

咀嚼能力の発達と歯科矯正との関わり

広瀬寿秀・伊藤学而

鹿児島大学歯学部 歯科矯正学講座

Development of masticatory performance and its relation to orthodontics

Toshihide Hirose, Gakuji Ito

Department of Orthodontics, Kagoshima University Dental School
8-35-1 Sakuragaoka, Kagoshima 890, Japan

Abstract

To achieve efficient masticatory function is said to be one of the major objectives in orthodontics. However, evaluation of masticatory function is not usually done before and after the orthodontic treatment.

Among the several masticatory tests, the *chewing gum test* is thought to be one of the easiest and most suitable ones for measuring masticatory performance even for children. Based on the several studies using this test, development of masticatory performance and its relation to orthodontics was discussed.

In the *chewing gum test*, masticatory performance is calculated as the *amount of sugar elution per seconds (in 70 mastications)*. This performance was correlated with occlusal areas at molars and the mandibular size and form, which might be related with chewing force.

Masticatory performance of 3 years old was about 45% of adult and gradually increased afterwards. Rapid increase occurred at two phases; one from 3 to 4 years old, and the other from 10 to 13 years old.

Masticatory performance varied in different types of malocclusion. Upper protrusion showed no difference with normal occlusion. However, crowding and anterior cross bite showed 10% lower than that of normal occlusion: which recovered to the normal level after orthodontic treatment. Surgically operated anterior cross bite showed a decreased performance during the active treatment but a increased performance at out of retention.

As other physical exercises, development of masticatory performance reflects the development of muscle, tissue, bone and oral function. Slightly lower performance in those with malocclusion

has no great meaning for food ingestion, but has great meaning for development of masticatory organ. Also, masticatory performance should be taken into orthodontic practice for better treatment results and its stability.

Key words

masticatory performance, chewing gum test, masticatory organ, orthodontics

緒言

咀嚼機能の回復は、歯科臨床の重要な目的の1つである。矯正治療の目的にも、効率的な咀嚼機能の獲得が挙げられている¹⁾。しかしながら日常の診断や治療結果において、実際に咀嚼機能を評価することは殆ど行われていない。

咀嚼能力の測定法として、ゼラチン²⁾、ピーナツ³⁾、生米⁴⁾や人工試料⁵⁾を一定回数噛ませ、どれだけ細かく噛み砕いたかを調べる粉碎試験法がある。噛んだ試料を一連の篩によってふるい分け、全重量に対する各篩のパーセントを求めて咀嚼能力とする。しかしながらこの方法は、操作が複雑で時間がかかるため、日常の歯科臨床や野外調査で使うことができない。また幼児では、噛み砕いた試料を飲み込むため使用できない。

試料の粉碎によらない方法として、チューインガムを噛ませて重量変化を測る方法^{6,7)}がある。この方法(チューインガム法)は、チューインガムを一定回数噛ませ、咀嚼前後の重量差を溶出糖量として求めるもので、手間がかからず、使用機材も少なく、羽田ら⁸⁾によれば測定精度も高いとされている。しかも試料が子供の好物であるため違和感がなく、発達期の咀嚼能力を調べる方法としては優れている。

著者らは、このチューインガム法を用いて一連の研究を行ってきた。ここでは、咀嚼能力の発達と矯正治療との関わりについて述べる。

I. チューインガム法の特長について⁹⁾

チューインガム法を歯科臨床や野外調査で使うためには、その基本特性を検討し、具体的な測定手順を確立する必要がある。

1. 咀嚼回数

チューインガムは不溶性のガムベースと水溶性の糖分からなり、噛むにつれて水溶性の糖分は唾液中に溶け出し、重量が減少する。

図1は、チューインガム (LOTTE 社、JUISY & FRESH) を咬合の異なる成人男子6名について、10

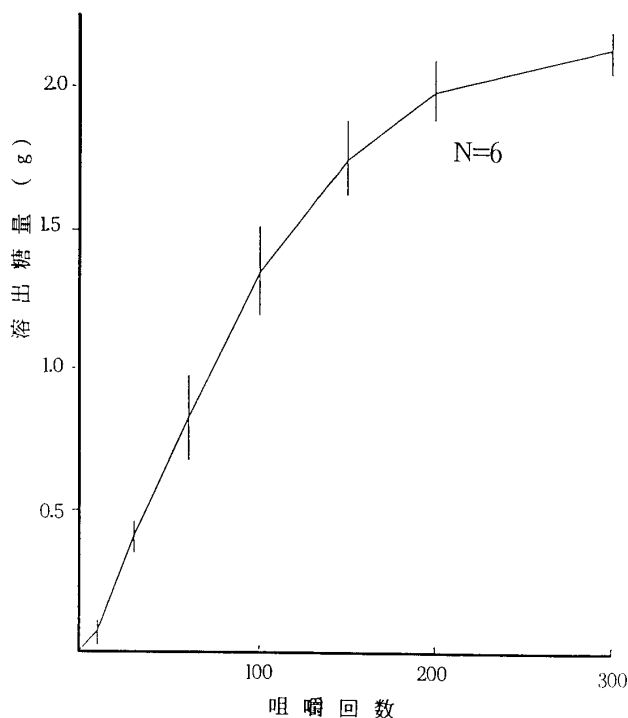


図1 咀嚼回数と溶出糖量
伊藤ほか⁹⁾から引用

回、30回、60回、130回、160回、200回、300回咀嚼させた時の溶出糖量を示したものである。測定回数は各5回である。咀嚼回数が増加するにつれて溶出糖量も増加するが、200回咀嚼以降は平坦化し、回数が増加しても溶出糖量は増加しない。ちなみに500回咀嚼時の溶出糖量は2.26gで、これはチューインガム重量(3.23±0.04g)の70.0%に当たる。

この曲線の立ち上がりは、咀嚼能力が高い者では速く、逆に低い者では遅い。咀嚼回数と溶出糖量の関係は30回から100回咀嚼まではほぼ比例するため、その中間の70回咀嚼時の溶出糖量を咀嚼能力の指標とみなすことができる。

2. 咀嚼リズム

同じ回数噛むのでも、ゆっくり噛むのと速く噛むのではチューインガムが唾液に触れる時間が違うため、溶出糖量も異なると考えられる。そこで正常咬合の成人男子1名に、1秒間に2回(35秒間)、1秒間に1回(70秒間)、2秒間に1回(140秒間)、3秒間に1回(210秒間)の4種のリズムで70回咀嚼させた時の溶出糖量を求めた。結果は表1に示したが、リズムが遅くなるにつれ、溶出糖量は増加した。

