

## 小児の摂食・嚥下とその発達・病態

村本和世 (明海大学歯学部形態機能成育学講座生理学分野教授)

### I. はじめに

食物を嚙砕き(咀嚼し), 飲み込む(嚥下する)。食物を消化し栄養素を吸収するため, すなわち生きるための消化・吸収機能として初めに行われるのが咀嚼や嚥下からなる摂食運動である。われわれはこれらの運動を日常的・習慣的に行っているため, その重要性を意識することは少ないかもしれない。しかし, 咀嚼や嚥下は非常に精緻な制御機構によって営まれる, 人体でも屈指の複雑で秩序だった運動である。食に関わる運動能力の獲得は決して生得的なものではなく, 誕生時から小児期を経て食の適切かつ段階的な経験を積むことによる後天的な学習によって完成する<sup>1)</sup>。特に咀嚼運動は, 乳児から小児期での食経験による影響が極めて大きい。一方, 嚥下は主として反射運動によって成立しており, 胎児期から既にその萌芽がみられるものの<sup>2)</sup>, それでも成人の嚥下と小児期のそれとは様相を異にしており, 成人型嚥下への移行にはやはり小児期の適切な食環境が重要である。さらに摂食機能の獲得は運動の主体となる神経や筋, 顎骨などの正常な発育と並行しており, 健全な摂食機能の成立のためには食に関わる身体器官の健全な発育が伴わなければならない。機能の獲得と器質的な発達は相互に影響し合っており, 適切な“食べ方”の獲得なしには, 例えば顎骨の発達不全や歯の萌出異常など, “最近の子どもたちに特有の”発達上の変化の一因ともなり得る<sup>3)</sup>。

近年, 小児の食に関して, 例えば「嚙まないで丸呑みしてしまう子が多い」など, 各方面から多様な問題点が指摘されている。小児の適切な摂食機能・運動の獲得には, 器質的な障害以外にも, 社会生活における“しつけ”や発達のステージに応じて適切な食を与え

指導するなどさまざまな要因も関わっており, 多因子的な影響も考える必要がある<sup>4)</sup>。

食に関する小児特有な問題点を考えるために, 本稿ではまず摂食・嚥下の健全な完成形として成人の摂食運動の基本的な過程とメカニズムについて概観してみたい。安全な食の支援・指導を行ううえで, 摂食・嚥下の完成形について理解しておくことは重要であろう。次いで, 摂食・嚥下機能を獲得する段階について, 乳幼児～小児期での発達ステージを辿りながら, 成人と異なる点や各ステージでの機能獲得に重要な点などに触れていく。僅かではあるが, 小児期にみられる摂食・嚥下障害の種類や病態・原因についても触れてみたい。

### II. 完成した摂食・嚥下の過程と制御機構

われわれは日々食物を摂取し, 消化・吸収の過程を経て栄養素を吸収し生命を維持している。口腔から摂取された食物は, 消化管で消化と吸収の過程を経ながら, 通常24~72時間ほどで残渣が排泄される。これほどの長時間を要する過程の中で, 口腔から胃までの摂食・嚥下の過程は僅か1分にも満たない短い過程である<sup>5)</sup>。しかし, 食の入口としての口腔での摂食運動は, 実は消化過程において最も「脳」を使って多くの役割を果たしている過程でもある。僅かな時間で, 口腔内に入れた食物の摂取の可否を判断し, その性状(味や固さ, 形状など)を鋭敏な感覚機構を駆使して探り, 適切な咀嚼力や嚥下のタイミングを調整して食塊を胃まで移送している。そのためには精緻な制御機構が必要となる。実際, 摂食・嚥下運動は複雑で秩序だった制御のもと行われ, 種々の感覚機構や摂取可否判断の情報として, 記憶や情動など種々の脳機能を駆使して

