

# 開咬患者の下顎骨皮質骨厚：パノラマX線写真における評価

田中 宏慶, 石田真奈美, 天野 有希  
井藤 一江, 山口 和憲, 丹根 一夫

## Mandibular cortical width in patients with open bite: evaluation with panoramic radiographs

Hironori Tanaka, Manami Isida, Yuki Amano, Kazue Itou,  
Kazunori Yamaguchi and Kazuo Tanne

(平成10年3月17日受付)

### 緒 言

一般に、全身の骨格形態と機能との間には密接な関係があると言われている。顎顔面領域においても、咀嚼機能は顎顔面形態に影響を及ぼす因子の一つと考えられ、両者の関連性を検討しようとした多くの報告がみられる<sup>1-6)</sup>。また、最近では、骨の内部構造の指標として骨塩量を用いたさまざまな研究が行われ、咀嚼機能が骨の内部構造との関連を有する可能性も示唆されている。すなわち、成長発育期における下顎骨骨塩量と咬合力との間に正の相関があること<sup>7)</sup>、咀嚼機能障害を有する顎変形患者では骨密度が低く、その分布が不均一であること<sup>8)</sup>、口唇裂口蓋裂患者における骨の内部構造の低形成が、上顎歯列弓の狭窄に伴う咬合異常に起因した咀嚼機能障害と何らかの関連性を有していること<sup>6)</sup>などの所見が明らかにされている。

本研究では、咬合関係や顎顔面形態の異常が大きく、これに起因する咀嚼機能障害を有することの多い開咬患者を対象として、下顎骨皮質骨厚 (mandibular cortical width, MCW) を下顎骨骨塩量の指標として用い、若年期の長期にわたる咀嚼機能障害と骨の内部構造や顎顔面形態との関連性について検討を行った。

### 資料及び方法

研究対象として、負のオーバークロウを示す開咬患者23名 (開咬群：平均年齢19歳2ヶ月) と、咬合接触状態に著しい不正を呈していない広島大学歯学部附属

歯科衛生士学校生30名 (対照群：平均年齢19歳2ヶ月) を用いた (表1)。また、下顎骨骨塩量に対する全身の因子の影響をできるだけ小さくするために、明らかな骨代謝疾患がなく、ほぼ成長の終了した女性を対象とし、かつ世代による食生活の差が少なくなるように1969年～1979年生まれの者とした。

資料として、パノラマX線写真、側面頭部X線規格写真、平行模型を使用した。

MCWの計測は、田口ら<sup>9)</sup>の方法に準じて行った。図1に示すようにパノラマX線写真の透写図上で、オトガイ孔中心部から下顎骨下縁に対して垂線を引き、垂線上の下顎骨皮質骨の厚さを1/20mmノギスを用いて3回測定し、その平均を算出した。なお、両群とも左右のMCWに有意差が認められなかったため、その平均を計測値として使用した。

咬合接触歯数の測定は、咬合紙を介して平行模型を中心咬合位において咬合せせ、印記を認めた歯数を計測することにより行った。

表1 研究対象

開咬群	女性	23名
	平均年齢	19歳2ヶ月
	平均接触歯数	7.8歯
	平均身長 (14名)	156.2 cm
	平均体重 (14名)	49.5 kg
対照群	女性	30名
	平均年齢	19歳2ヶ月
	平均接触歯数	23.8歯
	平均身長 (18名)	156.8 cm
	平均体重 (18名)	48.1 kg

広島大学歯学部歯科矯正学講座 (主任：丹根一夫教授) 本論文の要旨は平成9年6月の第30回広島大学歯学会 総会において発表した。

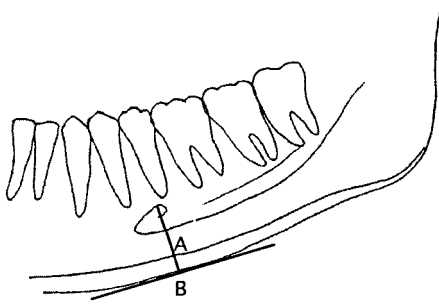


図1 下顎骨皮質骨厚 (MCW) の計測方法  
 オトガイ孔中心部から下顎骨体部下縁におろした垂線と皮質骨の上縁 (A) と下縁 (B) との交点間の距離 (A-B) を MCW とした。