表1 咀嚼リズムと溶出糖量 (9)

Rhythm	N	Mean	SD
2 times/ses	5	0.70	0.07
1 time/ses	5	1.26	0.05
1 time/ 2 ses	5	1.64	0.05
1 time/ 3 ses	5	1.97	0.04

伊藤ほか⁹⁾から引用

咀嚼リズムは個人の咀嚼能力の属性と考えられる。そこで、溶出糖量を咀嚼時間で除した時間当たり溶出糖量(溶出糖量/70回咀嚼時間)を咀嚼能力の指標とした。

3. 測定誤差

成人男子9名について、70回咀嚼させた時の溶出糖量、咀嚼時間および時間当たり溶出糖量の5回測定の変動誤差を求めた。溶出糖量の変動誤差は最大15.0%、最小2.4%、平均7.6%で、咀嚼時間では最大14.0%、最小2.6%、平均6.6%である。また時間当たり溶出糖量では最大10.4%、最小2.0%、平均7.4%であった。

II. 咀嚼能力と咀嚼面積および顎顔面形態との関連¹⁰⁾

矯正治療経験のない成人109名(男子93名、女子16名)について、チューインガム法による咀嚼能力と臼歯部咀嚼面積および顎顔面形態との関連を調べた。年齢は男子で21歳7カ月から39歳5カ月、平均25歳1カ月、女子では21歳7カ月から39歳5カ月、平均23歳4カ月であった。

1. 臼歯部咀嚼面積との関連

臼歯部咀嚼面積の測定は、中島¹¹⁾、泉澤¹²⁾の方法に準じて、被験者に厚さ1mmのバイトワックス(GC社、Bite Wax)を咬頭嵌合位で噛ませ、上下顎両側第一小臼歯より後方歯の咬合面の重なった部分の面積を画像解析システム(ZEISS社、Photem IBAS)で測定した。

臼歯部咀嚼面積と時間当たり溶出糖量との間に男子で $r=0.226$ 、男女合計で $r=0.237$ の有意の正の相関があった。

2. 顎顔面形態との関連

咀嚼能力と顎顔面形態との関連を調べるため、側貌頭部X線規格写真を使って9項目の線計測、11項目の角度計測を行い、時間当たり溶出糖量との相関を求めた。

男子で $\angle SNA$ 、 $\angle L1$ to MP との間に有意の正の相関があり、男女合計ではA'-Ptm'、Cd-Go、Go-Pog'、Cd-Gn、 $\angle SNA$ 、 $\angle L1$ to MP との間に有意の正の相関、および $\angle MP-SN$ 、gonial angle との間に有意の負の相関があった(図2)。このことから、咀嚼能力の低い者では上顎骨の前後径、下顎枝高、下顎骨体長が短く、下顎角、下顎下縁平面角が大きく、下顎前歯は唇側傾斜している傾向があった。

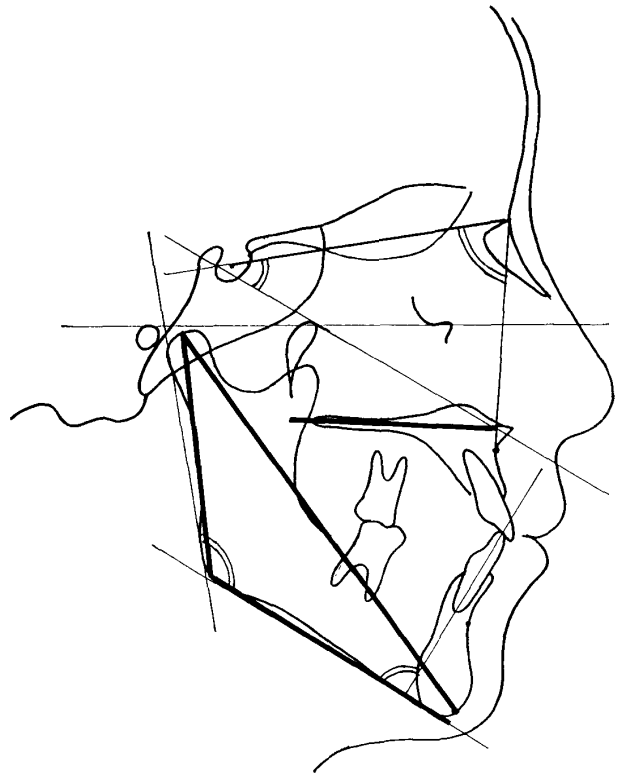


図2 時間当たり溶出糖量と顎顔面形態との有意の相関があった項目

広瀬ほか¹⁰⁾から改変

3. 小括

チューインガム法で測定した咀嚼能力は、臼歯部咀嚼面積や顎顔面の大きさ、および下顎骨の傾斜を表す

項目と有意の相関があった。

Ⅲ. 咀嚼能力の発達¹³⁾

咀嚼能力を評価するためには、基準値が必要である。しかも咀嚼能力は身体や咀嚼器官の発育に伴って変化すると考えられるため、発達段階に応じた基準値が必要である。そこで3歳児から大学生までの753人を対象に、チューインガム法による咀嚼能力の発達経過を調べた。

時間当たり溶出糖量は、3歳児の男子で11.5mg/sec、女子で10.5mg/secであったが、加齢的に増加し、大学生の男子で26.4mg/sec、女子で22.3mg/secであった(図3)。すなわち3歳児の咀嚼能力は、大学生の45%程度である。また、3歳から4歳、および小学5年生から中学2年生の2つの時期に、男女とも著しく増加した。性差は、3歳児と中学2年生以降に認められ、いずれも男子が多い。

