

ヒトへの進化から口腔機能を考える

The Mystery in the Evolution of Humans and Oral Function

岡崎 好秀

キーワード：ダーウィン医学、進化、
口腔機能



(おかざき・よしひで)
岡山大学病院
小児歯科講師
ICDフェロー

I. ダーウィン医学

ダーウィン医学という言葉がある。これは別名、進化医学とも呼ばれ1990年代に提唱された新しい学問である。この点について少し解説する。さて地球の誕生は46億年前。最初の生命体は、38億年前に誕生した核を持たない原核細胞であった。その後、核を持つ真核細胞となり集合して多細胞生物への道を歩みだす。これが魚類から両生類、爬虫類、そして哺乳類へと進化する。すなわち我々の体内には、ヒトへの進化の歴史が隠されていることがわかる。

この学問は、病気を進化の観点から捉えていることがユニークである。直接的には治療につながらないが、病気の本質を理解するためには大いに役立つ。

例えば、糖尿病になると易感染状態に陥る。この理由を学問的に述べると、難解である。しかし、ダーウィン医学から考えると容易になる。そもそも感染しやすいことは、免疫力の低下を意味している。言い換えれば、免疫力の中心である白血球の働きが悪くなる。それでは、どうして血糖値が高いと働きが悪いのか？そもそも白血球のエネルギー源は何だろう？白血球は、細菌を食べて生きているわけではない。血液中のブドウ糖をエネルギー源としている。それでは、糖尿病で血糖値が高いとどうなるか？そう！白血球も腹いっぱいなので働きが鈍くなる。ヒトも腹いっぱいだと、動きたくなくなるではないか。だから免疫力が低下し感染しやすくなる。そこで白血球に空腹感を与えることが免疫力の向上につながる。そのためには、食事を節制するか、運動によりエネルギーを消費させ血糖値を低下させる。これが病気の本質的な理解につながるがわかる。こう考えると、素人にもわかりやすい。

II. 何故、不潔な口腔により誤嚥性肺炎を起こすのに口は平気なのか？

口の中にある食物残渣や細菌などを誤嚥することで誤嚥性肺炎を引き起こす。従ってその予防には、口腔ケアが不可欠である。でも、何故、口腔は平気なのだろうか？これを進化から考えてみる。細胞分裂は、精子が卵子に受精した瞬間から始まる。細胞分裂が繰り返

返されると、多細胞となり生物は大型化する。大型化すれば、栄養の供給が必要になる。そこで、細胞の一部が陥没する。これが原口である。

進化の中では、口が最初に登場する。さて、口ができることで、栄養の摂取効率が增加する。おかげで細胞は、ますます巨大化できる。そうすると細胞は、さらに栄養の摂取効率を高めなければならない。そこで口は、深くなり腸管が誕生する。腸管の誕生により、飛躍的に摂取効率が高まり、生物は巨大化の道を歩み続ける。しかし、ここには落とし穴が存在する。無制限に摂取効率ばかりを求めると、病原性を持つ細菌の侵入も許すことになる。これは生物の死滅につながる。そこで、腸管の周囲には、最初の免疫細胞である原始マクロファージが誕生する。ヒトの免疫は、口から食べることがきっかけで作られた機能なのである（図1）。

従って、我々の体の全免疫細胞の約60%が腸管周囲に存在している。口から食べることは、ヒトの進化にそった栄養摂取の方法であることがわかる。それでは、IVH等の全静脈栄養の生活が続くとヒトの免疫機能はどうなるのであろうか？腸管の絨毛は短くなるばかりでなく、免疫細胞が作られず免疫機能は低下する。唾液中に含まれるリゾチームなどの抗菌物質や口蓋扁桃などヒトの防御機能として働くのも同じ理屈である。

ところで肺は、水中でエラ呼吸する魚類から、陸上へ進出する時に腸管の一部が膨隆したものであり、食物摂取とは関係しない。だから感染に対しては弱いのである。いずれにせよ、ヒトの免疫は口から食べることにより進化してきたことがわかる。歯科医師の仕事

