

特集 顎の成長発育(2)

顎顔面頭蓋の成長

—とくに骨格型の成長を中心として—

亀谷 哲也

岩手医科大学歯学部歯科矯正学講座* (主任: 石川富士郎教授)

〔受付: 1979年10月13日〕

はじめに

成長発育とは生物界における基本的な生命現象で、一般には生命の発生から成熟の完了するまでの期間を指すが、老化という現象を加齢による臓器の老年性変化として見るならば、受精→成熟→老化→死という人間生物学的時間軸の上に現われる身体の形態的、機能的变化として捉えることが出来る。

成長に関する研究は自然科学の分野のみならず古くから膨大な量の発表があるが、とくに医学の領域では、その学問上の本質とも深くかわるため、多方向から追究されている。しかしながら、今日までの医学の主流は、主に、成人を基準にして展開されてきたものであり、成長期の医学に関しては今後に期待されるものが多いことも確かである。

歯科医学の領域では、成長の問題は主として小児を対象とする歯科矯正学、小児歯科学の分野で扱われることが多く、顎顔面頭蓋の諸構造に関して基礎的、臨床的な研究が進められている。とくに roentgenographic cephalometry の導入によって、いわゆるマクロの成長についてはある程度のことは知り得たが、ミクロの成

長、あるいは、口腔の機能の発達ということに関してはほとんど解明されていないのが現状である。小児の歯科医療の基盤ともいえる長期咬合管理をより具体的に展開するためには、より確実な個体の成長の予測が必要となるが、これは、生命現象の本質にかかわることでもあり、単に、マクロのあるいはミクロの現象の解明では解決し得ないものが含まれ、個々の事象を統括した理論大系が確立されることが望まれる。

本稿では、口腔領域の成長発育に関して、骨格型の成長を中心に、成長期の歯科医学に携わる立場から、今日それが、どのように考えられ、どのように臨床に反映されているのか、そして今後成長発育の研究はどう進むべきかについて述べることにする。

歯科医学の中の成長発育

成長期の医学の一領域にあって、歯科矯正学、あるいは、小児歯科学の分野で成長発育ということが無視出来ないのは、発達する個体の上で治療が進展するためである。小児期の歯科医療は、健康で、正常な咬合の育成を目的の一つとして持つが¹⁾、このことは、成長期の総合咀嚼器管の正常な形態と機能の発達を促すこと

The facial growth - On the growth and development of the craniofacial structure

Tetsuya KAMEGAI

(Department of Orthodontics, Iwate Medical University School of Dentistry, Morioka, 020)

*岩手県盛岡市中央通1丁目3-27 (〒020)

Dent. J. Iwate Med. Univ. 4 : 165-174, 1979

といえる。すなわち、小児期のある一時期に加えられる医療行為は個体の連続した時間軸の一断面を捉えているに過ぎず、次の新たな局面との関連性を得るためには成長の概念を導入しないことには成り立たない。

今日、成長現象の特徴としては次のようなことが知られている。すなわち、成長現象は遺伝と環境の有機的な相互関係として進展するが、それには一定の原則がある。

第1は、成長とは受精直後から続く断点のない連続的な現象であり、しかも不可逆的な進行をするものである。第2は、連続した現象ではあるが各臓器系によって進行の程度に差が認められることである。第3は、成長のずれが隣接器官に認められる場合その影響が近隣の組織へ波及してゆくことである。

連続性ということに関しては、異常が幼若期に現われると加齢的に悪化してゆくことにつながる。これは、骨格型の咬合異常が全身成長と共に増悪してゆくことや、幼児期の機能的異常が顎発育とともに骨格型の異常へと移行し、定着してゆくことにつながる。第2の点については、各臓器系の発達には決定的な時期があり、その時期になんらかの障害があると正常な成長の過程が阻害されることを示す。図1はTuchmann-Duplessis²⁾による胎生期の発育の過程と障害の程度を示すものである。胎芽期の障害が多く、先天異常となって現われるように、未分化な器官ほど後への影響は大きい。第3の波及効果では、顎骨体部の成長が歯槽部の

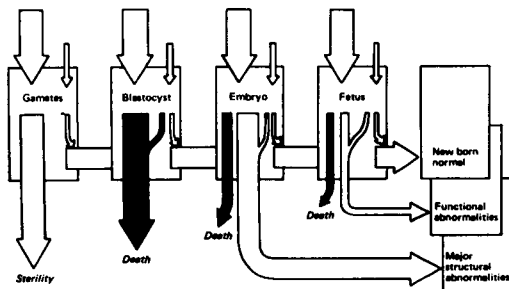


図1 発生の各段階によって発現する異常には差がある (Tuchmann-Duplessis²⁾より転写)