行われているのである。それでは、まず“完成品”としての成人の摂食・嚥下の過程について概略を見てみたい。

摂食・嚥下の過程は5期に分けて理解される。すなわち、先行期（認知期）、準備期（咀嚼期）、口腔期、咽頭期、食道期である<sup>6)</sup>。それぞれの時期に特有の問題点があるので、まずはこれらの時期がどのように遂行されているのかを理解することが発達や障害を理解するうえでは助けになると思われる。まず、摂食過程は食物を食べられるものとして認知することから始まる（先行期）。この時食物はまだ口腔内に入っていない。視覚（食物の形や色、周辺状況など）、嗅覚（食物のにおい）、聴覚（調理音など）、触覚（手触りなど）の五感を総動員して得た情報により、物体を食物として認知する。この時、過去の食経験との照合が行われ、これから口に入れるものが何であるかの認知が行われる。次いで、脳内では食べる速さの予測がなされ、摂食行動のプログラミングが行われ、それに基づき摂食行動が実行される。まず食物の適切な量を手の運動や頸部、口部の運動により口元まで運ぶことが行われる。この時重要となるのは十分な覚醒状態と食物に注意を集中することである。

口腔内に食物が運ばれると次いで咀嚼が行われる（準備期）。口元に運ばれた食物は口唇や前歯によって捕食され、口腔内に取り込まれる。口腔内に入ると開口筋と閉口筋の順序だった収縮により咀嚼運動が行われる。まず下顎の開閉運動により前歯において食物は細断され、次いで臼歯部に送られ側方運動（臼磨運動）によって磨り潰される。咀嚼では、いわゆる咀嚼筋による下顎の開閉運動だけでなく、食物が口外に出ないように口唇は閉鎖され、下顎運動と舌運動さらには頬粘膜なども含めた精密な協調運動により口腔内で「食塊」が形成される。咀嚼により食物は細断されるだけでなく、咀嚼刺激は反射的に唾液分泌を促進する。食塊の形成には唾液とよく混合される必要があり、また味覚の発生にも唾液が必要である。

咀嚼により食塊が形成されると、狭義の嚥下が開始されることになる。まずは口腔期で、食塊は舌の巧みな運動により咽頭へ移送される。食塊を載せた舌の前方部が口蓋数壁部に押し当てられ、ここを支点に舌が後方へ向かって順に口蓋部に挙上・接触していき、食塊は口腔後方へと送られることになる（舌の搾送運動）。舌口蓋部は咀嚼時には閉鎖されているが、口腔

期には開放され、舌根部は前方へ移動して食塊が入るスペースができる。さらに軟口蓋が挙上して鼻咽腔が閉鎖され、食塊は中咽頭へと送られる。ここまでの過程はわれわれが随意的に制御できる過程である。通常われわれは、咀嚼しながらも並行して咀嚼完了した一部食塊を中咽頭まで送っているが、これがある程度溜まると反射的に食塊は食道入口まで送られる（挿入嚥下：咽頭期）。咽頭期以降は完全な反射運動であり、一連の過程が順序立てて行われ“飲み込む”ことが実感される過程である。食道の入口部は通常は喉頭が存在することで押しつぶされ塞がっているが、嚥下時には喉頭が甲状舌骨筋および舌骨を前上方に引く舌骨上筋群の働きにより上前方へと移動する。喉頭の移動により食道入口部が開大すると共に、喉頭蓋が下降反転して喉頭口が閉鎖される。さらには声門も閉鎖され、軽度の呼気圧が発生することにより気道の防御が行われる。嚥下の中枢は延髄にあり<sup>7)</sup>、近傍に存在する呼吸中枢とも密接に関連しているため、成人では嚥下時には無呼吸となる。ただし、嚥下運動と呼吸（防御）運動では呼吸防御が優先され、もし気道に一部でも食塊が侵入した場合は、これを排除するために“むせ”や“咳反射”などが惹起されることになる。ヒトの喉頭は、鼻咽腔からかなり下降した位置にあり、喉頭の挙上は安静時よりも1椎体程度も上方に移動することになる。この構造は嚥下時に呼吸が可能である（類人猿も含めて）他の哺乳類と大きく形態が異なる点であり<sup>8)</sup>、ヒトにおいては特に気道の防御が重要となる原因である。従って、ヒトの嚥下では誤嚥の危険が避けられず、これは特に高齢者で問題となる。さて、食道入口部の開大により、食塊は食道内に移入し食道期となる。食道期は食道の筋（上部1/3は骨格筋、下部2/3は平滑筋で構成される）による蠕動運動により食塊は胃まで移送されることになる。本稿ではごく簡略な説明に留めてしまったが、以上が「完成形の」摂食・嚥下過程の概略である（詳細を知りたい読者は成書<sup>5,9)</sup>を参照のこと）。

