

咬合力と顎顔面形態との関連性 ー簡易型咬合力計を用いてー

臼井 暁昭, 駿河 充城¹, 栗原 三郎

松本歯科大学 歯科矯正学講座

¹駿河歯科医院

Occlusal force and relevance to maxillofacial configuration
-with Occlusal Force Meter-

TOSHIAKI USUI, MITSUKI SURUGA¹ and SABURO KURIHARA

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Matsumoto Dental University

¹*SURUGA DENTAL OFFICE*

Summary

It is very important for orthodontists to understand the relationship between bite force (function) and facial pattern (morphology) with regard to orthodontic prognosis. Much research related to bite force has already been conducted in the dental field. A simple method, however, for measuring occlusal force has not been reported. We have utilized a handy type of occlusal force meter for orthodontic patients, and the data we obtained by the occlusal force meter was very helpful in judging the prognosis of the patient.

The purpose of this research was to investigate the relationship between the maximum bite force measured by a handy type bite force meter and the skeletal pattern. Forty-four male adults were selected for this research to measure the maximum bite force, and their cephalometrics were also analyzed.

A fairly strong correlation was found between the maximum bite force and both the mandibular plane angle ($r=-0.425$), and the facial angle ($r=0.483$). On the other hand, a weak correlation was found between the force and the occlusal plane ($r=-0.321$) as well as the gonial angle ($r=-0.239$).

緒 言

歯科矯正診断に際して、患者から得られる臨床的な資料は患者の不正咬合を分析していく上で不可欠なものである。この分析に用いられる資料は

石膏模型、各種X線写真、口腔内写真および、顔面写真^{1,2)}などで、その不正咬合がどのようなものであるのか、またどの要素が不正なのかを解析する上で重要なものとなっている。しかし、これらの資料は患者の歯列や顎顔面頭蓋の静的な状態

を把握するものであり、顎顔面口腔環境の動的な状態すなわち顎運動や咀嚼筋活動などを表現しているものではない¹⁾。そこで当施設では顎口腔機能の状態を把握する一助として、不正咬合の動的評価法の一つと考えられる咬合力に着目し、検討を加えてきている^{1,2)}。特に簡易型咬合力計は咬合力の測定に関して臨床の場においても比較的容易に測定可能であり、この装置により測定された最大咬合力は安定したものであった²⁾。

そこで使用方法の簡便な簡易型咬合力計を用いて、最大咬合力を測定し、顎顔面形態との関連性を明確にすることを目的として、以下の検討を行った。

資料と方法

I. 計測装置

最大咬合力の測定には長野計器製作所製の簡易型咬合力計オクルーザルフォースメーター^{1,2,3)}を用いた。全体の長さ約200 mm、幅30 mm、厚さ15 mm、重さ70 g程度で術者が手で握るハンドル部と被験者が咬み込む咬合力検出部とで構成された小型の装置である。上面がダイアグラムで覆われたハウジング内の封入液の液圧を内蔵された圧力計で測定する。

図1 (a) は装置模式図ならびに (b) は外観写真である。

II. 被験者

被験者は著しい歯列不正および顎関節症状を認めず、測定対象歯に歯冠補綴物のない平均24歳10

か月 (23歳2か月から26歳3か月) の男性44名とした。

III. 測定方法

被験者を診療用チェアーに座らせ、自然な頭位で術者が咬合力センサーを上顎第一大臼歯に接触させた状態から、被験者に噛みしめを行わせた (図2)。測定回数は被験者に連続的に測定することを説明後、連続で10回予備測定した後、5回計測しこれを本測定とした。また、測定間隔は休むことなく連続的に行った²⁾。

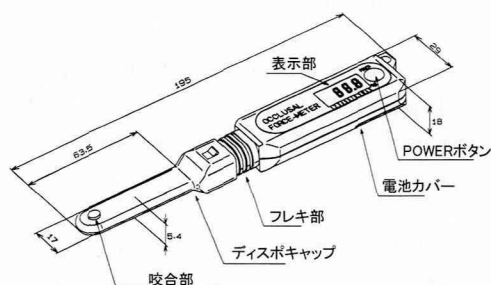
IV. 顎顔面形態の評価

顎顔面形態の評価は、習慣性咬合位での側貌頭部X線規格写真の撮影を行い、栗原ら¹⁾及び岩崎ら⁴⁾の報告を参考にして次の4項目の計測を行った (図3)。

1. 顔面平面角 (Facial plane angle)
2. 下顎下縁平面角 (Mandibular plane angle)
3. 下顎角 (Gonial angle)
4. 咬合平面角 (Occlusal plane angle)