成長へ影響を与え、さらに歯列、あるいは対顎の歯列歯槽部にまで及ぶことや、また、口腔周囲の軟組織の発達と歯列咬合の関係など多くの場合が考えられる。

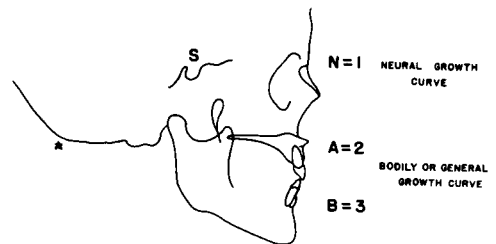
成長期の歯科医療では、このような個体に現われるさまざまな成長発育現象を管理し、異常から正常のものへと誘導してゆくことであり、そのためには、正常の成長発育の過程を理解すると同時に、現在の異常の程度を把握し、さらに、成長によって変化してゆく将来の異常を予測し、これらをもとに成長のずれを修正してゆく方向とその手段を適確に選択してゆく必要がある。

顎顔面頭蓋の成長発育

頭部X線規格写真法による顎顔面頭蓋の成長の研究は、胎児から成人まで、また、正常咬合に関するものから各種の不正咬合に関するものまで極めて多くのものがあるが、ここでは、幼児期から成人までの正常な側貌から見た形態的な変化を要約しておく。頭部の成長は脳頭蓋と顔面頭蓋では、その過程は異なる。(図2)

1) 乳歯咬合期

この時期は脳頭蓋の成長が先行する。そのため、顔貌は一般に丸顔でオトガイの発育はまだ



	YEARS 0 - 5	5 - 10	10 - 20
1	95% OF TOTAL GROWTH COMPLETED	96% OF TOTAL GROWTH COMPLETED	REMAINING 4% COMPLETED
2	45% OF TOTAL GROWTH COMPLETED	65% OF TOTAL GROWTH COMPLETED	REMAINING 35% COMPLETED
3	40% OF TOTAL GROWTH COMPLETED	65% OF TOTAL GROWTH COMPLETED	REMAINING 35% COMPLETED

図2 脳頭蓋と顔面頭蓋の成長の比率は異なる (Graber³⁾より転写)

十分ではなく、不正咬合の有無を顔貌所見から判定することは難しいことが多い。むしろ、顔貌所見にまで咬合の異常の影響が現われる場合は、異常はかなり進行した状態であると判定しても良い。指しゃぶりを始めとする各種の習癖がまだ残っていることも多く、これが、混合歯咬合期まで続くような場合にはその後の顎発育に注意する必要がある。

2) 混合歯咬合期

第1大臼歯が萌出を開始するごく初期の頃から顔面頭蓋の成長が徐々に強まって来る。とくに顔の高さの成長が大きくなり始める。

前歯群の交代期になると、永久歯の萌出とともに顎骨歯槽部の発育が進行し、顔面頭蓋の前方への成長が明らかとなって来る。この混合歯咬合の初期から個体固有の骨格型の特徴が認められるようになり、上下顎骨の成長に異常があるとそのずれが強くなって現われ始める。したがって顎骨の過成長、あるいは、劣成長を伴う骨格型の異常に対する処置は前歯群の交代期から積極的に行ってゆく必要がある。

側方歯群の交代期になるとオトガイは前下方に成長してくるため、反対咬合では下顎の過成長が強まって、治療困難な症例へと移行し易い。

第2大臼歯の萌出の始まる混合歯咬合の末期は、思春期性の成長のスパート期に入るため全身成長の増加とともに顔面頭蓋の成長もさらに旺盛となり、とくに下顎骨の成長が大きく、しばしば前歯被蓋は浅くなることもある。

第2、第3大臼歯の萌出完了によって永久歯咬合は完成するが、顎骨の成長の停止する時期には個体差があり年齢で区分することは難かしい。また、第3大臼歯は歯胚の欠如するものもあり、あるいは未萌出のまま終るものも多く、永久歯咬合の完成期についても個体差は幅広い。正常の過程では顔面頭蓋の成長は図3に示すように乳児期から成人にかけて前下方へと増大する。咬合系の発達過程に現われる歯列咬合の変化は、顔面頭蓋の成長の影響を強く受けることはいうまでもなく、オトガイの前方成長の強いもの、あるいは、下方成長の強いもの、