側面頭部X線規格写真では、図2に示す距離計測5項目と距離の比1項目、ならびに角度計測5項目を計測した。

これらの計測結果について、開咬群と対照群間の有意差の有無を検定し、さらに MCW と顎顔面形態、MCW と咬合接触歯数の間の相関の有無について検討した。

結 果

1. 下顎骨皮質骨厚 (MCW)

開咬群は平均 2.91 mm, 対照群は平均 3.64 mm で、

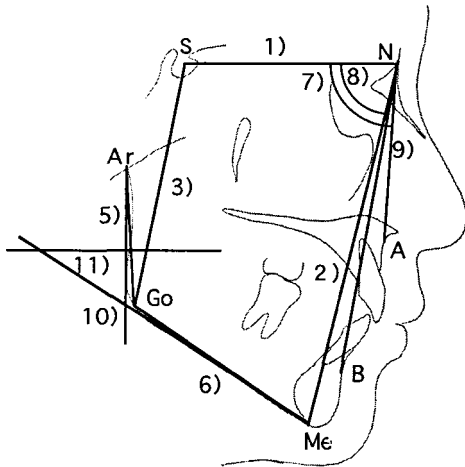


図2 側面頭部X線規格写真計測項目

距離計測項目	角度計測項目
1) S-N	7) $\angle$ SNA
2) N-Me	8) $\angle$ SNB
3) S-Go	9) $\angle$ ANB
4) S-Go/N-Me	10) Gonial angle
5) Ar-Go	11) $\angle$ SN-MP
6) Go-Me	

開咬群は対照群と比較して有意に小さな値を示した (図3)。このように MCW の大きさからみて、開咬群は、対照群に比べ下顎骨骨量が少なく、骨梁の低形成が示唆された。

2. 咬合接触歯数

開咬群の平均は 7.8, 対照群の平均は 23.8 で、開咬群は有意に小さな値を示した。このことから、開咬群では緊密な咬頭嵌合が欠落していることが強く示唆され、咀嚼機能障害の程度が大きいことが推測された。

3. 顎顔面形態

開咬群と対照群の側面頭部X線規格写真の分析結果と両群間の有意差の有無を表2に示す。N-Me は、開咬群 132.6 mm であつたのに対し対照群 125.5 mm, S-Go/N-Me については開咬群は 0.60, 対照群 0.64,

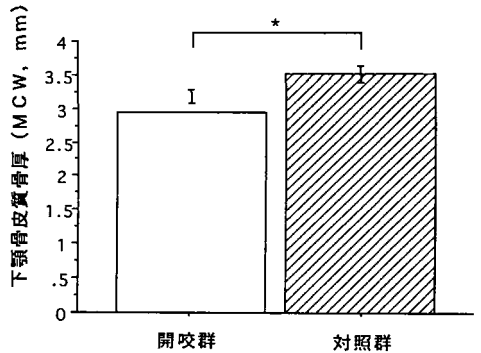


図3 下顎骨皮質骨厚 (MCW) の計測値と両群の比較  
 \*: 両群間で有意差あり (p<0.05)

表2 側面頭部X線規格写真分析値の比較

距離計測項目 (mm) (°)	開咬群		対照群		有意差
	Mean	SD	Mean	SD	
S-N	68.5	2.2	67.0	3.3	
N-Me	132.6	5.7	125.5	5.1	**
S-Go	79.1	6.3	79.9	4.6	
S-Go/N-Me	0.60	0.06	0.63	0.04	**
Ar-Go	48.1	6.1	47.5	4.3	
Go-Me	75.7	6.5	72.1	4.9	*
$\angle$ SNA	90.9	10.9	82.6	2.5	**
$\angle$ SNB	88.6	12.8	78.5	3.1	**
$\angle$ ANB	2.1	6.5	4.1	2.4	**
Gonial A.	129.2	7.2	123.0	7.3	*
$\angle$ SN-MP	42.2	8.1	36.1	6.1	**