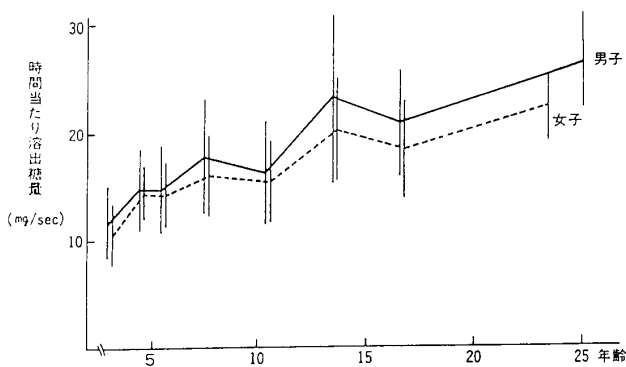


図3 咀嚼能力の発達経過
広瀬ほか¹³⁾から改変

Ⅳ. 不正咬合者の咀嚼能力¹⁴⁾

不正咬合者の咀嚼能力を調べるため、正常咬合者との比較、および不正咬合の種類による違いを調査した。

1. 不正咬合者の咀嚼能力と発達経過

3歳から大学生までの正常咬合者303名と不正咬合者281名について、チューインガム法による咀嚼能力を測定した。

結果は図4に示した。不正咬合者では、10歳および16歳時では正常咬合者と差がないが、他の年齢ではいずれも正常咬合者より10%程度低い。

2. 咬合別の咀嚼能力

被験者は、矯正治療経験のない男子90名、女子91名

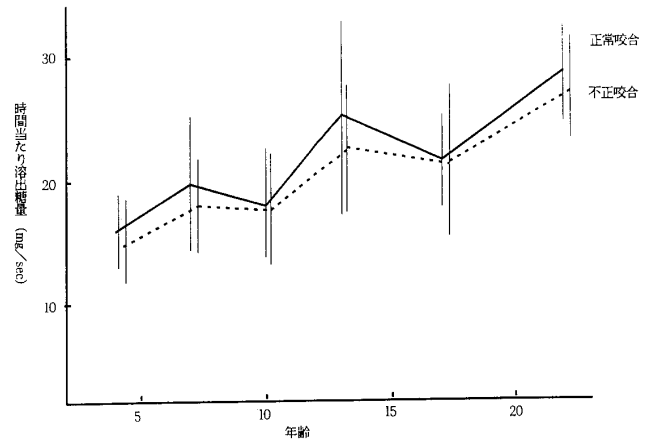


図4 不正咬合者の咀嚼能力と発達経過

である。年齢は、男子で平均25歳1カ月、女子で平均18歳3カ月であった。

これらの被験者の咬合模型を用いて、臨床的な基準で正常咬合と不正咬合に分け、不正咬合はさらに叢生、上顎前突、反対咬合に分類した。

表2 咬合別の咀嚼能力

	N	時間当たり溶出糖量 (mg/sec)	比率
男子	正常咬合	37 27.4±3.7	100.0
	叢生	20 24.7±3.3	90.1
	上顎前突	22 26.7±5.3	97.4
	反対咬合	11 24.9±4.0	90.9
女子	正常咬合	9 22.3±3.0	100.0
	叢生	33 20.2±5.4	88.6
	上顎前突	12 23.9±6.1	104.8
	反対咬合	37 19.9±4.6	87.3

** p<0.01, * p<0.05
広瀬ほか^{10), 14)}から引用

結果は表2に示す。男女とも正常咬合に比べて、叢生および反対咬合では有意に低かったが、上顎前突では差がなかった。正常咬合を100とした場合の比率は、叢生男子90.1%、女子88.6%、上顎前突男子97.4%、女子104.8%、反対咬合男子90.9%、女子87.3%であった。男女とも叢生および反対咬合では正常咬合より10%程度低いが、上顎前突では差がない。

3. 小括

不正咬合者の咀嚼能力は、発達期を通して正常咬合者よりやや劣っていた。また不正咬合の中でも、叢生および反対咬合が低く、上顎前突では差がなかった。

しかしながらその差はせいぜい10%程度であり、従来考えられたほど咀嚼能力は低くない。

V. 矯正治療中の咀嚼能力の変化¹⁴⁾

不正咬合者の咀嚼能力は正常咬合者に比べてやや劣っていたが、矯正治療をすればどのように変化するのであろうか。

歯科検診、あるいは矯正科の定期検診（'88.4～'90.12）を受けた952名について、チューインガム法による咀嚼能力を測定した。測定値はいずれも3回測定の平均値である。得られた2672個の測定値のうち、13歳から30歳までの女子の上顎前突97個、叢生226個、および反対咬合342個の測定値を資料とした。正常咬合者の測定値としては、鹿児島大学歯学部5年生女子の正常咬合者9名の測定値を用いた。測定値は、未治療、矯正治療中、保定中、保定後の4群にグループ化した。

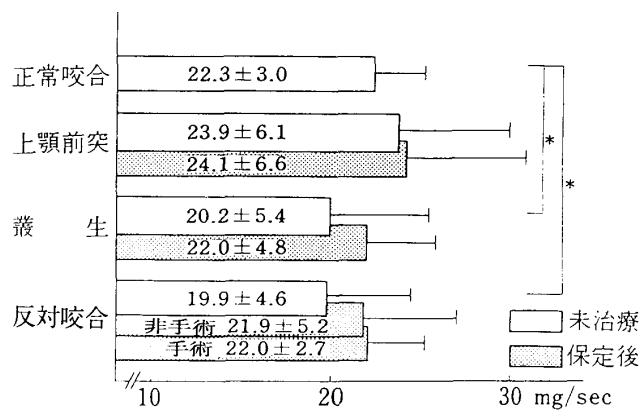


図5 矯正治療前後の咀嚼能力

* : P < 0.05

広瀬ほか¹⁴⁾から引用

1. 上顎前突 (図5、6-1)