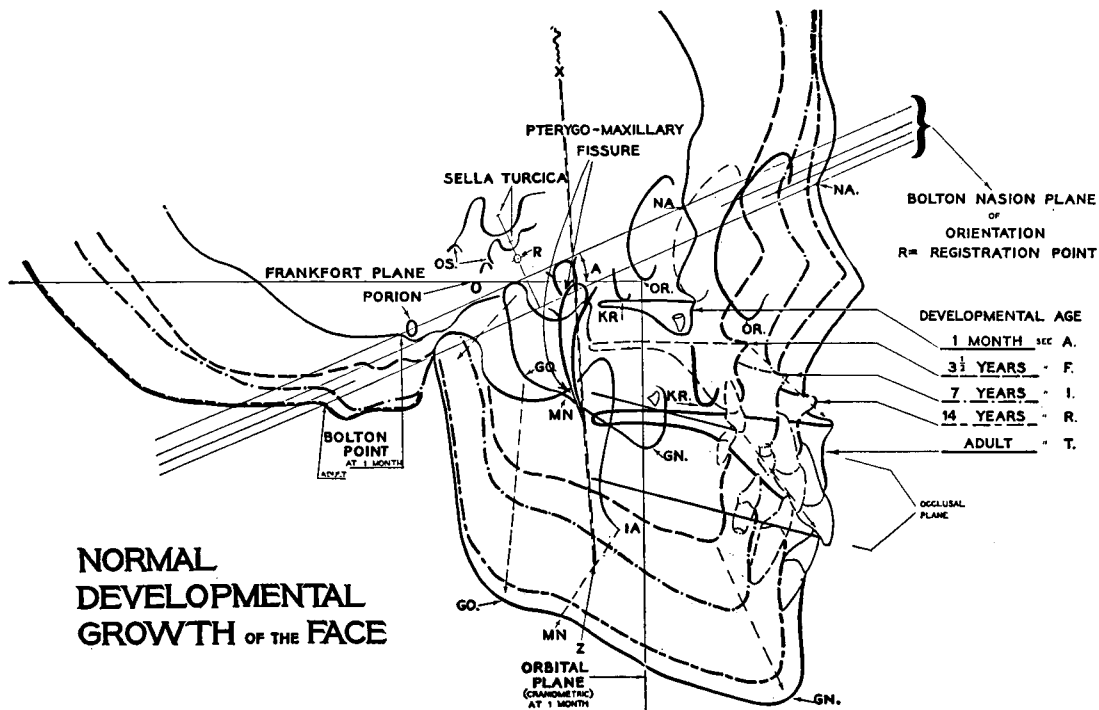


図3 頭部X線規格写真でみた顎顔面頭蓋の成長 (Sulzmann⁴⁾より転写)

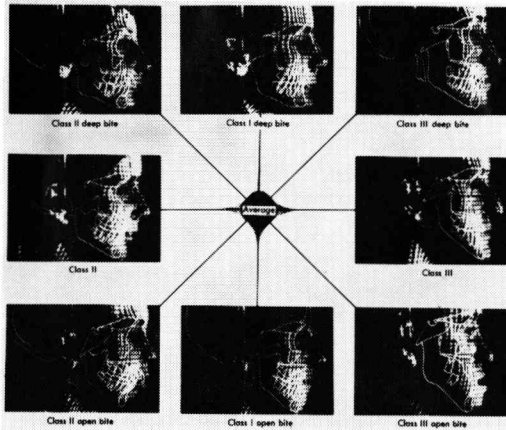


図4 顔面頭蓋の成長の方向と典型的な不正咬合のパターン (Sassouni⁵⁾より転写)

また、後方位をとるものなどあり、これは、顔貌所見の違いだけに現われるばかりではなく、反対咬合、上顎前突、過蓋咬合、開咬などの症状となって現われる。(図4)

顎顔面頭蓋の成長に影響を与える因子

生命の発生から成熟の完了するまで成長発育現象は遺伝的な支配とともに、先天的、あるいは後天的な環境要因によってさまざまな影響を受ける。ここではそのいくつかのものに触れてみる。

1) 人類進化と顔面頭蓋の変化

顎骨の大きさと歯の大きさの間に不調和が認められるものを *discrepancy* というが、井上⁶⁾は、この *discrepancy* の成立を人類進化の過程で生じた顔面頭蓋の退化と、歯の大きさの退化のずれによって必然的に生じて来たものとしている。彼は、歯の退化から必然的に生じる顎骨の退化は、下顎歯槽突起部の退化によってオトガイ隆起の形成がみられるようになったという埴原⁷⁾の説に対して、むしろ、咀嚼機能の低下が終生代謝を営んでいる咀嚼筋群と顎骨の退化を起し、歯の退化は二次的に起ったとし、*Australopithecus* 以後の調理の進歩による食生態学的な変化が機能を通じて形態の進化に作用したとしている。この顔面頭蓋の変化は比較的最近まで続いており、古代あるいは中世の日