は、進化の鍵となってきた口腔を守ることにある。

Ⅲ. 吸啜反射を利用する

このように進化から口腔機能を考えると見えてくるものがある。この観点からの臨床例を紹介する。

数年前、小児病棟から往診依頼があった。生後3ヶ月のダウン症児、出生時体重1886gで動脈管開存と心房・心室中隔欠損、肺高血圧症も伴う重度の先天性心疾患児である。近々に心臓手術を控えており、早く手術をしなければ状態が悪化する。しかし、体重がある程度まで増えなければ手術できない。ところが、心臓に予備能力がないため母乳を吸えない。母乳を哺乳ビンに入れ、乳首の穴を大きくするが、それでも体力がないため、2～3分吸えば疲れはてて寝てしまう。そこで、経鼻栄養を余儀なくされるが、それでは体重が増えない。何か対策はないかとのことである。…かと言って、その対策について聞いたこともない。瞬時に自分で考えるしかない。

さて3ヶ月児なら吸啜反射が存在する。そこで筆者の小指で口唇を刺激した。2～3分していると、眠りながらも、チュパチュパと小指を吸い始める。口唇を動かせる程度の動きだったら、心臓に負担はかからないはずである。経管栄養で直接胃に入っているとしても、吸啜をすれば自力で吸っている気になり満足感につながる。そんな説明を保護者にしながら、他にも方法がないか思い巡らす。

そう言えば、ある婦人科病棟での取り組みを思い出した。一般に腹部の手術の後、ガスが早く出る方が良い。腸管が動き経口摂取を開始できるためである。

そこで、この病棟では食事の時間に10分間、チューインガムを噛ませる。するとガスの排出時間は、半日ほど早くなったという（図2）。

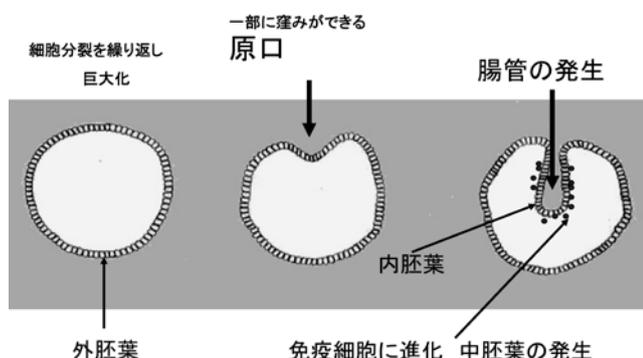


図1 原口と腸管の発生

fig. 1 Development of blastopore and intestines

	非咀嚼群	咀嚼群
帝王切開	46.6	→ 33.4時間
子宮摘出術	62.0	→ 46.5時間

小松ら, 1994.

図2 ガムの咀嚼とガスの排出時間

fig. 2 Relationship between gum-chewing and the time until farting

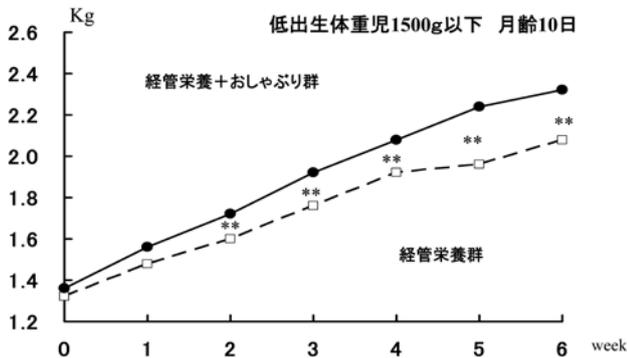


図3 おしゃぶりの有無と体重増加
fig. 3 Relationship between weight gain and the presence or absence of pacifiers