### Ⅲ. 咀嚼・嚥下の制御神経機構

次に摂食運動の制御神経機構についても概略を示したい。咀嚼運動は、呼吸や歩行運動と同じように非常にパターン化されたりリズムカルな運動である。このようなリズムはいずれも、「中枢性パターン発生器」と呼ばれる中枢の神経回路によって形成され、“半自動

運動”と呼ばれる。すなわち、随意的に制御される運動であるが、一度始まってしまうと自分で意識せずとも自動的にリズムが刻まれるというタイプの運動となる。咀嚼の中枢性パターン発生器は脳幹（延髄）に存在する<sup>7)</sup>。咀嚼の調節には“咀嚼野”と呼ばれる大脳皮質領域からの「食べたい」という意志による随意的な起動命令が延髄の中枢性パターン発生器に入力することと、口腔領域からの末梢感覚情報によるフィードバック調節機構が重要となる。

咀嚼に続く嚥下も上位中枢からの指令により意識的に起動することは可能だが、口腔後部から中咽頭付近を機械的に刺激することで反射的にも誘発される。ただし、同じ領域への人為的な刺激は、絞扼反射、嘔吐反射、咳反射など全く異なる反射をも誘発する場合がある。いずれにしろ、摂食運動の正しい発動には、① 摂取した物体が食物であるという認識に基づく上位中枢からの入力と、② 食塊や液体が口腔や咽頭の粘膜にある受容器を介して伝える触圧・温度刺激などの末梢からの情報の2つが重要となる。また、嚥下中に活動する筋は咀嚼・発声、そして呼吸にも関与するため、嚥下が始まるとこれらの活動は嚥下終了まで抑制される<sup>5,9)</sup>。咀嚼の中枢性パターン発生器や呼吸中枢などは、嚥下中枢のほぼ近傍に存在しており、運動時には互いに影響し合って制御機構が調整されている。

IV. 幼児型嚥下の特徴

完成形としての成人型嚥下の概略とその制御機構を見たが、これを比較材料として幼児型嚥下の特徴を見ていきたい。胎児が羊水を飲み込むことが観察されており、嚥下は胎児期から行われているが<sup>2)</sup>、出生後の新生児・乳児期と共に成人型嚥下とはその様相は異なっている。出生後には原始反射として、口腔周辺への刺激に対して乳首を探る“口唇探索反射”、乳首を捕捉する“捕捉反射”、そして乳汁を吸う“吸啜反射”がみられ<sup>11)</sup>、口腔内に入った乳汁は反射的に嚥下され

る。その後発達ステージに従い、徐々に嚥下の様相は変化するが、幼児型嚥下には成人型とは異なるいくつかの特徴がある。表にその主な特徴を挙げたが、呼吸停止の不顕在性、上下口唇の開放、嚥下時の舌の位置、舌運動、そして下顎固定のために緊張する筋などに違いがみられる。これらが成長によって、徐々に成人型嚥下へと変わっていくが、この発達には離乳などを経て各発達ステージに応じて、その時々での適切な食経験が非常に重要となる。すなわち、流動食から始め、発達ステージの順を追って適切な硬さの固形食を経験していく必要がある。この時期に不適切な食経験を経ると、健全な嚥下の獲得とはならず、例えば“異常嚥下癖”のように成人型に移行すべき時期を過ぎても幼児型嚥下の名残がいつまでも残ってしまうことになる。