本人の顔は現代人に較べてより *prognathism* の傾向にあったが、頭部の短頭化の進行と顎骨の退化はその後さらに続いており現代人の *orthognathism* となったといわれる。このような *microevolution* はこれから先の時代にも比較的短い期間に現われて来る可能性を含むものと考えられ、これは単に顔面頭蓋の変化ばかりではなく歯列咬合の状態にも強い影響をおよぼす可能性がある。

全身成長の面から、戦後、小児の栄養摂取の状態が良くなるにつれて体位の向上が見られ、思春期の到来に加速現象があることがしばしば取り挙げられるが、このようなことは、また、口腔領域に関しては、食習慣の変化が、顎顔面頭蓋の退化をさらに進行させる要因となることを示唆するものとも考えることが出来よう。

進化は環境への適応として現われるが、人類の場合には単なる自然環境ばかりでなく、人類の築いて来た社会環境の影響をも強く受けるものといえよう。人間の成長とはこのような地質学的時間の背景をもつ遺伝的要因と、生命の維持にかかわる生体の恒常性から見た動的な平衡関係の中で徐々に変化してゆく現象であるといえる。

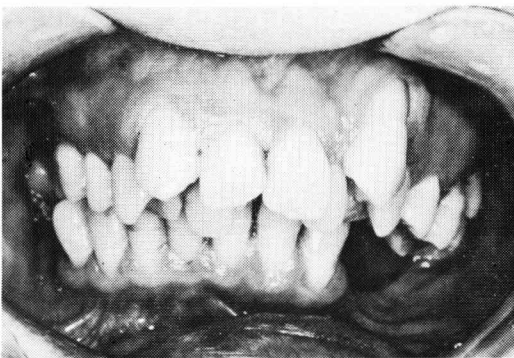
2) 成長に影響する疾病と異常

成長に影響を与える環境要因のうち、胎生期のものが最も大きな異常として現われるが、出生後の全身的にあらわれる系統疾患、あるいは、口腔領域の感染症、炎症、外傷などが顎顔面の成長に影響することも多い。とくに内分泌機能の障害は全身成長に強く影響するが、なかでも成長ホルモン、甲状腺ホルモン、性ホルモンの分泌の異常は骨の成長、成熟に関して直接作用し、骨格系成長の助長、促進、あるいは、低下、未発達などとなって現われる。

また、顔面頭蓋に付着する舌筋、咀嚼筋群を始めとする軟組織の機能とも密接な関係にあり、例えば、口輪筋の弛緩は上下顎前突や、空隙歯列を生じ易い。また、指しゃぶりによって生じる吸綴圧は口唇圧との平衡関係に不調和をきたし上顎前歯部の前方成長を促進させ、これ



A



B

図5 乳児期の炎症で下顎骨の劣成長が著しい (27歳女性)

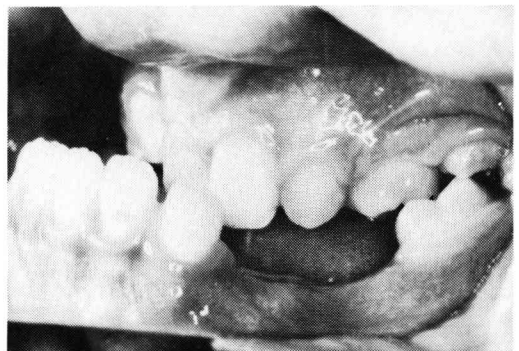
A : 頭部X線規格写真
B : 口腔内写真

が長期間継続すると骨格型の上顎前突、開咬などへと移行する。

このように、口腔領域を中心として咬合系の成長発育に影響を与える因子は、全身、あるいは局所の状態によってさまざまな形で現われる。図5は、生後1年2カ月時に下顎骨骨膜炎に罹患し、その後8歳頃まで下顎角部から排膿していたという例であるが、幼児期から小児期にかけて下顎骨の成長が強く阻害されているのが認められる。また、唇顎口蓋裂のように生下時すでに組織の実質欠損があり、修復のための



A



B

図6 唇顎口蓋裂患者では著しい上顎の劣成長を伴うことも稀ではない

A : 中顔面部の発育不全が強い
B : 著しい反対咬合を呈している

外科的侵襲の程度が顎発育を抑制する因子として作用することもある。(図6)

このように、骨格型に現われる異常は、全身成長の局所の表現型として現われる場合と、局所の成長に直接作用する環境因子による場合があり、いずれも成熟という生物学的現象の中で定着してゆく。したがって、骨格型の成長を正常の方向へ誘導するということは、成長の早期から、成長の各段階に応じた処置を必要とする。すなわち、成長誘導とは、管理と処置の体系⁸⁾にもとづくものでなくてはならない。

