付与されると、食塊の一部は咽頭まで運ばれ、ここに保持される。

従来、咀嚼中、食塊は口腔内にとどまり、嚥下口腔期（図3）に初めて咽頭に移送されるといわれてきた。しかし、実際には食塊は咀嚼の途中であっても十分に咀嚼処理された部分は中咽頭に送



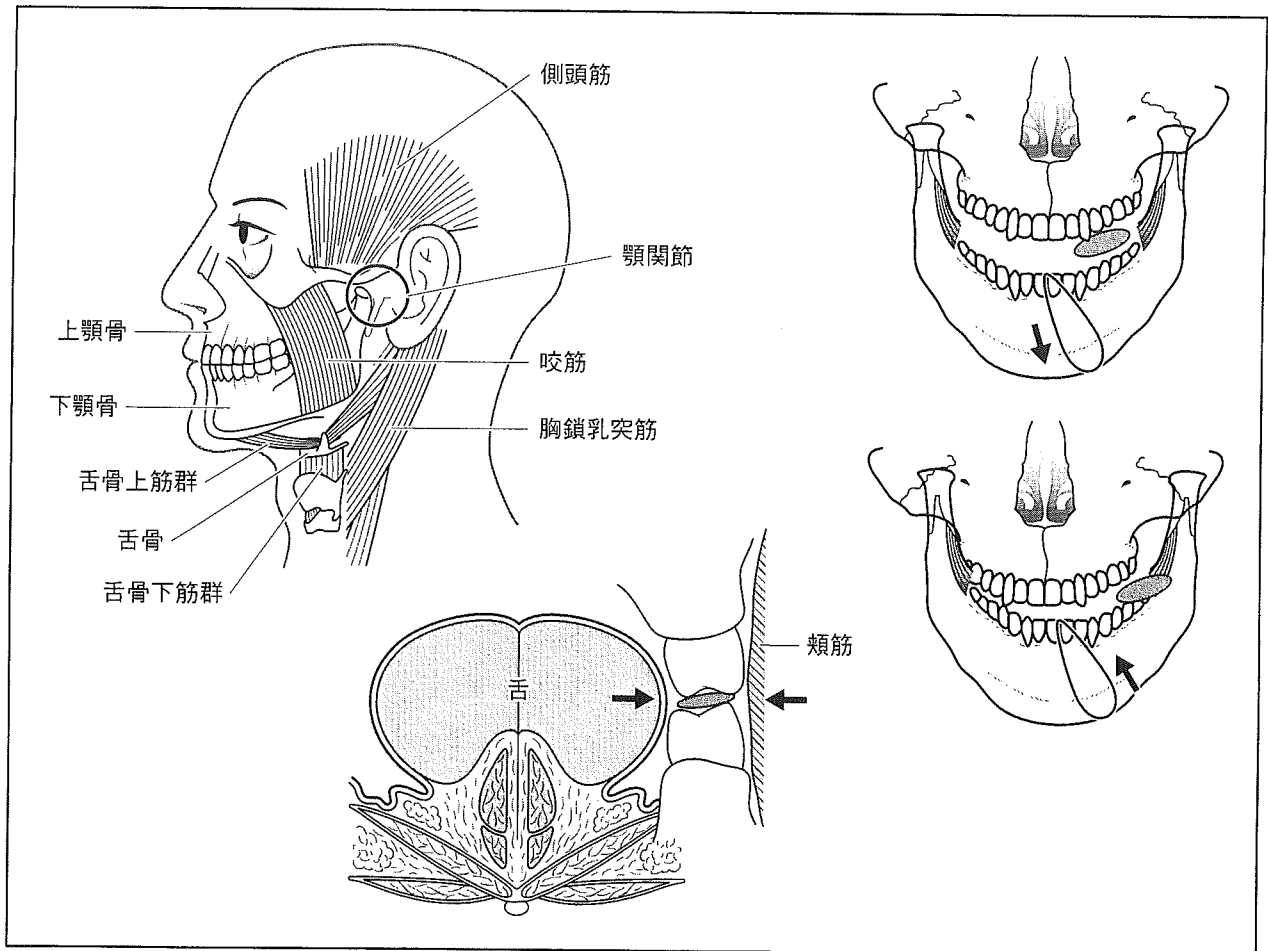


図5. 咀嚼運動と咀嚼を維持する器官

られ、喉頭蓋の上部にためられる。このように咀嚼時に食塊が咽頭に送り込まれる食塊移送過程を stage II 移送と呼んでいる。残りの食塊がさらに咀嚼され十分粉碎されると、いわゆる嚥下口腔期が始まり、残りの食塊が咽頭に送り込まれ嚥下を開始する。stage I 移送であれ stage II 移送であれ、咀嚼時には鼻腔と咽頭は交通し気道は確保されている。

咀嚼に際して、下顎は単に開閉運動するだけでなく前方からみると小さな左右への運動を伴った涙滴様の回転運動をしている。まず下顎は閉じた状態（歯の間に食物が挟まっていなければ咬頭嵌合位と呼ばれる上下の歯が最も緊密に噛み合う状態）からスタートし、比較的小さな開口量で実行される。このとき、下顎は真っ直ぐ開口しないで少し咀嚼側（ヒトは食物を粉碎するとき左右のどちらかの歯で噛んでいる）に偏って開く。続いて下顎は咀嚼側に向かって閉口しはじめ、図5右に

示すように咀嚼側に膨らんだ楕円形の軌跡を描きながら閉口する。上下の歯が近づくと食物は粉碎されるが、下顎は食物を粉碎しながら上下の歯が噛み合う位置まで閉口する。しかし、通常食物は少し歯の間に残り、咀嚼中、上下の歯が接触することはほとんどない。このときに食物は上下の歯列の間に挟まれ、切断・粉碎される。そして十分咀嚼された部分は舌側に振り分けられ咽頭へ移送（stage II 移送）されるが、まだ十分咀嚼されていない食塊は頬側に残る。

この一連の過程には歯・顎骨やその周りの組織（歯周組織）、唾液腺、咀嚼筋、顎関節、舌、顔面筋など多くの器官が関与している（図6）。歯が欠損したり、舌機能や唾液分泌能が低下した場合、食塊の形成が悪くなる。このように関連する器官の一つでも障害されると、嚥下に大きな影響が出る。