V. 最大咬合力の測定および顎顔面形態との関連性の検討

最大咬合力の測定を行い²⁾、側貌頭部X線規格写真による顎顔面形態との関連性を検討するために、それぞれの値をパーソナルコンピュータ (Macintosh PowerBook G 3, Apple) に入力し統計用ソフトウェア StatView (HULINKS) によって相関係数および回帰直線を算出した。統計処理は Pearson correlation coefficient を用いて検討した。



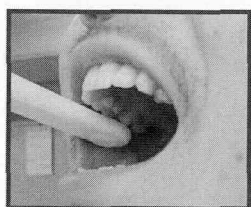
(a)



(b)

図1：簡易型咬合力計の模式図 (a) と写真 (b)

この装置はハンディタイプの咬合力計であり、全体の長さ約200 mm、幅30 mm、重さ70 g程度でハンドル部と咬み込む咬合力検出部とで構成されている。咬合力検出部にはディスポーザブルのプラスチックカバーを用いる。また測定値はハンドル部に液晶表示される。



測定部位

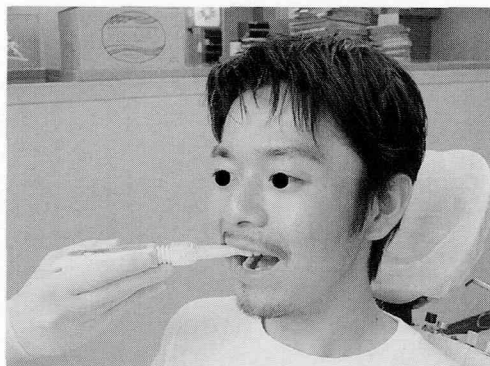


図2：咬合力測定方法と測定部位

1. 被験者を診療用チェアに座らせ、咬合力センサーを挿入した状態で噛みしめを行わせた。
2. 測定部位は咬合力センサーを上顎第一臼歯咬合面に接触させ咬合させることにより測定した。
3. 計測回数は初めに10回測定した後に、引き続き5回測定することとした。

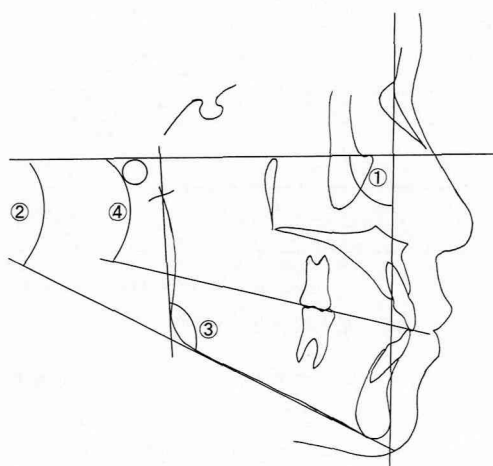


図3：側方頭部エックス線規格写真トレース計測項目

- ① Facial plane angle
- ② Mandibular plane angle
- ③ Gonial angle
- ④ Occlusal plane angle

結 果

I. 最大咬合力の平均、標準偏差

被験者44名における最大咬合力の分布を図4に示す。最大咬合力が10 kgf以下の人数は0名であったが、11~20 kgf、21~30 kgfでは各1名となっていた。また、31~40 kgfでは6名であり、41~50 kgfでは9名、51~60 kgfでは7名、61~70 kgfでは最多の10名で、71~80 kgfでは7名、81~90 kgfでは3名であり、91 kgf以上は0名で