IV. ぜん動運動は、口から始まる

そう言えば先日、3歳の重度脳性麻痺児の摂食訓練を行おうとしたら、急に嘔吐した。保護者に尋ねると、2時間ほど前に経鼻栄養で注入したとのこと。ところが白い嘔吐物は、まったく酸っぱい臭いがしない。臭いがしないことは、胃液が出ていないことを意味する。どうして胃液が出ないのだろうか？そもそも、胃に注入するだけで、消化吸収が行われるものなのだろうか？

食物は、口から入り、胃や腸で消化吸収され肛門から排泄される。この一連の流れには順番がある。食物を咀嚼した後、舌の送り込みにより嚥下運動が始まる。これが消化器の蠕動運動の始まりである。ミミズも蠕動運動によって、前に進むが、体の真ん中から動き出すなんて見たことがない。腸管の蠕動運動も、舌から始まると考えたほうが理屈に合う。舌が動くことで、食道が動き、胃が動き、小腸が動き、大腸が動く。さらに、唾液が分泌されることで、胃液を始めとした消化液が次々に分泌される。そして蠕動運動で、食物が下部の消化管に送り込まれ消化液と混じりながら消化が進む。このように、口を動かせることが、消化器官の動きの“引き金”になる可能性がある。

話は、先ほどの乳児に戻る。吸啜により口が動けば、唾液が出て胃液も出る。そうすれば、同じ母乳であっても消化効率が高くなる可能性がある。保護者には、注入時に口を刺激し吸啜反射が促すように伝えた。その後、急激に体重が増え、手術も成功し無事退院された。

この事例に対し、文献検索を行った。出生体重



図4 寝たきり高齢者の口腔の乾燥
fig. 4 Dry mouth among bed-ridden elderly patients

1500g以下の経管栄養児に、おしゃぶりを与えると、体重増加が著しく退院までの日数も短縮したという(図3)。

口が動くことで、すべての消化器官が活性化される。まさに口は出発点である。

V. 経管栄養だからこそ…

ここに1枚の高齢者の写真がある(図4)。口が乾燥し舌垢がこびりつき痛々しい状態だ。誤嚥性肺炎の予防のため、直ちに口腔ケアをしたくなる口である。

さて、予防には2種類の概念があるように思う。一つは“守りの予防”。“〇〇にならないように△△する。”つまり誤嚥性肺炎の予防は、“守りの予防”である。もう一つは、攻めの予防。前章で述べたが、顎や舌の動きが、以後の消化管のぜん動運動の引き金になると同時に、消化液の分泌を促し吸収を良くする可能性がある。…だとすると高栄養食の注入の前に、口腔ケアを行うことで、顎や舌が動き消化管を活性化すれば、吸収力も良くなるはずだ。つまり“経管栄養や胃瘻だから口腔ケアが必要ない”のではなく、“経管栄養や胃瘻だからこそ口腔ケアが必要なのだ。”これによって栄養状態が良くなり体力もつく。これこそ“攻めの予防”と言えるのではないか。攻めの予防は、もっと他にも考えられる。

VI. 口唇閉鎖と血中酸素飽和濃度

ある重度脳性まひ児。バギーに座り、常時口が開いていた。パルスオキシメーターを用い血中酸素飽和濃

度 (% SpO₂) を測った。

血中酸素飽和濃度は、血液中ヘモグロビンの何%が酸素を運搬しているかを示す。患児の口を開いている状態で測ったら88%であった(図5)。

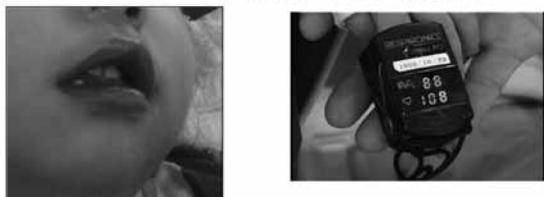
正常値は97%以上である。次に、患児の口唇を介助し口を閉じさせた。そうするとSPO₂が94%まで上昇した。口を閉じた方が楽なのだ。通常、ヒトは口を閉じて鼻呼吸する。しかし、激しい運動の後では自然に口が開く。これは、体が酸素を欲しているからである。しかし、この患児は、口を開けている方が苦しい。どうしてだろう？