矯正力と成長誘導

顎顔面頭蓋の正常な成長発育を促すためには、それに影響を与える病因を除去すると同時に、矯正力によって顔面頭蓋の成長の方向と量を制御してゆくこととなる。

1) 顎顔面頭蓋成長の機構

頭部を構成する骨は、膜骨、あるいは軟骨の2種類があり成長の様式はそれぞれ異なる。前者は、骨膜性の骨形成機構によって成長してゆくもので、骨表面への骨添加と吸収とが同時に進行すると、併せて互いに隣接する縫合部の化骨によって骨は増大してゆく、この骨膜性の骨形成機構が顎顔面頭蓋の成長の主導的な場となっているが、骨自体の内含する成長力よりは、脳の成長と、それに調和して拡大してゆく頭蓋冠の成長のように、骨に隣接する軟組織の発達の影響をより強く受けるといわれている。したがって、骨自体に作用する近隣組織からの圧迫、あるいは牽引という組織圧、または外部より加えられる機械力に比較的良好に反応するものであるということがいわれている。

これに対して、頭蓋底、鼻中隔部、および下顎頭部はいずれも軟骨性の骨形成機構によって化骨が進行する。そして、この軟骨性の化骨は個体のもつ遺伝的要因に支配されており、他からの影響に対して比較的反応しにくいといわれている。

このような頭部成長の機構に関しては、現在のところ functional matrix theory⁹⁾ をもとにした Van Limburgh¹⁰⁾ の考えが多くの成書^{3) 11) 12)} に取り入れられている。

2) 顔面頭蓋の成長の制御について

咬合改善に用いる矯正力の影響は、顎関節、上顎骨の各縫合部、歯槽部での骨改造機転を促し歯列咬合を変化させることができる。その作用は、下顎性の移動によって生じる下顎頭周辺を中心とした下顎骨の形態変化と、歯の移動に伴う歯槽部の変化が中心となるが、上顎骨では、正中口蓋縫合を含む各縫合部にも骨改造を期待することとなる。

顔面頭蓋の過成長に対してはこれを抑制する力として上下顎骨共に顎外力を用いるが、上顎と下顎では力の作用機序は異なる。

上顎では、骨に直接力を作用させることが出来ないため歯を介して上顎骨全体を後方へ押す力を与えて、前方への成長を抑制しようとする考えである。上顎骨は前頭上顎縫合、頬骨上顎縫合、頬骨側頭縫合、翼突口蓋縫合によって脳頭蓋と連結しており、頭蓋底の成長の影響も受けるが、縫合部の結合組織は外圧に対する反応性も高く、その臨床効果も認められている。

一方、下顎骨ではオトガイから、下顎骨成長の中心である顎関節の方向へ力を加え、前方成長を抑制しようとするものである。上顎骨と異なり、下顎骨は顎関節と軟組織によって吊り下げられた位置にあり、外圧に対して抵抗し易い形態をしているが、顎外力の効果は下顎骨を後下方へ回転するような形の遠心移動を示す。下顎頭は軟骨性の骨形成機構をもち、下顎骨成長の方向と量に関して決定的な役割を持っており、反対咬合に用いるチンキャップは長期間使用することが望ましい。図7はいづれもチンキャップを使用した例であるが、早期に顎関係の改善を計っておくことでその後の顔面頭蓋が望ましい方向に誘導されていることが認められる。

顔面頭蓋の劣成長に対しては、主に上顎を対象に成長促進が行われている。下顎骨に対しては、とくに適確な効果を期待出来る方法は無く、下顎骨の劣成長を伴う上顎前突に対しては上顎歯列の遠心移動によって代償的に顎関係の調和を保とうとするに過ぎない。

しかしながら、上顎骨の劣成長に対しては、近年、上顎前方牽引法(図8)によって上顎歯列および上顎複合体の前方への成長誘導を計ろうとする考えがあり、その効果に関する紹介がされつつある。日本人に多いといわれる上顎骨の劣成長を伴う反対咬合の治療は、従来、最も困難であるとされていたが、この方法の今後の治験が期待される所である。