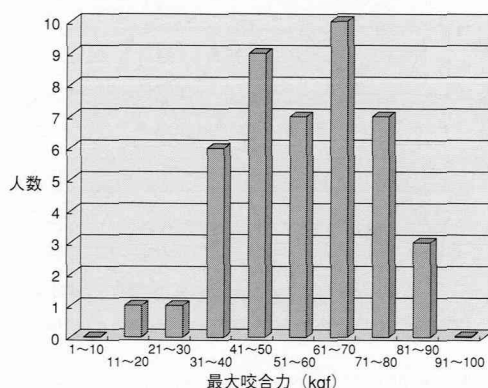


図4：最大咬合力の分布

44名における平均は56.5 kgf (S.D. 16.8) であり、1~100 kgfまでを9 kgf刻みで10段階に分類した。

あった。最大咬合力の平均は56.5 kgf、標準偏差はS.D. 16.8であった。

II. 最大咬合力と顎顔面形態との相関関係

1. 顔面平面角と最大咬合力の分布状況を表すグラフを図5に示す。顔面平面角は78.5~90.2°の範囲をとり、顔面平面角が大きくなると最大咬合力も大きくなる傾向を示した。顔面平面角の平均は85.0° (S.D. 3.0) であり、相関係数は0.483 ($P < 0.01$) あった。

2. 下顎下縁平面角と最大咬合力との分布状況を表すグラフを図6に示す。下顎下縁平面角は16.4~39.1°の範囲をとり、下顎下縁平面角が大きくなると最大咬合力は小さくなる傾向を示した。下顎下縁平面角の平均は27.2° (S.D. 5.4) で

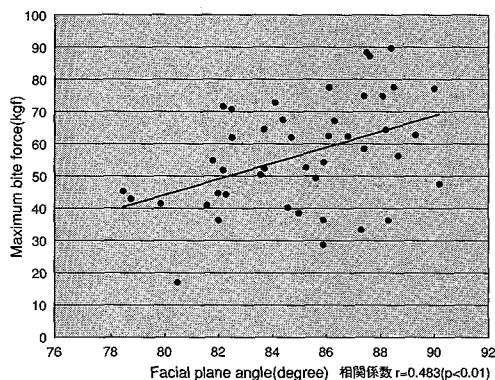


図5：最大咬合力と顔面平面角との関係

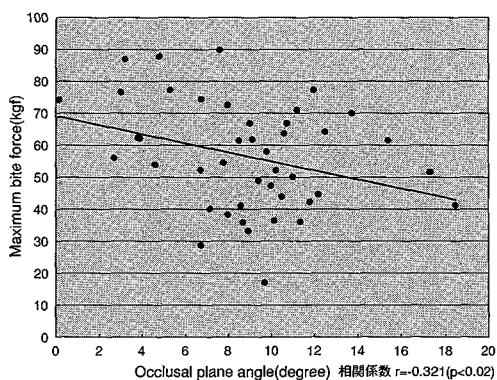


図7：最大咬合力と咬合平面角との関係

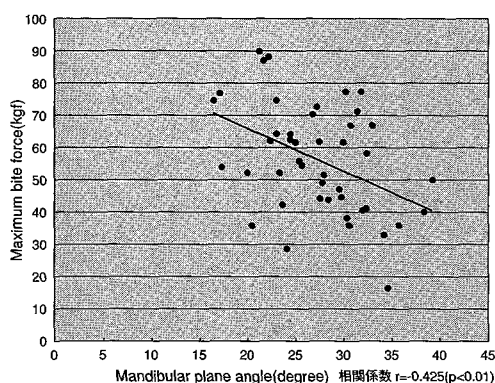


図6：最大咬合力と下顎下縁平面角との関係

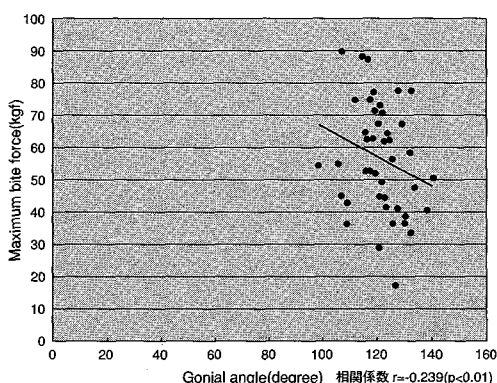


図8：最大咬合力と下顎角との関係

あり、相関係数は -0.425 ($P<0.01$)であった。顔面平面角と同様に、その分布にはかなり相関が認められた⁵⁾。

3. 咬合平面角と最大咬合力との分布状況を表すグラフを図7に示す。咬合平面角は $2.7\sim 18.5^\circ$ の範囲をとり、咬合平面角が大きくなると最大咬合力が小さくなる傾向は認められるものの、平均は 8.9° (S.D. 3.8)であり、相関係数は -0.321 ($P<0.02$)であり、やや弱い相関が認められた。