VII. 口唇閉鎖と舌根沈下

ここで実験してみる。口を閉じると、舌尖は口蓋の前方のスポットに触れる。次に口を開けると、下顎前歯の舌側に接する。それでは仰臥位ではどうだろう？口を閉じていれば舌尖は口蓋に接している。しかし、開ければ下顎前歯に触れなくなる。その分、舌根が沈下し気道が狭くなる。口を開いて寝ると気道が狭くなりイビキにつながる。さらには睡眠時無呼吸症候群の引き金ともなる。

さて先ほどの患児は、バギーの背にもたれ座っていた。舌筋に力がないために、口が開いただけで舌根沈下を起こしていたのだ。だから、SpO₂が低かったのだ。

開口時の血中酸素飽和濃度 88%



口唇を閉鎖させると94%に上昇



図5 口の開閉と血中酸素飽和濃度

fig. 5 Relationship between saturation of oxygen in the blood and opening or/and closing the mouth

しかし、この患児に摂食訓練を行っているときSpO₂は正常値となった。食べる機能の向上と共に、口唇や舌の機能が向上し、舌根が沈下しなくなったのだろう。

それでは、冒頭で紹介した高齢者はどうだろう？口が開いているので舌根が沈下しているかもしれない。だから苦しいのではなからうか？気道が狭いため体内に十分な酸素が供給されているだろうか？仮にSpO₂が正常値だとしても、それは生命を維持するだけの酸素量ではなからうか？脳を活動させるには十分な酸素が必要である。酸素不足のため、苦しいことを訴える力がないのかもしれない。さらに、それが我々の住む世界に戻って来ることができない原因ではなからうか？口腔ケアを行うことが、これらの予防になることは充分考えられる。これも攻めの予防と言える。

VIII. 口唇が内翻している方の特徴

これは口唇が内翻している高齢者である(図6左)。在宅往診に造詣の深い先生に口唇が内翻している方の臨床的特徴について聞いた。

以下、その特徴である。

1. 急性期に義歯をはずし、長期間放置されたケースに多い。
2. 経口摂取が行われていない。会話も少ない。口をあまり使っていない。
3. 下顎総義歯を装着しても、口唇圧が強く転覆力が働く難症例である。

一方、図6左は1ヶ月後である。下唇がよく見える。同じ先生に感想を聞くと普通に義歯が装着できると答えられた。1ヶ月間口腔ケアを行うことで、どうして変化したのだろうか？

口腔ケア開始前

1か月後



図6 口腔ケア前後の口唇の形

fig. 6 The form of the lip before and after oral care

ここで舌を前に出していただきたい。舌を出すと口唇も前に出る。次に舌を奥に引くと、口唇も内側に引かれる。今度は口唇を前に出しながら、舌を引く。これはストローで吸う時の動作である。次に、口唇を後ろに引きながら、舌を前に出す。難しいが何とか出来る。

このことから、舌が先に動けば口唇はそれに従うことがわかる。ところが口唇が先に動いても、舌は従わない。つまり舌は口唇より優位な動きをしていることがわかる。

さて、舌筋は不思議な筋肉である。通常、筋肉には起始と停止がある。しかし、舌筋には起始があるが停止はない。それ故、使わないと拘縮し後ろに引かれるのかも知れない…と考えると下唇が見えないのは、実は舌が後ろに引かれていると考えられる。