上顎前突の未治療の咀嚼能力は正常咬合と差がな

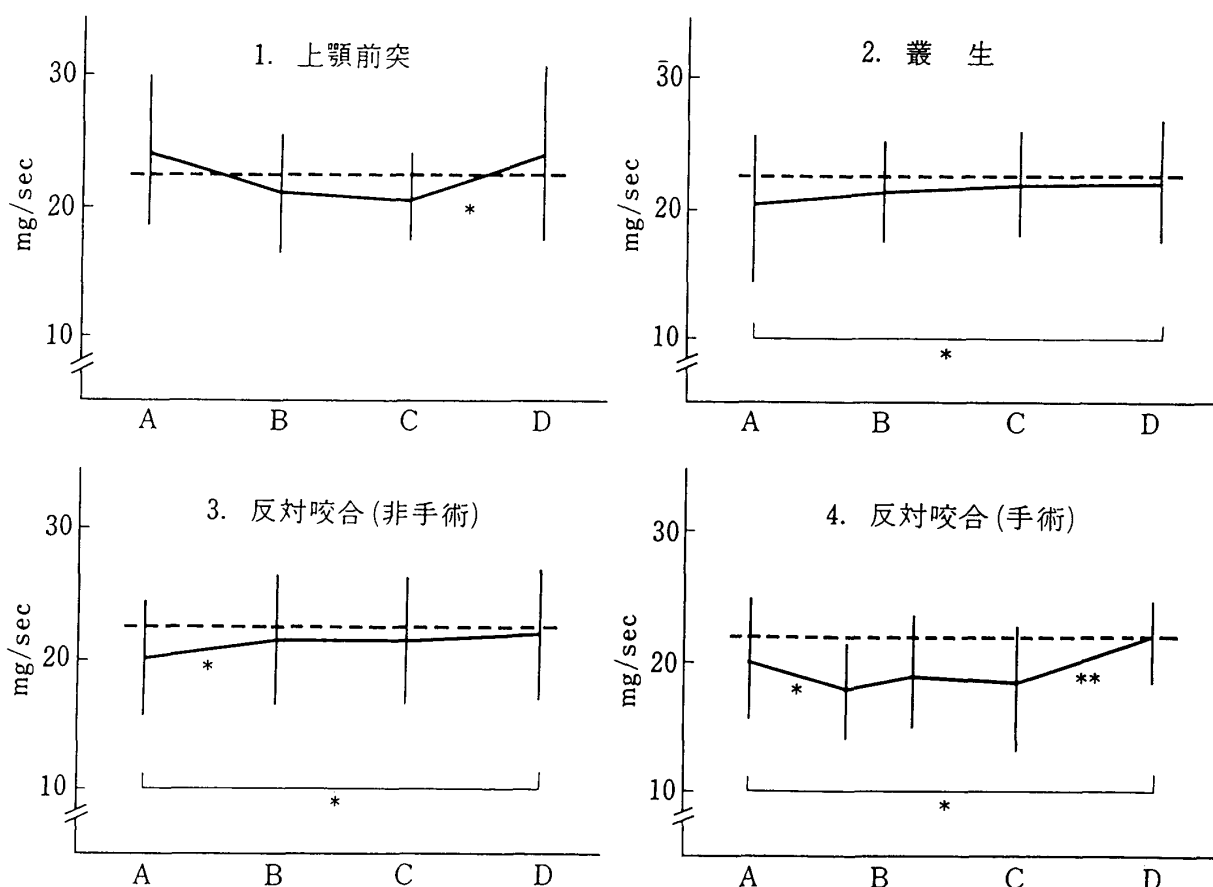


図6 矯正治療前後の咀嚼能力の変化

A : 未治療 B : 矯正治療中 C : 保定中 D : 保定後

点線は正常咬合者の平均値 ** : P < 0.01 * : P < 0.05

広瀬ほか¹⁴⁾から引用

かったが、矯正治療中、保定中には減少し、保定後にもとの値に回復した。

2. 叢生 (図5、6-2)

叢生の未治療の咀嚼能力は正常咬合に比べて10%程度低く、矯正治療中に増加して保定後には正常咬合同程度になった。

3. 反対咬合 (図5、6-3, 4)

反対咬合の未治療の咀嚼能力は、正常咬合に比べて10%程度低かった。ただし外科矯正をしなかった場合には、治療中に正常咬合同程度まで増加し、その後のほとんど変化がない。しかし外科矯正治療をした場合には、治療中に減少したが、保定後に増加して正常咬合同程度になった。

4. 小括

叢生および反対咬合では、矯正治療で咬合が改善されると咀嚼能力はわずかに増加し、正常咬合の域に達した。しかしながら、上顎前突、および外科矯正治療を行った反対咬合では、治療中に咀嚼能力は一時減少し、保定後に増加した。

考 察

1. 咀嚼能力試験法

歯の喪失によって食物がどのくらい食べられなくなり、歯科治療でどの程度回復するかという命題は、歯科治療の基盤となるものである。とくに補綴学においてはその立脚点として大きな意味をもつ。そのため古くから咀嚼能力試験法の確立が模索されている。代表的なものとして、ピーナツ³⁾、生米⁴⁾、人工試料⁵⁾などを噛ませて粒度の変化を調べる粉砕試験法がある。しかしこの方法は操作が複雑で測定に長時間を要するため、歯科臨床や野外調査では使用しにくい。また生米や人工試料は日常的に摂取する食品ではないので、これを咀嚼する時の咀嚼筋は特別な活動を示し、正常な咀嚼ストロークを混乱させる¹⁵⁾。さらに粉砕された試料をすべて採取するのは困難なため、測定誤差も大きい¹⁶⁾。

一方、試料の粉砕によらない測定法として、チューインガムを噛ませて重量変化を測る方法^{7,8)}や、ATP顆粒剤を用いる方法¹⁷⁾がある。このうちチューインガム法は一定回数噛ませたチューインガムの重量を測り、溶出糖量を求めるものである。操作が簡便で、試料が多くの人になじみがあるため違和感がなく、咀嚼

リズムも安定していて¹⁸⁾、通常の咀嚼様式に近似している¹⁹⁾。また測定誤差も、石原の咀嚼能力簡易測定法が16~36%であるのに比べて、信頼度95%での相対誤差は7~8%と小さい⁸⁾。以上のことから、歯科臨床や野外調査で不正咬合者の咀嚼能力や矯正治療による変化を調べるためには、チューインガム法が最も適している。

この方法の基本特性を調べると、同一者あるいは6人の被験者についてみても、咀嚼回数と溶出糖量はシグモイド曲線を描くことが確認された⁹⁾。これは羽田らの報告⁷⁾と一致する。そして30回から100回咀嚼まではほぼ直線的に増加することから、その中間の70回咀嚼が咀嚼回数として妥当であると考えられた。さらに溶出糖量は咀嚼リズムの影響を受けるため、時間当たり溶出糖量を咀嚼能力の指標とした。

実際に幼稚園、保育園、保健所で幼児について測定したところ、2歳児では難しいが、3歳児以降ではすべての幼児で測定が可能で、きわめて短時間で終了した。さらに試料が幼児の好物であるため、測定に協力的で、発達期の小児の咀嚼能力を測定する方法としては優れたものと考えられた。