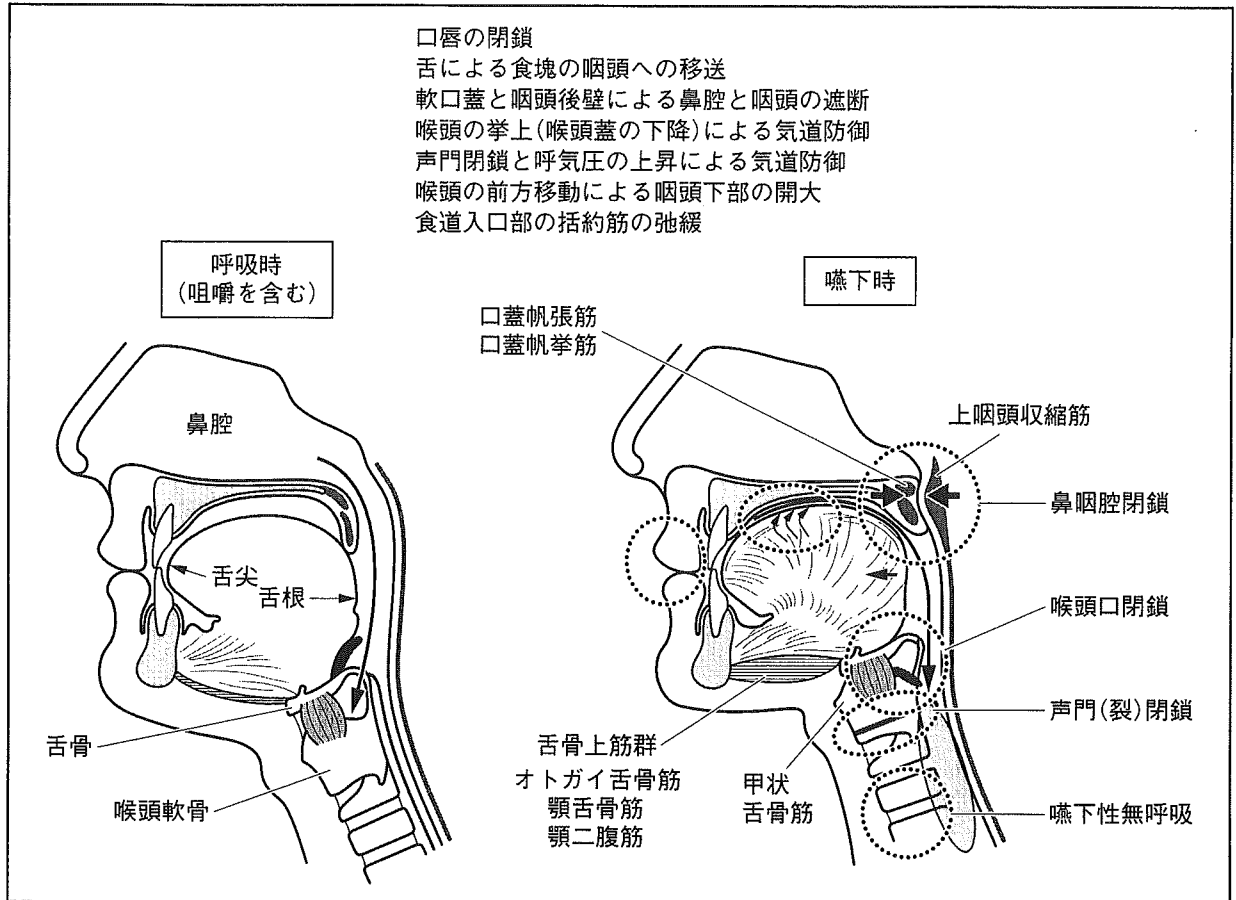


図6. 嚥下関連器官と嚥下に際して起こる現象

## V. 嚥下運動

嚥下は口腔内に取り込まれた食物や飲料水を咽頭・食道を経て胃に送り込む複雑な運動である。この運動は、食物の移送だけでなく分泌物や微粒子を上気道から排除する機能ももち、結果として気道を食物片の進入から防御している。嚥下時には口腔・咽頭・喉頭・食道の筋が短時間に決められた順序で活動し、複雑な運動を遂行する。この複雑な運動を Magendie は口腔相・咽頭相・食道相に分けて説明した。以来、この分類が広く使われてきた。そして、いわゆる嚥下反射は舌が口腔内に残った食塊をすくい上げ、咽頭に移送することから始まるが、咀嚼に続く嚥下の場合、口腔期と咽頭期の区別は困難であり、口腔・咽頭期として扱うことが多い。

口腔は咽頭で鼻腔と連絡しており、安静時や咀嚼時には呼吸気はここを通過する。しかし、舌が

食塊を咽頭に移送しはじめるとすぐに軟口蓋が挙上して咽頭後壁と強く接することでこの通路を塞ぎ、食物が咽頭へ漏れ出るのを防ぐ(鼻咽腔閉鎖)。続いて喉頭を前上方に引き上げる運動が起こる。通常、食道は脊柱と喉頭に挟まれて押しつぶされた形をとるためスペースが狭く食塊の通過は困難である。喉頭は舌骨から甲状舌骨筋で吊り下げられ、さらにこの舌骨は舌骨上筋群で下顎骨に吊り下げられた形態をもつ。このため嚥下の際は閉口筋が下顎を閉口位に固定し、舌骨上筋群が舌骨を前上方に引き上げ、甲状舌骨筋が喉頭を舌骨のほうに引き寄せる。この結果、喉頭は前上方に挙上し、これとともに喉頭蓋は喉頭口に覆い被さる形で蓋をすることになる。このようにして喉頭蓋による喉頭口の閉鎖ならびに食道が開大するためのスペース確保を喉頭の前上方への挙上により遂行する。喉頭のあたりに手をそっとあて唾液を飲み込むと、嚥下時の喉頭の動きが理解できる。誤嚥の問題を理解するために、嚥下時の喉頭