4. 下顎角と最大咬合力との関係を表すグラフを図8に示す。下顎角は $98.5\sim 140.2^\circ$ の範囲をとり、下顎角が大きくなると最大咬合力は小さくなる傾向は認められた。平均は 121.3° (S.D. 8.8)であり、相関係数は -0.239 ($P<0.01$)であった。

考 察

I. 測定装置と測定方法について

測定した最大咬合力は口腔単位としての顎を開

じる力つまり最大閉顎力⁶⁾と考えられる。咀嚼機能は主として閉口筋群および開口筋群により営まれるが、各筋の活動をそれぞれ把握し分析することは困難である。よって本研究では咀嚼機能の総合的な機能の指標として最大咬合力を評価することとした。

また、本装置はハンディタイプの咬合力計であり、臨床的にみて非常に簡便に使用可能であった²⁾。

通常の咬合力は、咬合接触面積に作用する力の大きさで表されるが、今回の咬合力測定法では咬合接触面積を正確に求めにくいいため、上下の歯で咬んだ全圧を最大咬合力とした³⁾。また、センサー部はステンレス製の板で咬合力を受けているので、センサー部と歯との接触面積には変化は認められない。

測定部位については各歯において最大咬合力を測定したところ、第一大臼歯部で最も大きい最大咬合力が認められた²⁾。また、被験者の歯冠形態

や咬合状態によりセンサー部と歯の接触部位にはやや変化が認められたが、これは本装置の簡便性のために起きる誤差と思われる。また、矯正歯科治療においても特に大臼歯部の咬合関係が重要であることから、第一大臼歯を測定部位とした。感圧シートを用いた測定では第二大臼歯が最大値を示したという報告⁷⁾もあるが、われわれが行った研究では第一大臼歯が第二大臼歯より最大咬合力が大きかった。これは本装置センサー部と感圧シートの厚みの差により、下顎位の違いが生じたためと考えられる。

センサー部の厚みについて Morimoto ら⁸⁾はウサギの大脳皮質誘発性のリズムカルな顎運動中において、上下臼歯間にポリウレタンシートの小片(厚さ 2 mm)を試料として挿入して咀嚼させると、咀嚼力および咬筋活動が試料の硬さの変化とともに増大し、この増大効果には歯根膜感覚受容器および筋紡錘からの求心性情報が重要な役割を果たすと報告している。つまり咀嚼力を増大させる要素として咀嚼資料の硬さや厚みがあると思われる。このことより従来の感圧シートを用いた測定より本装置のセンサー部の厚み(15 mm)のため咬合力が最大値を発揮しやすいと考えられた⁹⁾。

測定回数については各被験者別に最大咬合力の推移を検討したところ(100回測定)、測定初期に比べ中期以降では減少傾向にあり測定値も不安定であった²⁾。本研究のような機能検査においては、被験者の筋の疲労、不安感などの心理的作用が測定値を大きく変化させる。従って、今回の実験で得られた測定回数の設定は、最大咬合力を安定して測定するために最小限の咬合時における疲労と装置に対する測定時の不安感の緩和ということと、日常臨床での測定方法を簡便化するという2点から、実用性ならびに再現性が高いものと考えられる。

II. 測定結果と顎態について

最大咬合力平均値は56.5 kgfであり、標準偏差は16.8であった。被験者の選択基準を著しい歯列不正および顎関節症状を認めず、測定対象歯に歯冠補綴物のないこととしたが最大咬合力の分布は大きくなった。これは測定部位や回数の誤差によるばらつきではなく、被験者の年齢や身体能力的な個体差等による違いによるものと思われた。