V. 摂食・嚥下機能の発達

幼児型嚥下から成人型嚥下への発達は、口腔諸器官の形態的発達および機能的発達が関わってくる。特に機能的発達については、適切な食経験によって“獲得される”機能であるとの側面を無視できない。幼児期には成長に伴って筋肉が発達していき筋力が増大していくため、成長と共に口唇閉鎖の力がつき、下顎の安定性も高まっていくであろう。機能的には舌で徐々に複雑な運動が可能となり、舌と顎、頬粘膜などの分離した運動が可能となっていく<sup>11)</sup>。舌運動は初め前後への動きしかできないが、口腔の感覚機能の上昇と共に上下運動、次いで左右の運動など、より複雑な運動が可能となっていく。このような舌の複雑で精緻な運動能力は、単に器官の発達という面から得られるものではなく、口腔内にさまざまな性状の物体を入れ、その性状を感じたりする試行行動により獲得されるものである。嚥下時の呼吸運動については、乳幼児ではまだ呼吸中枢と嚥下中枢との連絡が十分に発達していないことが考えられ、また乳幼児では喉頭が成人よりも上

表 幼児型嚥下と成人型嚥下の比較

	幼児型嚥下	成人型嚥下
呼吸	停止するが、呼吸停止はごく短時間	必ず停止
咬合状態	顎を開口、口を大きく開ける	上下顎歯は咬合する（嚥下位）
口唇	上下口唇は接触しない（開口）	口唇閉鎖
舌尖の位置	下顎歯槽堤の上、前方に突出	口蓋に押し付け固定される
舌運動	前後運動（波打つ運動）	挙上運動、後進運動など複雑な運動
下顎固定筋	顔面神経支配筋の緊張（頬筋など表情筋）	三叉神経支配筋（咀嚼筋：閉口筋）

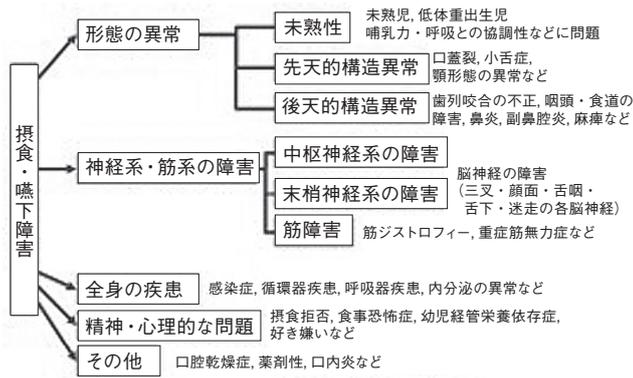


図 小児期にみられる摂食・嚥下障害の主要原因と代表的な疾患

この図では、原因別にまとめている。なお、より詳細に原因や疾患について知りたい場合は参考文献<sup>13)</sup>などを参照していただきたい。

方に位置しているので<sup>8,12)</sup>、嚥下する際の呼吸がそれ程問題とならない。また、三叉神経支配の咀嚼筋の発達は顔面神経支配の表情筋よりも遅れるため、乳幼児期にはまず表情筋により下顎の固定が行われ、次いで三叉神経支配筋の発育に伴い徐々に咀嚼筋へと移行していく。先に適切な運動パターンの獲得には適切な食経験が重要であると記したが、吸啜から咀嚼への移行期には乳歯の萌出などもみられ、健全な口腔周辺諸器官の形成発達も当然重要となる。また、摂食機能の幼児期の発育で、もう一点留意すべき点は、口腔機能には全身の姿勢や運動機能なども関係するので、口腔器官の発達のみで機能評価をするだけでは不十分となることである。口腔器官の発達は全身の運動機能の発達と並行して進行するため、全身機能の評価も加味しなければならない。いずれにしろ、乳幼児の機能発達は段階的に進むものであり、発達の各ステージではそれぞれ特徴的な運動が現れ、各ステージ特有に獲得される機能がある<sup>11)</sup>。すなわち、各ステージで特徴的に現れる行動に合わせて、適切に機能が獲得できるように、発達に合わせた食経験を積み重ねることが健全な摂食行動の形成という面からは重要である。