2. 咀嚼能力と臼歯部咀嚼面積および顎顔面形態との関連

ピーナツ²⁰⁾や人工試料¹¹⁾を用いた粉砕試験法の結果は、咀嚼面積と高い相関 ($r=0.75\sim0.90$) をもつ。しかしチューインガム法の時間当たり溶出糖量では、低い相関 ($r=0.23\sim0.24$) しかなかった。

前者のような粉砕試験法は、臼で粉をひく場合に例えられる。臼の面積が広ければ多くの粉がひけるが、臼の隙間が大きければ細かい粉はひけない。それ故、試料をどれだけ細かく粉砕するかを調べる粉砕試験法では、上下顎の咬頭嵌合状態や臼歯部咀嚼面積が強く影響する。

一方、チューインガム法は、もちをつく場合に例えられる。もち米を臼の中で適当に水分を加えてこね、大きな杵で力強くつけば短時間で少ない回数でつきあがる。しかしながら大きな杵でついても、つく力が弱ければ時間も回数もかかる。チューインガム法では咀嚼面積だけでなく、噛む力、食塊の送り、唾液との混和なども関連するからである。

またチューインガム法による咀嚼能力は、顎顔面形態と多くの分析項目で有意の相関を示した。このうち正の相関があった下顎骨の大きさや、負の相関があった下顎下縁平面角および下顎角は、いずれも咀嚼筋活

動電位^{21,22)}や最大閉顎力^{23,24)}と相関があり、咀嚼に関わる筋力の強さと関連している。顎骨が大きく、がっちりした人では、噛む力が大きく、咀嚼能力も高い。

なお、最近の研究によれば、時間当たり溶出糖量は第一大臼歯咬合力と $r=0.69\sim 0.70$ の有意の相関があり²⁵⁾、試料の噛みしめる能力が反映されている²⁶⁾。したがってチューインガム法は、普段の咀嚼時の筋力の強さを評価するのに適していると考えられる。

3. 咀嚼能力の発達

咀嚼能力の高さを評価するためには、咀嚼能力の発達経過を調べ、年齢に応じた基準値を定める必要がある。

Shiere ら^{27,28)}は6歳から成人までの被験者にピーナツを用いて粉碎能力試験を行い、6歳児の粉碎能力は成人の35%程度しかなく、10歳まで増加するが11歳から13歳にかけて一時減少し、その後加齢的に増加するとしている。三浦ら²⁹⁾は、歯齡ⅡC期からⅤA期までの学童および成人について生米を用いた石原の咀嚼能力簡易測定法で調べ、酒井³⁰⁾は小学1年生から5年生にカマボコで、伊藤³¹⁾は3歳から9歳までの小児にピーナツで咀嚼能力を調べ、いずれも変動が大きいが加齢的に増加するとしている。また前田ら³²⁾はATP顆粒を用いて3、4、5歳児の咀嚼能力を調べ、3歳から4歳に咀嚼能力の急激な増加を報告している。

チューインガム法における時間当たり溶出糖量の発達曲線を見ると、3歳児から4歳児、および小学5年生から中学2年生の間に急激に増加し、また男子ほどの年齢においても女子より大きい(図3)。

この発達経過は、握力や背筋力などの運動能力³³⁾や、第一大臼歯の咬合力^{34,35)}の発達と似ている。すなわち性差があって男子が女子より大きく、加齢的に増加し、とくに幼児期と思春期に急激な増加を示す。幼児期での咀嚼能力の増加は運動能力のうち神経系能力の発達と関連があり、この時期に食物を上手に効率的に噛む能力が発達すると思われる。幼児の顎運動の研究からも、この時期に咀嚼運動の安定性が増すことが知られている^{36,37)}。一方、思春期の増加は、運動能力のうち握力のような筋力要素の発達と関連があり、咬筋を主体とした咀嚼筋の発達^{38,39)}と、それに伴う咬合力の増加が寄与していると考えられる。

4. 不正咬合者の咀嚼能力

一般的に不正咬合者の咀嚼機能は正常咬合者に比べて劣るとされている⁴⁰⁾。しかし矯正科の新患で咀嚼障害を主訴とする者は少なく、治療後もそれほど食物をかみやすくなったとは感じていない⁴¹⁾。また重度の不正咬合が多い顎変形症患者においても、アンケート調査では咀嚼障害を感じる者は少ない⁴²⁾。

粉碎試験法では、石原⁴⁾は正常咬合者の咀嚼能率に比べて重度の下顎前突者は1/4、叢生者では約半分であるとし、広瀬⁴³⁾は下顎前突児では正常咬合児の半分程度としている。また沼田¹⁹⁾は、わずか1名であるが上顎前突者の咀嚼能力は正常咬合の1/3以下としている。

一方、Shiere ら²⁷⁾は正常咬合者に比べてⅢ級不正咬合者は劣っているが、Ⅰ級およびⅡ級不正咬合者では差がないとし、中島ら⁴⁴⁾も反対咬合者は正常被蓋咬合者と差がないとしている。ただしいずれも被験者の数が少なく、有意検定は行っていない。

チューインガム法では、男女とも上顎前突者では差はないが、叢生および反対咬合者では正常咬合者に比べて咀嚼能力は約10%低い(図4)。さらに咀嚼能力の発達経過をみると、10歳および16歳を除いて不正咬合者の咀嚼能力は低い。

チューインガム法で測定した不正咬合者の咀嚼能力は、従来の粉碎試験法での報告に比べて正常咬合者との差が小さい。これは両者の測定結果の表現の違いによる。例えば粉碎試験法で三浦ら²⁹⁾が示した回帰方程式から、成人の咀嚼能力を50%低下させると14歳3カ月の値となる。チューインガム法で成人の時間当たり溶出糖量を10%低下させると、図3から中学2年生に相当し、両方法ともほぼ同年齢になる。成人の不正咬合者の咀嚼能力が中学生程度しかなかったとすると、粉碎法では成人の正常咬合者の50%、チューインガム法では10%の低下と表現される。しかしながら咀嚼機能の変動の大きさを考えると、どちらも咀嚼障害と言える数値ではない。

ただしチューインガム法の咀嚼能力は不正咬合の種類で異なり、上顎前突では正常咬合と差がなかったが、叢生および反対咬合では有意に低かった。咀嚼筋筋電図を用いた研究から、上顎前突者の咀嚼筋活動は正常咬合者と変わらない^{45,46)}か高い⁴⁷⁾が、叢生者では低く、咀嚼リズムは遅く、律動性に欠けるとされている^{38,45)}。反対咬合についても咀嚼筋活動は低く、咀嚼リズムも乱れるという報告が多い^{43,45,48,49)}。このことから不正咬合の種類によって咀嚼筋の活動やリズム