Ⅷ. 動かない舌は、魚類まで退化した舌？

このケースでは口腔ケアにより舌が正常な位置に戻り、口唇が見えるようになったと考えられる。下顎総義歯において口唇圧が強いと転覆力が働き維持が悪くなる。しかし、本当は舌が後方位にあるから、口唇圧が強いように見えていたのではなかろうか？このように考えれば、義歯の印象の前には、前処置として口腔ケアを行い、口腔周囲筋を柔軟にしておく必要があることがわかる。

それでは、舌筋が拘縮すると、どうして口唇が後ろに引かれるのだろうか？これを口腔の進化から考えてみる。

Ⅸ. ヒトの体、最後まで自分の意志で動く部位は？

岡山大学歯学部では、かつて元東京大学の養老猛司先生が解剖学の講義に来られていた。そこでの興味深い講義を紹介する。「ヒトの体の中で、最後まで自分の意志で動く筋肉はどこだろう？」というものである。

教授曰く「内臓は、自分の意志とは無関係に動く不随意筋（平滑筋）である。一方、骨格筋は、随意運動（横紋筋）を行うことが可能である。口腔周囲や肛門は、随意筋と不随意筋が混在する場所なので、最後まで意志によって動くとのことである。そこで突然、筋萎縮性側索硬化症（ALS：身体の運動をつかさどる脳から末梢の運動神経が侵され筋肉の萎縮と筋肉の低下を

引き起こす進行性の難病。天才物理学者ホーキング博士の病で有名）の話題となった。この病気は、末期には肛門に指を当て、肛門括約筋の動きでイエス・ノーを聞き分けることができるそうだ。ここまで話をされた時、講義終了の時間となった。しかし後で考えてみると、残念ながら口か肛門なのかの最終的な解答が聞けなかった。

Ⅹ. 前口動物対後口動物

さて、原口が深くなり腸管ができることは前述した。これがクラゲやイソギンチャクなどの腔腸動物で、食べ物が入り口と出口は同じである。すなわち口と肛門が同じ動物である。そして腸管が深くなり反対側にも穴が開く。

ここで生物は、大きな進化の分岐点に立つ。最初に穴が開いた部分が“口”になり、後で開いたのが肛門となって進化する前口（ぜんこう）動物。そして、最初に陥凹したのが“肛門”となり、後に開いた穴が“口”となり進化する後口動物。前口動物は、タコなどの軟体動物、それにカニなどの甲殻類、さらに地上に上がったものは昆虫に進化する。これらは外骨格を持つ無脊椎動物である。一方、後口動物が脊椎動物の道を歩み出し、魚類から両生類（カエル）を経て爬虫類（ヘビ・ワニ）、そして哺乳類へと進化する（図7）。

さて早期に獲得した機能ほど、最後まで残る。ヒトが後口動物であることは、最後まで動くのは肛門なのかもしれない。いずれにせよ最初にできたわずかの差が、以後の進化に大きな影響を与えるのである。