## VI. 小児の摂食・嚥下障害の原因と特徴

最後に、小児にみられる摂食・嚥下障害とその原因について簡単にではあるが触れてみたい。高齢者の障害では、加齢変化によって器官が失われたり、機能が低下したりすることが原因のほとんどとなるが、小児の場合は機能“発達”の障害に起因するものが多くなる。図に主な原因についてまとめたが、主となる要因としては、①形態的な異常（発達の未熟、先天的な構

造異常、後天的な構造異常)、②神経系または筋系の障害、③全身の疾患、④精神・心理的な問題などが挙げられる<sup>13)</sup>。

個々の障害の詳細については本稿では避けるが（詳細については他の成書を参照）<sup>13)</sup>、ここでは小児の摂食・嚥下障害の特徴について述べてみたい。第一に、小児の特徴は、機能的にも形態的にも生涯において短期間にこれほどまでに大きな変化がみられる時期は他にないという点である。誕生と同時に呼吸が始まり、摂食では乳汁を吸啜していた乳児が数年後には離乳し固形食を咀嚼するようになる。もちろんこれには、無歯だった乳児に乳歯が萌出し、やがて永久歯列に移行するという劇的な形態発達を伴っている。すなわち、発達によって機能が急激に変化していくのだという視点は常に保持し、異常と発達による変化との境界は必ず考慮していく必要がある。第二に、小児の時期はまだ親の保護下にあり、親子関係の健全な確立が小児の機能発達に果たす役割が非常に大きいという点である。食事は単に栄養摂取の手段としてだけでなく、家庭でのコミュニケーション（親子関係）の確立という側面も重要となる。親子関係が不健全であると、子どもは食の興味を喪失するケースも考えられる。従って、この時期の摂食・嚥下障害では、単に機能修復の訓練としての意味だけではなく、子育て支援という側面も無視できない。第三に、摂食・嚥下障害の原因が多岐にわたるという点である。第一点とも関連するが、小児の摂食・嚥下障害は主に胎児期から幼児期、すなわち機能獲得期に原因がある場合が多く、しかも障害の程度や症状の経過は発達に伴い固定されず常に大きく変化し続けることになる。器官や機能の発達過程で障害が発生するため、原因も症状も多様となり、しかも経時的に変化し続けることになる。第四に、特に重症心身障害児などにみられるように、重度の摂食・嚥下障害をもつ小児は栄養障害や呼吸障害など合併症を伴うことが多いという点である。従って、合併症や全身状態の把握が不可欠となる。第五に、小児は成長発達期にあるという認識が必要となる。成長期であるため、栄養摂取を常に考慮する必要がある。すなわち、小児の必要摂取量とは基礎代謝と活動量に見合うだけではなく、発育に必要な分量も必ず摂らせなければならない。最後に、乳幼児は成人に比べて検査などでの協力が得られにくいことは考慮しなければならない。すなわち、医療的に得られる情報量が極めて少ないこ

とを前提に, 病歴や日常の摂食状況なども含め, 総合的に機能評価をしなければならない。成長に伴い, 運動能力, 知能, 社会性いずれも発達していくことになるので, これらも考慮したうえで総合評価する必要がある。摂食・嚥下機能の改善のためのリハビリテーションは, いずれにしろ根底の目的はQOLの向上である。この視点を忘れずに, 小児の場合は成長に合わせて長期的な展望で考えていくことが重要となる。

## VII. おわりに

摂食・嚥下機能は, 単に栄養素を摂取するためだけの身体機能ではない。口腔の運動は, 脳の広範な領域を活性化し, 幼児期から小児期における正常な脳機能(知的機能)の発達にも重要な影響を及ぼすことがわかってきている<sup>14)</sup>。また, よく“噛む”ことは満足感を与え<sup>15,16)</sup>, 食べ過ぎを防ぎ, 将来的には肥満や糖尿病といった生活習慣病の予防に繋がる証拠も得られてきている。健全な摂食・嚥下機能の発達は, 単に食べるだけでなく, 子どもたちの健全な発育にとっても重要であるとの視点を理解いただき, 自立的な栄養摂取が困難な子どもたちが, 口腔の機能を獲得しQOLを高められるよう少しでも本稿が参考になれば幸いである。