ムが違い、それが咀嚼能力に反映されていると思われる。

5. 矯正治療による咀嚼能力の変化

矯正治療の目的の1つに効率的な咀嚼能力の獲得が挙げられているが¹⁾、治療前後の咀嚼能力の変化についてはほとんどわかっていない。Nakasimaら⁵⁰⁾は6歳から15歳までの18名の矯正患者に対して治療前後の咀嚼能力を調べ、矯正治療は必ずしも咀嚼能力の増大をもたらさず、多くの例で保定期間中に増大がみられたとしている。しかし不正咬合別の検討は行っていない。また別の研究では、反対咬合小児の被蓋改善直後の咀嚼能力は、治療前よりかえって低下したとしている⁴⁴⁾。

チューインガム法で調べた矯正治療による咀嚼能力の変化は、不正咬合の種類によって異なっていた(図6)。すなわち上顎前突と外科矯正の反対咬合では、未治療より治療中、保定中の方が低く、保定後に増加し、叢生および外科矯正をしない反対咬合では治療の進行に伴い咀嚼能力が増大していた。

桑原⁴⁸⁾は反対咬合者の咀嚼リズムは被蓋改善後に正常化するとし、前田⁴⁹⁾も被蓋改善後に咀嚼筋の活動が増加して正常咬合の値に近づくと報告している。外科矯正をしない反対咬合では前歯部の逆被蓋が下顎の前方偏位を起し、咀嚼リズムの不安定や咀嚼筋活動の低下を招き、これが被蓋の改善によって正常化して咀嚼能力が増加すると思われる。

一方、外科矯正の必要な骨格型要因の強い反対咬合では、術前矯正中は咬合が次第に崩れるために、また術後矯正中は新しい顎位にすぐにはなじまないために、どちらも未治療より低下する。咀嚼筋活動は術後3カ月ころが最も低下し⁵¹⁾、6カ月から1年で治療前のレベルになり^{52,53)}、6年以上かかって治療前の1.5倍から2倍になるとされ⁵⁴⁾、術後新たな顎位になじむのに相当な期間がかかることがわかる。

叢生については、治療前の咀嚼運動経路やリズムの不安定は矯正治療によって正常化するが⁵⁵⁾、咀嚼面積の増加は保定中に起こることが報告されている⁵⁶⁾。

歯科矯正では咬合の改善のために健全な歯を抜去して治療することが多い。当然咀嚼面積は減少するが、咀嚼能力は逆にわずかに増加する⁵⁷⁾。矯正治療は咀嚼機能を障害するものではないが、不正咬合者の咀嚼能力は咀嚼機能の回復を目的とするほど低くないと言える。

6. 咀嚼能力の発達と歯科矯正との関わり

現在、日常に食される食品の多くは、あまり噛まなくてもよい食品である。Farrellの研究⁵⁸⁾でも、不完全な咀嚼であっても最大の消化が十分に確保されている。それ故、不正咬合者の咀嚼能力が正常咬合者に比べて幾分低くても、食物摂取の観点からはあまり意味をもたない。

しかしながら咀嚼機能が顎発育に及ぼす影響については、軟食実験^{59,60)}、筋切除実験^{61,62)}、筋活動刺激実験^{63,64)}などの動物実験や、進行性筋ジストロフィー患者⁶⁵⁾や脳性マヒ児⁶⁶⁾の顎発育の観察から下顎枝の発育不全や後方回転を起こすことが知られている。

近年のモータリゼーションに伴う運動不足が成人病の素因とされている⁶⁷⁾ように、調理器具の発達やレトルト食品の普及に伴う咀嚼機能の低下は、咀嚼機能のいわば体力の低下を招き、発達期の小児においては顎発育の不全、不正咬合や顎関節症につながる⁶⁸⁾ことが危惧される。

あまり噛む必要がない食品をしっかり噛むかどうかは、個人の食習慣に基づく。つまりごはんは噛まなくても完全に消化できる⁵⁸⁾が、人によってしっかり噛む人もいればあまり噛まずに飲み込む人もいる。この違いは咀嚼の学習期間にあたる哺乳、離乳期に形成されると考えられるが、食習慣が形成されるしくみやそれが顎発育に及ぼす影響についてはわかっていない。

思春期は、上下顎骨の水平的、垂直的アンバランスが顕在化する時期である。水平的なアンバランスに対してはチンキャップのような顎整形装置で治療を試みるが、垂直的なアンバランスである骨格性の開咬にいたっては治療法がない。骨格性の開咬は下顎骨の後方回転を特徴としており、思春期以降に増加する⁶⁹⁾。Houston⁷⁰⁾は下顎の後方回転の原因を頸椎の発育と開閉口筋のバランスから説明している。下顎骨は下顎頭を支点として閉口筋で釣り下がり、開口筋で引っ張られている。頸椎が発育して頭蓋が上方に移動するとき、開閉口筋のバランスがくずれると下顎は後方へ回転する。この時期は咀嚼能力が急激に増大し、閉口筋は側頭筋優位から咬筋優位に変わり^{38,39)}、咬合力の増大^{34,35)}を生む。これらの変化を頸椎の発育に順応したものと考えるとHoustonの仮説は興味深い。開閉口筋と頸椎の発達を含めて、顎発育との関わりを検討する必要がある。

小児期からのほぼ10年間に乳歯列から永久歯列へと交換し、顎骨、咀嚼筋や周囲組織の急激な発達が起こ

る。咀嚼や嚥下などの口腔機能もこれらの形態変化と影響し合いながら発達する。咬合はこれらの機能と形態の発達の上に成立するので、矯正治療により咬合形態を変えても機能的制約内でしか変えることができず、治療後の安定も望めない。近年、後戻り防止のための噛みしめ訓練⁷¹⁾や、顎変形症患者のリハビリのための咀嚼訓練⁷²⁾を行って、積極的に機能の改善を図る試みが報告されている。治療の安定を得るためには、治療に機能訓練や食事指導を組み込むことが効果的である。さらに健全な食習慣を定着させるには、乳児期からの母子保健指導も重要と思われる。