\*: p<0.05 \*\*: p<0.01

Gonial angle は、開咬群 129.2°, 対照群 123.0°,  $\angle$ SN-MP は、開咬群 42.2°, 対照群 36.1° であり、いずれの項目についても両群間に有意差を認めた。このことより、開咬群は、前顔面高の過大、前後顔面高比の過小、下顎角の過大、下顎下縁平面の開大などの垂直方向の不調和を示し、骨格性開咬患者における形態的特徴を示した。また、 $\angle$ SNA,  $\angle$ SNB,  $\angle$ ANB などの上下顎の前後的位置を示す項目、下顎骨骨体長を示す Go-Me についても有意差を認めた。

#### 4. 下顎骨皮質骨厚と顎顔面形態及び咬合接触歯数との関連性

両群を合わせた53名について、MCW と顎顔面形態との相関分析を行ったところ、前顔面高 N-Me, Gonial angle との間に有意な負の相関がみられた (表3)。このことより、MCW は上下顎の垂直的大きさを決定する計測項目と強い関連を有することが明らかとなった。また、下顎骨骨体長 Go-Me, 下顎骨の前後的位置  $\angle$ SNB との間に有意な負の相関が、上下顎の前後関係  $\angle$ ANB との間に有意な正の相関がそれぞれ認められ、下顎前突傾向の大きい者ほど MCW の値が小さくなることが示された。

さらに、MCW と咬合接触歯数との相関を検討したところ、有意な正の相関がみられ (表3)、咬合接触歯数が多いほど MCW の値が大きくなることが明らかとなった。

## 考 察

### 1. 下顎骨皮質骨厚の評価方法について

高齢化社会の到来に伴い、骨粗鬆症に起因した老人の骨折が増加している。したがって、骨折の予防をはじめとして、本症に対処するためには早期に骨塩量減少を捉えることが重要と考えられる。現在、その手法には、micro-densitometry (MD), single photon absorptiometry (SPA), quantitative computed tomogra-

phy (QCT), dual photon absorptiometry (DPA), dual energy X-ray absorptiometry (DXA) などがあり、骨塩定量法として臨床応用されている。MD は特殊な装置を必要とせず、通常の X 線撮影装置により測定可能であるが、測定精度が低いことや解析に時間がかかることなどが報告されている。SPA は  $^{125}\text{I}$  の単一エネルギーを線源とするため、測定部位は周囲組織を均一とみなせる前腕骨や指骨に限られ、QCT は皮質骨と海綿骨を分けて定量できるが、CT スキャン装置を用いるため被爆量が多く、コストが高い。また、測定誤差も多いという欠点が指摘されている。DPA は、二つの異なるエネルギーの  $\gamma$  線を、DXA は、二つの異なるエネルギーの X 線を線源として用い、骨と軟部組織の吸収差を利用して骨塩量を測定するため、骨塩定量のみを目的とする装置を必要とする。DPA は、光子量の不足、線源の減衰などの欠点があるが、これらの欠点解消のために線源として X 線を用いた DXA は、その優れた精度や再現性、測定時間の短縮などの点から DXA が骨塩量測定的主流となっている。

一方、歯科医学分野においては、顎骨が全身の骨のように粗鬆化により自然骨折を起こす危険性はきわめて稀であるが、歯の喪失や過度の歯槽骨吸収、歯周疾患等の症状が顎骨の骨塩量減少の随伴症状の可能性がある<sup>10-13)</sup> ことを考慮すれば、顎骨の骨塩量評価の必要性が同様に示唆される。また、その方法としては、前述の手法に加えてコンピュータ X 線断層写真上の測定法や、パノラマ X 線写真を用いた骨形態計測学的評価法などが臨床応用されている。その中で、特殊な装置を必要とせず、一般的かつ簡便な方法であり、歯科矯正臨床における診断資料の一部として用いられているパノラマ X 線写真におけるオトガイ孔直下での下顎骨皮質骨厚 (MCW) を指標とした評価法を本研究で用いることとした。本手法については、再現性に優れていることはすでに報告されており<sup>9)</sup>、撮影機種による拡大率の違いも補正可能なことより問題のないことが示されているため、多くの症例についての比較検討が可能である。さらに、下顎骨骨塩量と下顎骨皮質骨厚との間に強い正の相関を認めたとする牧らの報告<sup>14)</sup> や、骨粗鬆症における皮質骨量減少は、皮質骨内の骨密度減少よりも皮質骨の菲薄化に起因しているという報告<sup>15)</sup> から、皮質骨厚は骨の内部構造を反映する重要な指標と考えられる。以上のことから、本研究で用いた下顎骨皮質骨厚は下顎骨の内部構造の評価を行う上で有用な指標と考えられた。