上顎の側方への劣成長に対しては歯列を介

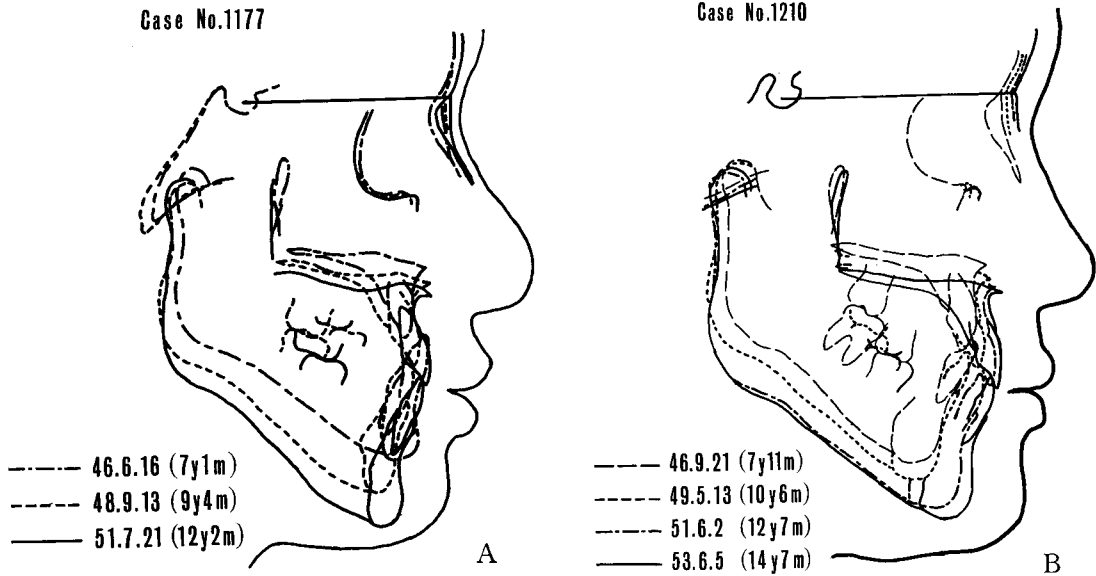


図7 チンキャップの使用と下顎の成長
 A : 下顎骨は後下方位へ変位しそのまま下方発育を示す
 B : チンキャップの使用を中断した後下顎骨の前方成長が認められる

して上顎骨基底を側方へ拡大する方法がある。歯列弓拡大の速度を早めると歯の移動より先に正中口蓋縫合部が離開し、その間隙の化骨を促す方法で急速拡大法と呼ばれる。(図9)

矯正力という刺激が顔面頭蓋に加えられた時最も敏感に反応する組織は歯槽骨であり、小児から成人まで歯の移動による咬合改善は幅広く行われているが、成長の制御を主体とする治療では、顔面頭蓋のまだ幼若な時期から長期間の治療が必要となることはいうまでもない。

3) 治療と侵襲について

医療の目的としては、病気を治療すること、予防すること、それに加えて健康の増進とする3つの考えがある。これを医学の形態として捉えたと予防、診断、治療、リハビリテーションという一つの系列となる。口腔領域の骨格型の異常をこの系列のもとで考えてみることにする。

予防とは、ある特定の疾病の病因となるものを予測して、その病因の発生自体を未然に防ぐことで病気の発生の余地を無くするような積極的な医療行為と理解することが出来る。骨格型の異常とは先にも述べた如く、局所の後天的環

境要因によっても発現するが、遺伝的な要因に強く支配されており、したがって、予防という観点からは消極的な立場をとらざるを得ない。すなわち、治療学的接近の色彩の濃いものといえる。

骨格型の異常の治療に関しては、具体的な処置は前節に述べたような手段によって進めてゆくことであるが、ここで取り上げるのは1つは幼若な生体に治療行為という侵襲がおよぼす影響であり、他の1つは、すでに異常が定着した成人の治療の目標ということとかわる侵襲の量についてである。

医療行為には薬物の投与、放射線の照射、手術などさまざまな手法が利用されている。矯正治療によって加えられる外力は、歯周組織、顎関節、縫合部などに作用し、局所の組織を改造するが、この刺激は単に局所にのみ作用するのではなく、いわゆる非特異的な全身の反応としても現われるといわれている¹³⁾。このような治療による生体への侵襲がストレスとなることが明らかである以上、幼若な生体では耐ストレス能の消費が強く現われることが考えられる。こ

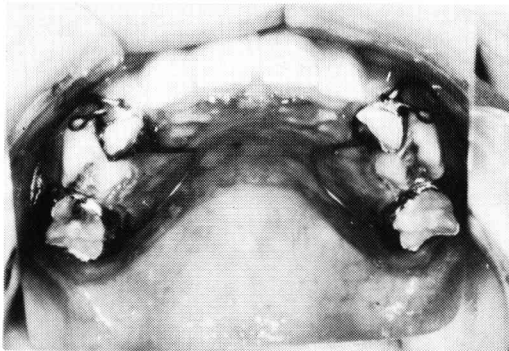
のことは、出来るだけ早期からの治療という医療の原則に疑義をもたせるもので、成長と侵襲ということに関して考察を必要とする。

一方、成熟した個体では骨格型の異常は定着しており、咬合の改善は主に歯の移動によって行われる。そして、その限界を超えるとき外科的矯正手術が適用される。最近、矯正歯科医と口腔外科医がチームを組んで外科的に不正咬合の改善を行うことが多くなった。しかし、全身麻酔下における顎骨の離断という生体にとって極めて大きな侵襲を加えることが、どの程度妥当性のあるものかについては再考する必要がある。