文 献

- 1) Tweed, C. H.: Clinical orthodontics, 1st ed., 33-34, The C. V. Mosby Co., SaintLouis, 1933
- 2) Dahlberg, B.: The masticatory effect, Acta Medica Scandinavia 39, 1-156, 1942
- 3) Manly, R. S. and Braley, L. C.: Masticatory performance and efficiency, J. Dent. Res. 29, 448-462, 1950
- 4) 石原寿郎：篩分法による咀嚼能率の研究, 口病誌 22, 207-255, 1950
- 5) 佐藤通泰：咀嚼能率の測定に使用する人工試料の研究, 九州歯会誌 12, 440-457, 1958
- 6) 小沢 至, 橋本 讓：チューインガムによる咀嚼混合能力の測定について, 補綴誌 3, 52-55, 1959
- 7) 羽田 勝：チューインガムによる咀嚼能力の測定—測定方法の統計学的分析—, 廣大歯誌 9, 133-138, 1977
- 8) 羽田 勝, 柄 博治, 田部孝治, 山内和夫, 菅野義信, 宗岡洋二郎, 前谷照男：チューインガムによる咀嚼能力の測定—石原の簡易測定法との比較—, 廣大歯誌 9, 133-138, 1977
- 9) 伊藤学而, 広瀬寿秀, 井上直彦：野外調査に適した咀嚼能力測定法の検討, 口腔衛生会誌 38, 289-195, 1988
- 10) 広瀬寿秀, 伊藤学而：チューインガム法で測定した咀嚼能力と咬合および顎顔面形態との関連, 日矯歯誌 47, 746-756, 1988
- 11) 中島昭彦：咀嚼機能に関与する二, 三の生理学的要因の分析, 九州歯会誌 30, 20-36, 1976
- 12) 泉澤勝憲：歯周疾患患者の咀嚼能率に関する研究—とくに歯周治療の効果について—, 日歯周誌 21, 14-30, 1979
- 13) 広瀬寿秀, 吉田礼子, 伊藤学而, 井上昌一：咀嚼能力の発達経過に関する研究—チューインガム法による検討—, 小児保健研究 49, 521-527, 1990
- 14) 広瀬寿秀, 中山二博, 相星順子, 伊藤学而：不正咬合者の咀嚼能力と矯正治療による変化, 日矯歯誌 51, 302-307, 1992
- 15) 川畑 衛：各種食品咀嚼時の咀嚼筋の積分筋電図について, 歯科医学 32, 453-486, 1969
- 16) 三浦不二夫, 入江通暢, 井上直彦, 倉島晃一, 鈴木祥井, 黒田敬之, 布田栄作：咀嚼能率の研究 II. 咀嚼能率測定値の個人内変動について, 日矯歯誌 21, 142-146, 1962
- 17) 増田元三郎：ATP顆粒剤を用いた吸光度法による咀嚼能力測定法について, 歯科ジャーナル 16, 121-130, 1982
- 18) 延原通夫：不正咬合者の咀嚼機能に関する研究, 阪大歯誌 3, 63-78, 1958
- 19) 沼田 収：ポリカーボネートカプセル含有のチューインガムによる咀嚼の圧縮能力測定法, 口病誌 56, 61-75, 1989
- 20) Manly, R. S.: Factor affecting masticatory performance and efficiency among young adults, J. Dent. Res. 30, 874-882, 1951
- 21) 塩野幸一, 柴崎貞二, 吉元辰二, 山田 宗, 小椋正：幼児と成人の顎・顔面の形態と咀嚼筋機能に関する研究, 小児歯誌 16, 535-543, 1978
- 22) Møller, E.: The chewing apparatus, Acta Physiol. Scand. 69, 151-189, 1966
- 23) 田部孝治：咀嚼筋活動と顎・顔面形態に関する研究 II. 咬筋の活動および閉顎力と顎・顔面形態との関係について, 日矯歯誌 35, 255-265, 1976
- 24) 藤田邦彦：閉顎力と顎・顔面形態との関連性について, 九州歯会誌 32, 477-485, 1976
- 25) 植野 信：成長発育に伴う咀嚼機能の発達に関する研究, 歯学 79, 1235-1260, 1992
- 26) 羽田 勝：咀嚼能力に影響を及ぼす諸因子とそれらの関係の統計学的解析, 廣大歯誌 10, 21-33, 1978
- 27) Shiere, F. R. and Manly, R. S.: The effect of the changing dentition on masticatory function, J. Dent. Res. 31, 526-534, 1952
- 28) Shiere, F. R. and Manly, R. S.: Masticatory function of adolescents, J. Dent. Res. 34, 318-321, 1955
- 29) 三浦不二夫, 入江通暢, 井上直彦, 倉島晃一：咀嚼