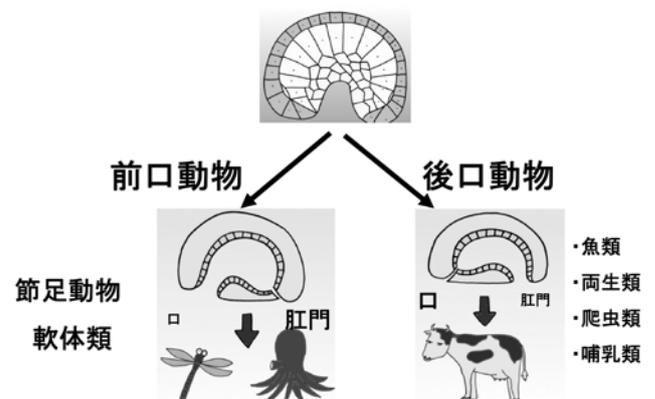


図7 前口動物と後口動物

fig. 7 Protostomia and Deuterostomia

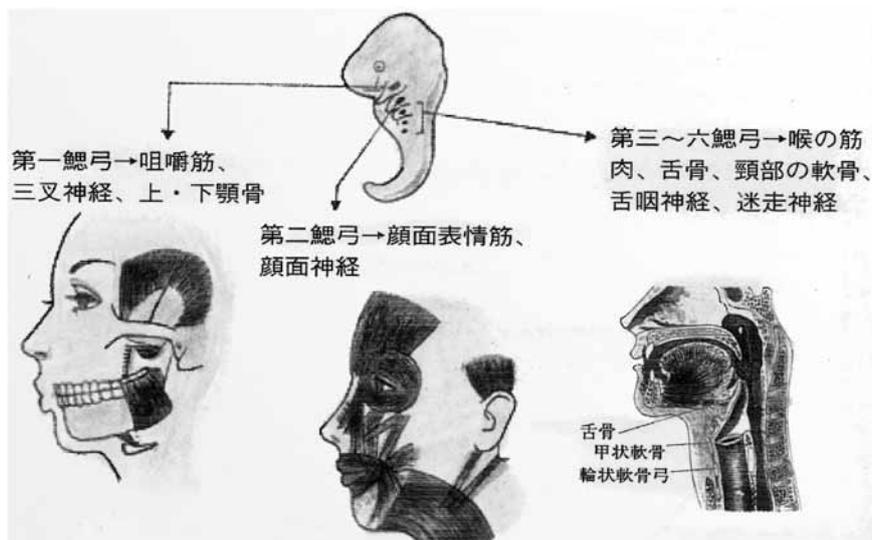


図8 鰓弓と顔面の形成

fig. 8 Formation of the face from the branchial arch

XII. サカナの舌は動かない

約5億年前にはアゴのない無顎類のサカナがいた。その生き残りが北日本の川に生息する円口類の“ヤツメウナギ”である。この名前は、体の横に目と7つのエラ穴があり、いかにも目が八つあるように見えることから由来している。

これら無顎類のエラ穴（鰓孔）や、その周りの軟骨組織（鰓弓）から顎ができる。第1鰓弓から、上顎骨や下顎骨それに咀嚼筋や三叉神経、第2鰓弓からは、表情筋や顔面神経、そして3～6番目以降は、舌骨や頸部の軟骨や舌咽神経・迷走神経などが形成される（図8）。

さて、サカナの舌をじっくり見られたことはあるだろうか？サカナの舌は、薄くて硬く、ちょうど小さな靴ベラの様である。これがヒトのように捕食や嚥下に役立つとは思えない。

ところでサカナの舌は筋肉がないため動かすことができない。サカナは、体を動かせ水の中を泳ぎ廻ったり、水の流れにまかせて獲物を捕るため、舌を動かす必要はない。もっとも味を感じることができないと、水中の有害物質を感知することが不可能なため生命に関わる。このため知覚は存在する。

それでは、舌は、どの時代から動き出すのだろうか？

それは、3億5000万年前に始めての両生類が、初めて陸に上がった頃である。そもそも地球の大変動によって海底が浅くなり、魚類が陸に押し上げられ、両生類が誕生した。その頃すでに大型のトンボなどの昆虫が陸に上がっていた。そこで、空を飛ぶ昆虫を捕らえて食べるために、両生類は動く舌を作り出した。このことは、カエルをイメージすればわかりやすい。

XIII. ノドから手がでる話

さて、顎骨や咀嚼筋は鰓弓由来である述べたが舌筋は含まれない。舌筋は、体節由来である。体節とは、脊髄のそばで将来骨や筋肉になる組織で、舌は後頭部の体節から発して、エラの後方を通して口腔底に筋肉を伸ばしてできる。

すなわち、舌の筋肉は、顎の一部と言うより、むしろ発生的には手足に近い存在である。両生類の舌は、獲物を捕るための手と同じ働きをするのであり「ノドから手が出る。」という表現は、まさに獲物を求めて舌が進化してきたことに他ならない（図9）。