勿論、調和のとれた顎関係を獲得すること



A



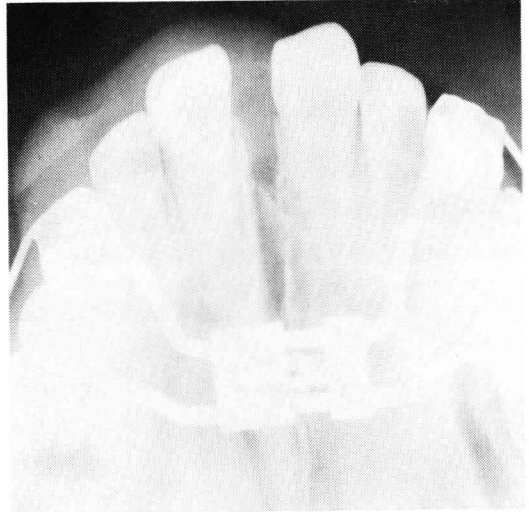
B

図8 上顎前方牽引法

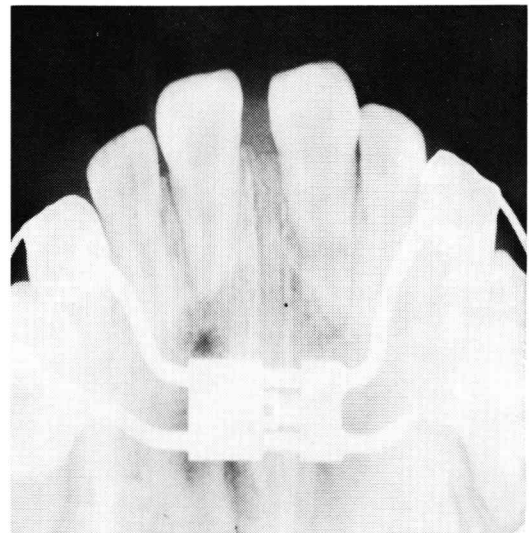
A : チンキャップを固定源として上顎歯列を前方に牽引する

B : 上顎には、固定式あるいは可撤式の palatal rest が装着される

は、口腔機能の上からも、また、将来のリハビリテーションを考えた場合からも望ましく、必要なことではあるが、同時に、医療行為としては、最小の処置で最大の効果をあげることを第一選択とするべきであろう。三浦¹⁴⁾は、医師には、必要悪としての治療行為を行うことが求められている。しかし、それが必要悪であることを意識するならば、その行為は決して必要以



A



B

図9 急速拡大法

A : 1日0.4~0.5mmの割合で上顎歯列を拡大すると、歯の移動より早く正中口蓋縫合が離開してくる

B : 離開した縫合部に化骨の像が認められる(拡大開始後40日目)

上に拡大されるべきものではないし、社会の納得という裏付けのない医療行為は、人体実験に墮する恐れがあることを指適している。咬合の異常に対する治療の目標として、咀嚼機能の回復以上のことを安易に望んでいないかどうかについて問題がある。

ここで取り上げた治療と侵襲の問題は、異常改善の機構と関連して解決してゆかなくてはならない問題であるが、これらは単に臨床医学だけの問題にとどまらず、基礎医学にもかかわる問題を含むものでもある。

臨床医学と基礎医学の接点への期待

医学とは、その源を遡れば病氣や怪我の治療として発生したことに間違いはない。それが今日の臨床医学まで展開された背景には、身体の形態と機能の解明、病因と発病の過程の解明、あるいは薬物の作用の解明等が進み、それが今日の基礎医学の体系を形成して来たものと考えられる。そして今日、基礎医学の領域では分子レベルで生命現象を捉えようとするまで研究は先鋭化しているが、臨床に密接した成長の基礎はなお不明のまま取り残されているように思われる。その原因として、今日まで成長期の医学が主として臨床系の学問の中で扱われることが多かったこと、そして臨床学者が基礎学者に率直な問いかけを怠って来たこと、さらに、基礎研究を重要視するあまり研究のための研究に走った臨床学問のあり方などが反省される。

一方において生理学者の内 藪¹³⁾がいうように、『日本では医系大学の生理学教室の大部分が基礎生理学的研究を行っているのが現状で、本来、医系大学で望ましいと思われる人体生理学や応用生理学はほとんど顧みられていない』という反省と、同じ生理学者の伊藤¹²⁾は、先鋭化した基礎医学と臨床医学はますます分極化し、両者の間に真空地帯が出現したが、これを補填するためには新しい学問の展開が必要であることを指摘している。伊藤¹²⁾は、成長発育現象を例に挙げてこの基礎と臨床の間の関係を図10のごとく述べている。治療を基盤とする臨