- 嚼能率の研究 I. 成長にともなう咀嚼能率の変化の観察, 日矯歯誌 21, 134-141, 1962
- 30) 酒井洋二: 学童の咀嚼能率の逐年的研究, 日大歯学 43, 258-270, 1969
- 31) 伊藤雅夫: 小児の咀嚼能力についての研究 第1編 健全歯列児の咀嚼能力について, 歯科医学 40, 340-352, 1977
- 32) 前田隆秀, 今井 麗, 樋口直人, 斎藤健志, 赤坂守人: 小児の摂食機能と行動(食べ方)に関する研究 第1報 咬合力, 咀嚼能力について, 小児歯誌 27, 1002-1009, 1989
- 33) 木村邦彦: 成長; 発生—出生から成人まで—(人類学講座8), 初版, 124-135, 雄山閣出版, 東京, 1974
- 34) 吉松信喜, 吉田達也, 野瀬 清: 成長期における咬合力の変化について, 臨床歯科 223, 20-22, 1959
- 35) 広瀬永康: 成長発育に伴う小児咀嚼筋の瞬発力に関する研究, 小児歯誌 26, 97-111, 1988
- 36) 会田栄一, 今村基遵, 河田典雄, 長門洋代, 石黒裕茂, 小野俊朗, 黒須一夫: 小児の咀嚼経路に関する研究—前頭面における咀嚼パターンについて, 小児歯誌 26, 19-29, 1988
- 37) 篠田圭司: 小児におけるガム咀嚼時の顎運動パターンについて, 小児歯誌 26, 371-390, 1988
- 38) 旭爪伸二: 正常咬合者と叢生者の咀嚼筋活動量に関する研究—Hellmanの咬合発育段階に基づいて—, 小児歯誌 26, 535-555, 1988
- 39) 平井志都子: Hellmanの咬合発育段階に基づく小児の下顎切歯運動路の推移について, 小児歯誌 28, 108-132, 1990
- 40) 榎 恵: 歯科矯正学, 第2版, 9-15, 医歯薬出版, 東京, 1979
- 41) 遠藤康子, 浅野央男, 土川登志子, 大山正博, 坂本敏彦: 不正咬合者の自己識と矯正治療の心理的効果, 日矯歯誌 41, 665-679, 1982
- 42) 大原久子, 寺田員人, 篠倉 均, 花田晃浩: アンケート調査による外科的矯正治療後の患者の心理について, 日顎変形誌 2, 32-47, 1992
- 43) 広瀬浩三: 学童期における下顎前突者の顎, 顔面頭蓋形態と咀嚼筋活動様式に関する研究—頭部X線計測学的ならびに筋電図学的研究—, 阪大歯誌 19, 51-80, 1974
- 44) 中島昭彦, 玉利和彦, 早瀬利雄: 咀嚼機能の研究 II. 反対咬合について, 日矯歯誌 34, 66-75, 1975
- 45) Ahlgren, J.: Mechanism of mastication, Acta Odontol Scand. 24, 39-109, 1966
- 46) 大道貞祥: 混合歯列期における正常咬合者と上顎前突者の顎の運動学的ならびに筋電図学的研究, 岐歯学誌 16, 147-163, 1989
- 47) Sassouni, V. and Forrest, E. J.: Orthodontics in dental practice, 1st ed., 121-145, The C.V. Mosby Co., SaintLouis, 1971
- 48) 桑原 聡: 低年齢反対咬合者の切歯被蓋改善後にみられる咀嚼運動の変化に関する研究, 日矯歯誌 48, 601-613, 1989
- 49) 前田忠利: 正常咬合者と反対咬合者の ovrjet 改善前後の顎の運動学的ならびに筋電図学的検討, 岐歯学誌 16, 121-146, 1989
- 50) Nakasima, A. and Takahama, Y.: Functional assessment of abnormal occlusion, 日矯歯誌 38, 360-371, 1979
- 51) 広瀬圭三, 谷口 勇, 丸山浩司, 増田 豊, 熊澤康男, 高森 等, 園山 昇: 下顎枝矢状分割術後変化と咀嚼筋活動量の経時的変化との関連について, 顎変形誌 8, 239-241, 1991
- 52) 船越正也: 顎変形症の咀嚼障害とその評価, 日顎変形誌 1, 137-138, 1991
- 53) 津留宏道, 長澤 亨, 阿部泰彦: 顎変形症患者の咀嚼機能評価, 日顎変形誌 1, 139-141, 1991
- 54) 黒田敬之, 宮城貴仁, 石渡靖夫, 坂本光徳: 咀嚼機能の改善の評価, 歯科展望 77, 1081-1086, 1991
- 55) 中村俊弘, 新井 孝, 小林慶介, 石川晴夫, 志賀博, 小林義典: 矯正治療前後の咀嚼運動の機能的分析, 第50回日本矯正歯科学会大会抄録, 1991
- 56) Haydan, B., Ciger, S. and Saatcj, P.: Occlusal contact change after the active phase of orthodontic treatment, Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 102, 22-28, 1992
- 57) マンスル ナシル, 香川国和, 山内和夫: 小臼歯抜歯をともなう矯正治療が顎口腔機能におよぼす影響について—横断的資料による検討—, 広歯誌 25, 324-331, 1993
- 58) Farrell, J. H.: The effect of mastication on the digestion of food, Brit. Dent. J. 100, 149-155, 1956
- 59) 伊藤学而, 黒江和斗, 安田秀雄, 井上直彦, 亀谷哲也: 顎骨の退化に関する実験的研究, 日矯歯誌 41, 708-715, 1982

- 60) Ito, G., Mitani, S. and Kim, J. H.: Effect of soft diets on craniofacial growth in mice, *Anat. Anz. Jena.* 165, 151-166, 1988.
- 61) Avis, V.: The significance of the angle of the mandible: an experimental and comparative study, *Amer. J. Phys. Anthropol.* 19, 55-61, 1961
- 62) 深沢裕文, 三谷英夫: 筋機能減退後の幼弱ラット下顎骨形態変化の特異性, *日矯歯誌* 44, 339-350, 1985,
- 63) Kantomaa, J.: The effect of electrical stimulation of the lateral pterygoid muscle on the growth of the mandible in the rat, *Proc. Finn. Dent. Soc.* 78, 215-219, 1982
- 64) 高橋一郎: ラット外側翼突筋の活動性が下顎頭軟骨の成長発育に及ぼす影響に関する組織学的研究, *日矯歯誌* 50, 368-382, 1991
- 65) 三浦廣行: Duchennen 型進行性筋ジストロフィー症患者における咀嚼筋機能, 並びにその累年変化に関する研究, *岩手医誌* 40, 619-635, 1988
- 66) 金子芳洋: 食べる機能の障害: 心身障害児における摂食機能の異常, 初版, 60-61, 医歯薬出版, 東京, 1987
- 67) 幸山彰一, 安田 保, 山地啓司: 体力・健康概論, 初版, 1-36, 杏林書院, 1982
- 68) 井上直彦, 伊藤学而, 亀谷哲也: 咬合の小進化と歯科疾患—ディスクレパンシーの研究—, 初版, 72-130, 医歯薬出版, 東京, 1986
- 69) 須佐見隆三, 橋爪秀夫: 開咬 その基礎と臨床; 開咬の発現, 河田照茂, 尾関 哲, 初版, 7-17, 医歯薬出版, 東京, 1979
- 70) Houston, W. J. B.: Mandibular growth rotations their mechanisms and importance, *Eur. Orthod. J.* 10: 369-373, 1988
- 71) 粥川 浩: “保定”の診断についての一考察 初診時, 動的処置終了時の咀嚼筋(側頭筋後腹・咬筋)筋活動の比較研究から, *クインテッセンス* 8, 97-114, 1989
- 72) 原とも子, 竇 広道, 菅原準二, 三谷英夫, 川村仁, 石川久史: 顎矯正外科治療後のガム咀嚼訓練が顎口腔機能に及ぼす効果について 第2報: 咀嚼能力, 咬合力および咬合接触点の変化, 第52回日本矯正歯科学会大会抄録, 1993