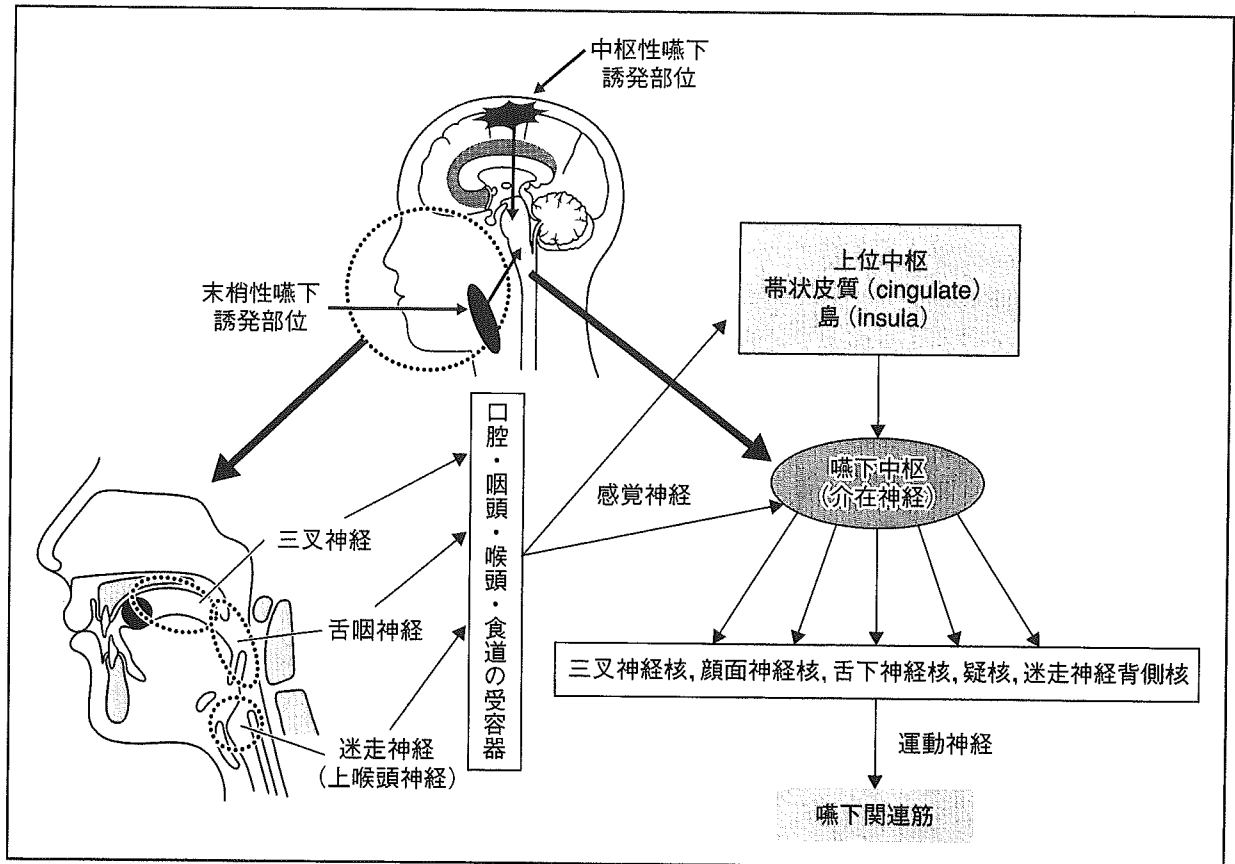


図7. 嚥下の中枢性制御機構

運動は上方への移動だけでなく、前方へも移動することを理解しておく必要がある。

## ● VI. 嚥下の神経機構

嚥下の3期(口腔期・咽頭期・食道期)を制御している神経機構は感覚神経、介在神経(いわゆる嚥下中枢:CPG),運動神経で構成される(図7)。大脳皮質または皮質下にあるいくつかの部位が延髄にある嚥下中枢に影響し、嚥下を誘発または抑制しているが、特に“島”の周囲と“帯状皮質”は随意的な嚥下誘発に強く関与しているようである。