顔面平面角と最大咬合力との関係については顔面平面角つまりオトガイ部の前後的位置を示す計測項目と最大咬合力との間に有意相関が認められた。これはオトガイ部が前方に位置する個体では最大咬合力が大きいことを意味する。閉口筋が Proctor¹⁰⁾の報告にあるように下顎骨の一定部位に付着しているのであれば、オトガイ部が前方に位置するということは支点としての下顎頭から筋の付着部である力点までの距離が長くなり、回転モーメントが大きくなって最大咬合力も大きくなると考えることが可能である¹¹⁾。また、大きな咬合力を示す個体は成長期を通して成人に至るまで、顎・顔面部の骨格が大きい傾向にある¹²⁾。つまり大きな咬合力をもつ個体は咀嚼筋の強い力を負担できる骨格が必要なため発達した下顎骨体を持っていると推察される。また、顎顔面部の骨格の発達した個体では咬合力も大きい傾向があるとされている¹³⁾。

一方、下顎下縁平面角と最大咬合力との間に負の有意相関が認められた。このことは下顎骨が後方回転傾向にある長顔型の形態を持つ個体では咬合力が小さいことを意味しており、同様の研究を行った Hassan ら¹⁴⁾や Braun ら¹⁵⁾や Raadsheer ら¹⁶⁾や稲葉ら¹⁷⁾の結果と一致した。成長過程に下顎下縁平面が開大するようなハイアングルケースを、Moss¹⁸⁾の機能基質理論にあてはめて考えると、筋機能の差が、歯の萌出に影響を与え、大臼歯の過剰萌出をもたらし、二次的に小臼歯部での垂直的補償を余儀なくされたためと考えられる¹⁹⁾。

また、Proffit and Fields²⁰⁾は小児からの成長段階において何らかの原因により筋の成長が中断し、大人になっても筋の収縮力が弱い場合には、顔貌は結果として長顔型になると考察している。また、筋が形態変化を起こす例として Kreiborg ら²¹⁾や Gazit ら²²⁾は進行性の筋萎縮症の患者で頻繁に生じる開咬への変化について、下顎骨を挙上する閉口筋の機能が低下することにより下顎骨の後下方への回転の力が相対的に大きくなって開咬が生じ、続いて下顎枝前縁の骨吸収、後縁の骨添加が下顎の形態的变化を生じさせると説明している。しかしながら相関係数 -0.425 はかなり相関がある²³⁾ものの強い相関はない。このことは下顎下縁平面角と最大咬合力の間には例外が存在する

ことを意味しているといえる。

Proctor, A. D.¹⁰⁾は過蓋咬合傾向の個体は開咬傾向の個体に比べ、咬筋の走行とS-N平面および下顎下縁平面のなす角がより90°に近づく傾向にあり、下顎を挙上するために咬筋の筋力の垂直成分が大きくなると述べている。本研究では顔面平面や下顎下縁平面の傾斜が緩やかであれば咬合力は大きい傾向にあることがわかったが、それに比べ下顎角および咬合平面角と最大咬合力ではやや相関が認められたことを考慮すると、顔面頭蓋に対する閉口筋のなす角が重要な意味を持つのではと考えられる。さらに、今後閉口筋の走行と咬合力また顎顔面形態との関係について更なる研究が必要と思われる。

ま と め

簡易型咬合力計を用いた最大咬合力と顎顔面形態の関連性は、著しい歯列不正および顎関節症状を認めず、測定対象歯に歯冠補綴物のない平均24歳10か月（23歳2か月から26歳3か月）の男性44名を対象に簡易型咬合力計を用いた最大咬合力と顎顔面形態の関連性では、図9に示すようなA. 顔面平面角が大きい、B. 下顎下縁平面角が小さい、C. 咬合平面角が小さい、D. 下顎角が小さいという特徴をもつ顎態が強い最大咬合力を持つ