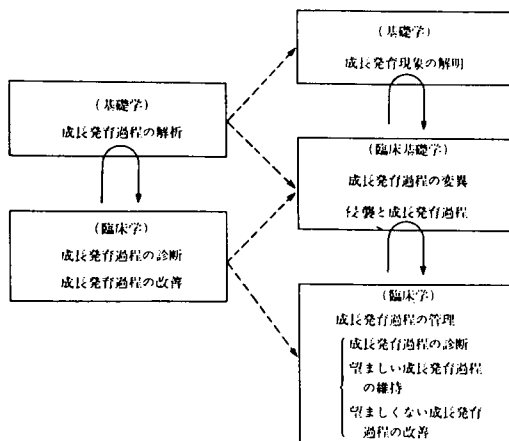


図10 成長発育現象にかかわる臨床学と基礎学の関係 (伊藤¹²⁾)

床医学では、成長現象の認識、正常の維持、異常の改善が主題となり、基礎医学における生命現象の解明を背景に、異常発現の機構、異常改善の機構が基礎と臨床の接点として今後の課題となろう。臨床学者はあくまでも臨床を基盤として、基礎学者の中からより臨床に近い思考と学識の提供を受け、新たな視点から、さらに成長発育現象の解明を展開させてゆきたいものである。

おわりに

成長現象の解明は、成長期の医学に携わるものにとって、常に新しい課題であるが、同時に、自然の摂理を制御するということに対する疑問と恐れもいただいているものでもある。しかしながら、臨床家は常に治療を第一義に考えなければならず容易にそこを避けて通ることもまた許されてはいない。

医学は治療の医学から一步一步と地歩を固め今日の展開を見ることとなった。そして今後も歩みを止めることなく進展を続け、人間の生命現象の本態についてもより一層明らかとなる日が来るであろう。歯科医学が、この明日への飛躍を試みるためには、今までの糧をいたづらに費やすのではなく新たな一歩をしるす活動力を学問の中に求め探してゆかなくてはならないと考える。

文 献

- 1) 井上直彦 : 咬合育成と発達歯科医学 I 一概念の導入一, II 一概念の展開一, 歯界展望, 53 : 75-83, 223-230, 1979.
- 2) Tuchmann-Duplessis, H. : Drug effects on the fetus. Monographs on drugs Vol. 2, ADIS Press, Sydney 1975, Publishing Sciences Group Inc. Acton pp 41, 1975.
- 3) Graber, T. M. : Orthodontics principles and practice. 3rd ed. pp38-86. 1972.
- 4) Salzman, J. A. : Practice of orthodontics. J. B. Lippincott Co., pp234, 1966.
- 5) Sassouni, V. and Forrest, E. J. : Orthodontics in dental practice, C. V. Mosby Co., Saint Louis, pp 143, 1971.
- 6) 井上直彦 : 咬合育成と discrepancy, 歯界展望, 別冊, こどもの歯科 : 252-261ページ, 1979.
- 7) 埴原和郎 : 人類進化学入門, 中央公論社, 東京 163-185ページ, 1972.
- 8) 井上直彦 : 管理と処置の体系としての歯科矯正学, 歯界展望, 51 : 81-89, 1978.
- 9) Moss, M. L. : The functional matrix, in Kraus, B. S., and Riedel, R. A. (eds) : Vistas in orthodontics. Lea & Febiger, Philadelphia, pp85-98, 1962.
- 10) Limborgh, J. V. : A new view on the control of the morphogenesis of the skull. *Acta Morph. Neer-Scand.*, 8 : 143-160, 1970.
- 11) Moyers, R. E. : Handbook of orthodontics. 3rd ed, Year Book Medical Publishers, Chicago, 1973.
- 12) Enlow, D. H. : Handbook of facial growth. W. B. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto, 1975.
- 13) 河田照茂 : 歯の移動と全身的生体反応について, 歯界展望, 50 : 345-354, 1977.
- 14) 三浦悌二 : 衛生学からみた医学の将来, 現代医学の展望, 南山堂, 東京, 110-122ページ, 1970.
- 15) 内園耕二 : 基礎医学のあり方に関する私論, 現代医学の展望, 南山堂, 東京, 11-30ページ, 1970.
- 16) 伊藤正男 : 生理学をこう考える, 現代医学の展望, 南山堂, 東京, 39-47ページ, 1970.
- 17) 伊藤学而 : 成長発育の基礎と臨床, 発達歯科医学懇話会第1回ワークショップ記録, 一問題の提起一, 51-58ページ, 1979.