## 文 献

- 1) 石田 瞭. 咀嚼機能の発達一歯の萌出に伴う機能発達. 田角 勝, 向井美恵編. 小児の摂食嚥下リハビリテーション. 第2版. 東京: 医歯薬出版, 2014: 48-50.
- 2) Petrikovsky BM, Schifrin B, Diana L. The effect of fetal acoustic stimulation on fetal swallowing and amniotic fluid index. *Obstet Gynecol* 1993; 81: 548-550.
- 3) 小野芳明. 子供の歯並び(第二章子供と咀嚼). 日本咀嚼学会編. 誰も気づかなかった噛む効用・咀嚼のサイエンス. 第4版. 東京: 日本教文社, 2002: 105-110.
- 4) 高橋摩理. 小児における摂食機能療法. 田角 勝, 向井美恵編. 小児の摂食嚥下リハビリテーション. 第2版. 東京: 医歯薬出版, 2014: 129-132.
- 5) 山田好秋. 第21章 嚥下. 森本俊文, 山田好秋, 二ノ宮裕三, 他編. 基礎歯科生理学. 第6版. 東京: 医歯薬出版, 2014: 355-369.
- 6) Leopold NA, Kagel MC. Swallowing, ingestion and dysphagia: a reappraisal. *Arch Phys Med Rehabil* 1983; 64: 371-373.
- 7) 山田好秋. 2章 摂食・嚥下機能の生理. 鎌倉やよい, 熊倉勇美, 藤島一郎, 他編. 摂食・嚥下リハビリテーション. 第2版. 東京: 医歯薬出版, 2007: 51-61.
- 8) Nozaki S, Iriki A, Nakamura Y. Localization of central rhythm generator involved in cortically induced rhythmical masticatory jaw-opening movement in the guinea pig. *J Neurophysiol* 1986; 55: 806-825.
- 9) German RZ, Crompton AW. The ontogeny of feeding in mammals. Schwenk K, ed. *Feeding: Form, function and evolution in tetrapod Vertebrates*. San Diego: Academic Press, 2000: 449-457.
- 10) Jean A. Brain stem control of swallowing: Neuronal network and cellular mechanisms. *Physiol Rev* 2001; 81: 929-969.
- 11) 向井美恵. 1. 発達と摂食・嚥下機能の獲得過程(4章 摂食・嚥下機能と発達, 加齢). 鎌倉やよい, 熊倉勇美, 藤島一郎, 他編. 摂食・嚥下リハビリテーション. 第2版. 東京: 医歯薬出版, 2007: 78-85.
- 12) Laitman JT, Crelin ES, Conlogue GJ. The function of the epiglottis in monkey and man. *Yale J Biol Med* 1977; 50: 43-48.
- 13) 田角 勝. 2. 小児期の摂食・嚥下障害(4章 摂食・嚥下機能と発達, 加齢). 鎌倉やよい, 熊倉勇美, 藤島一郎, 他編. 摂食・嚥下リハビリテーション. 第2版. 東京: 医歯薬出版, 2007: 85-88.
- 14) Kubota K, Momose T, Abe A, et al. Nuclear medical PET-study in the causal relationship between mastication and brain function in human evolutionary and developmental processes. *Ann Anat* 2003; 185: 565-569.
- 15) Ono Y, Koizumi S, Onozuka M. Chewing prevents stress-induced hippocampal LTD formation and anxiety-related behaviors: a possible role of the dopaminergic system. *Biomed Res Int* 2015; doi: 10.1155/2015/294068.
- 16) Yoshino F, Yoshida A, Hori N, et al. Soft-food diet induces oxidative stress in the rat brain. *Neurosci Lett* 2012; 508: 42-46.