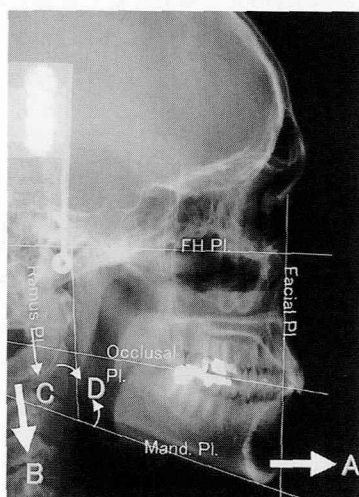


図9：咬合力が強い傾向の側貌

- A. 顔面平面角が大きい
- B. 下顎下縁平面角が小さい
- C. 咬合平面角が小さい
- D. 下顎角が小さい

傾向にあった。

文 献

- 1) 栗原三郎, 田中 緑, 出口敏雄 (1998) 簡易型咬合力計の矯正臨床への応用—その特徴と使用方法—, JOP 6: 85-6.
- 2) 臼井暁昭, 佐藤陽一, 上松節子, 栗原三郎 (2001) 簡易型咬合力計の臨床への応用, 甲北信越短正歯科雑誌 9(1): 67-74.
- 3) 坂口正雄 (1996) ハンディタイプ咬合力計の開発, 医用電子と生体工学 34-1: 52-5.
- 4) 岩崎秀哉 (1995) 咬合力と顎顔面形態との関係, 日衛誌 50: 683-92.
- 5) 石村貞夫 (1993) すぐわかる統計解析, 第1版: 34-5, 東京図書出版, 東京.
- 6) 田部孝治 (1976) 咀嚼筋活動と顎・顔面形態に関する研究, 日矯歯誌 35: 239-54.
- 7) 山田一尋, 福井雄雄, 森田修一, 花田晃治, 河野正司, 山田好秋 (1997) 顎関節症を伴う不正咬合患者の側面顎顔面形態と咬合力の関連に関する研究, 顎機能誌 4: 59-65.
- 8) Morimoto T, Inoue T, Masuda Y and Nagashima T (1989) Sensory components facilitating jaw-closing muscle activities in the rabbit. Exp Brain Res 76: 424-40.
- 9) 平林健彦 (1974) 種々な下顎位における咬合力に関する研究, 補綴誌 18: 337-60.
- 10) Proctor, A. D. (1970) Masseter muscle position relative to dentofacial form. Angle Orthod 40: 37-44.
- 11) 上原美智也 (2000) 成人正常咬合者における歯列咬合面圧分布と顎顔面形態との関係について, Orthodo Waves 59(2): 98-110.
- 12) 藤田邦彦 (1978) 閉顎力と顎・顔面形態との関連性について, 九州歯会誌 34(4): 477-85.
- 13) 広瀬寿秀 (1988) 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, 日矯誌 47: 746-56.
- 14) Hassan G. S., Yamada K., Rakiba S., Morita S. and Handa K. (1997) Relationship between craniofacial morphology and occlusal force In adults with normal occlusion. J Jpn Orthod Soc 56: 348-61.
- 15) Braun S., Bantleon HP, Hnat WP, Freudenthaler JW, Marcotte MR and Johnson BE (1995) A study of bite force, part 2: Relationship to various cephalometric measurements. Angle Orthod 65: 373-7.
- 16) Raadsheer M. C., Van Eijden. T. M. G. J., Van Ginkel. F. C. and Prahl-Andersen, B. (1999) Contribution of jaw muscle size and craniofa-

- cial morphology to human bite force magnitude. *J Dent Res* **78** : 31-42.
- 17) 稲葉敬子 (1994) 顎顔面形態と咬合力に関する研究, 歯科学報 **94** : 153-75.
- 18) Moss, M. L. (1962) *The functional matrix (vistas in orthodontic)*, 85-98. Lea and Febiger, Philadelphia.
- 19) 久保寺 篤 (1995) 咬合力および咬合接触面積と顎顔面形態との関係について, 日大歯学 **69** : 98-103.
- 20) Proffit, W. R. and Fields, H. W. (1983) Occlusal forces In normal- and long-face children. *J Dent Res* **62** : 571-4.
- 21) Kreiborg S., Leth B., Jensen, E. Moller, and Bjork A. (1987) Craniofacial growth In a case of congenital muscular dystrophy. *Am J Orthod Dentofac Orthop* **74** : 207-15.
- 22) Gazit E., Bornstein N., Lieberman M., Serfaty V., Gross M., and Korczyn A. D. (1987) The stomatognathic system in myotonic dystrophy. *Eur J Orthod* **9** : 160-4.