XIII. 動かない舌は、魚類まで退化した舌？

進化の分野では、「両生類で舌が動き、爬虫類で首が動き、哺乳類で口唇が動く。」という言葉がある。前章の廃用萎縮し動かない舌は、魚類の舌に退化した

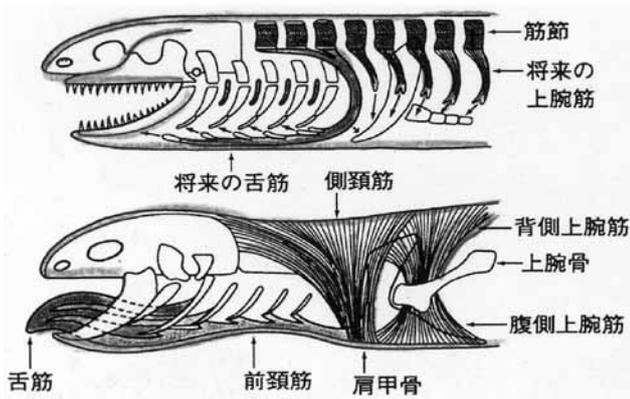


図9 舌は後頭部の体節に由来する

fig. 9 Formation of the tongue from the occipital segment

状態と言えないだろうか？ そして舌の寝たきり起こしは、口腔ケアによる刺激により可能であることがわかる。

ちなみに哺乳類では授乳のため口唇が発達する。舌

の動きに口唇が従うのは、前者は両生類で後者は哺乳類で獲得されたためである。早期に獲得した機能ほど、最後まで残ると同時に、元の機能に戻しやすい器官なのである。口腔機能を進化の観点から考えると、さまざまな“何故”が見えてくることになる。

参考文献

- 1) 岡崎好秀：謎解き口腔機能学、クインテッセンス出版、2003.
- 2) 柄内 新：進化から見た病氣―「ダーウィン医学」のすすめ、ブルーバックス、2009.
- 3) 和田昭光、池原森男、矢野俊正：食と免疫、学会センター関西、2000.
- 4) 上野川修一：免疫と腸内細菌、平凡社新書、2003.
- 5) Judy C, Bernbaum, Gilberto R, Pereira, et al. : Nonnutritive Sucking During Gavage Feeding Enhances Growth and Maturation in premature Infants, Pediatrics, Jan, 71(1): 41-5, 1983.
- 6) 山田宗睦：口は何のためにあるのか、風人社、1994.

●抄録● ヒトへの進化から口腔機能を考える

／岡崎 好秀

口の中には不思議がいっぱい。現在、摂食・嚥下機能の障害に関する書籍は数多く出版されており、いまさら筆者が述べる余地はない。しかし、口腔機能に関しての疑問点は山ほどある。

例えば離乳期前期には、舌が前後運動をする。そして中期には上下運動。後期には左右運動が可能になる。どうして舌運動は、この順番で発達していくのだろうか？ 上下運動から左右運動に変わり、最後に前後運動になってはダメなのだろうか？

このように口の中は、不思議な謎で満ち溢れている。このような口の機能の不思議を、ヒトへの進化の観点から考えてみたい。

The Mystery in the Evolution of Humans and Oral Function

Okayama University Hospital Department of Pedodontics

Yoshihide OKAZAKI, F.I.C.D.

The mouth is full of wonders. Currently, there are many books and publications on eating and swallowing dysfunction that there is no more room for authors now. But there are still lots of questions about oral function.

For example: the early weaning period, the back and forth movement of the tongue, or its late up-and-down movement and left and right movement. Why does tongue movement develop in this order?

I wonder what will happen if there is an abnormal change from the up-and-down movement to the left and right movement, back and forth motion.

Considering all of these questions, we can still say that the mouth is filled with strange mysteries. I'd like to think in terms of the evolution of humans as similar to that of the wonders of the functions of the mouth.

Key words : Darwinian medicine, Evolution, Oral Function