嚥下に関連する脳幹の神経は主に孤束核近傍の背側部および疑核周辺の背側部に広く分布している。嚥下中枢は脳幹の両側に独立して二つ存在し、広範に相互連絡することでどちらの部位でも嚥下咽頭期および嚥下食道期を制御できる。嚥下中枢の運動指令は種々の脳神経運動核と一部の脊髄頸部運動神経から関連する筋に送られる。

嚥下口腔期と咽頭期は口腔および咽頭からの感覚入力(三叉神経・舌咽神経・迷走神経)により促進される。嚥下口腔期は食塊を口腔後部および中咽頭へ送り込む移送期であり、下顎ならびに舌骨が舌と協調運動することで食塊移送が可能となる。この複雑な運動には嚥下に伴い生じる口蓋と舌背への触・圧刺激が不可欠である。

ヒトは嚥下咽頭期を随意的に起動できるが、通常咽頭への触・圧・液体刺激により誘発され、舌咽神経および迷走神経支配領域からの感覚入力が必要である。すなわち、口腔内に何も無い状態で実行する嚥下(空嚥下)は一度や二度は容易であるが、連続して繰り返すことは困難である。そのようなときに水などを口に含むと嚥下は再び容易に誘発できる。

## ● おわりに

嚥下は咳・くしゃみ・吐き気・嘔吐同様、脳幹に存在する神経回路いわゆる嚥下中枢で制御され

ているが、嚥下の口腔期・咽頭期・食道期は大脳皮質で統合されている。従って、中枢神経系の障害は嚥下にさまざまな障害を及ぼす。しかもこれらの神経制御のもとに口腔・咽頭・食道の筋、すなわち、呼吸と消化に関連する多くの筋が決められたタイミングでかつ両側性に活動し、この結果、消化管の各部位に圧差を生じ、この圧差に従って食物や液体は胃に送られる。当然重力も作用するので、寝たきり者では食事の姿勢も重要であり、上体を起こして食塊に重力が作用し下方への補助的推進力が得られるような体位をとることが求められる。食塊の移動に伴い末梢感覚がこの情報を中枢にフィードバックし、食塊の流れを調節しているが、高齢者では運動制御が十分機能しないため誤嚥を引き起こすことが多くなる。従って、医学的な知識だけでなく食品の物性にも注意を払ってほしい。

#### ●● 参考文献 ●●

- 1) Arai E, Yamada Y: Effect of the texture of food on the masticatory process. *Jpn J Oral Biol* 35 : 312-322, 1993.
- 2) Jean A: Brain stem control of swallowing: neuronal network and cellular mechanisms. *Physiol Rev* 81 : 929-969, 2001.
- 3) 金子芳洋, 千野直一: 摂食・嚥下リハビリテーション. 医歯薬出版, 1998, p306.
- 4) Magendie F: MD Thesis, Paris. Cited in Magendie F. (1936). *Precis elementaire de Physiologie*. Tome 2, Paris, 1808.
- 5) 中村嘉男, 森本俊文, 山田好秋 (編): 基礎歯科生理学. 第4版, 医歯薬出版, 2003.
- 6) Morimoto T, Nakamura O, Ogata K et al: Autoregulation of masticatory force in the anesthetized rabbit. In: Morimoto T, Matuya T, Takada K: *Brain and Oral Functions: Oral motor function and dysfunction*. Elsevier, Amsterdam, 1995, pp115-124.
- 7) Nakamura Y, Katakura N: Generation of masticatory rhythm in the brainstem. *Neurosci Res* 23 : 1-19, 1995.
- 8) Yamamura K, Inoue M, Igarashi N et al: Effects of food consistency on the modulatory mode of the digastric reflex during chewing in freely behaving rabbits. *Brain Res* 796 : 257-264, 1998.
- 9) Yamada Y, Haraguchi N: Reflex changes in the masticatory muscles with load perturbations during chewing hard and soft food. *Brain Res* 669 : 86-92, 1995.
- 10) 山田好秋: よくわかる摂食・嚥下のしくみ. 医歯薬出版, 1999, p127.