### 2. 研究対象について

咀嚼機能という局所的因子が下顎骨の内部構造に及

表3 MCW と顎顔面形態ならびに咬合接触歯数との相関係数

	MCW		MCW
S-N	-0.05	$\angle$ SNA	-0.16
N-Me	-0.36 *	$\angle$ SNB	-0.33 *
S-Go	-0.04	$\angle$ ANB	0.42 *
S-Go/N-Me	0.14	Go angle	-0.45 *
Ar-Go	-0.14	$\angle$ SN-MP	-0.25
Go-Me	-0.34 *		
咬合接触歯数	0.60 **		

\*:  $p < 0.05$  \*\*:  $p < 0.01$

ばす影響を検討するため、研究対象の選択に際しては、骨塩量の獲得に影響を与えると考えられる全身の因子をできるだけ排除するよう配慮した。すなわち、世代の違いによる食生活（カルシウム摂取量等）の差が生じないように1969年～1979年に生まれた同世代の成人を用いた。

19歳前後の女性を対象にしたのは、男性が30歳までに徐々に骨塩量を獲得するのにに対し、女性では性ホルモンの分泌が旺盛になる思春期に骨塩量は急激な増加を示し、20歳前後にはほぼ最大骨量を獲得する<sup>9,16,17</sup>とされ、この時期までの長期にわたる咀嚼機能障害は、女性において特に、最大骨量の獲得により大きな影響を及ぼすと推察されたためである。

全身性の代謝（副甲状腺ホルモン、ビタミンD、カルシトニン等のカルシウム代謝ホルモン）については、血液検査などの詳しい検査は行っていないが、明らかな骨代謝疾患がなく、X線写真上でも特に異常を認めない者を用いた。

体格も骨塩量と密接に関連し、特に体重は、機械的負荷として局所の骨代謝速度に影響を及ぼすと言われている<sup>18</sup>。しかし、体重と全身各部位の骨塩量との関連を検討した百武ら<sup>19</sup>、Nishizawaら<sup>20</sup>は、腰椎や大腿骨などの荷重骨では有意な相関がみられたが、非荷重骨においては明確な相関がなかったと報告している。このため、非荷重骨である下顎骨の場合は体重という機械的負荷の影響は大きくないものと考えられる。また、体重が骨代謝に影響を及ぼす別の機序として、肥満女性では骨の形成に関与するエストロゲンの合成率が高い<sup>21</sup>ことが挙げられているが、調査が可能であった開咬群14名、対照群18名について資料採得時の身長と体重を両群間で比較検討したところ、有意な差は認められなかった（表1）。これらのことから、本研究における皮質骨厚に対する体格の影響はほとんどないものと考えられた。

咀嚼能力は中心咬合位での接触歯数、接触面積と有意な正の相関があると報告<sup>22</sup>されている。一方、本研究でも実証されたように、開咬患者は咬合接触歯数が明らかに少なく、接触面積も小さいため、咀嚼能力が個性正常咬合者よりも劣ると推測される。また、咬合力も咀嚼能力と高い正の相関がある<sup>22</sup>と言われている。開咬患者の咬合力については、噛みしめ時の閉口筋活動を修飾する要因として、咬合接触状態に関係した歯根膜感覚が重要であると報告<sup>23</sup>されている。したがって、個性正常咬合者に比べ咬合接触歯数が著しく少ない開咬患者では、緊密な咬頭嵌合の喪失により、閉口筋活動の低下、つまり咬合力の低下が起こっている可能性が強く示唆される。このことから、開咬患者が

個性正常咬合者に比べ咀嚼能力が劣っていると判断することはきわめて妥当と考えられた。

以上のことより本研究の結果は、下顎骨の骨塩量に影響を及ぼしうる全身因子を極力少なくすることにより、局所的因子である開咬に起因した咀嚼機能障害によるものと推察された。

### 3. 咀嚼機能と骨の内部構造ならびに顎顔面形態との関連性について

本研究で用いた開咬群の咬合接触歯数は平均7.8で、対照群の23.8を大きく下回っていた。また、開咬群は対照群に比べて歯の咬耗も著しく少なかった。このことから、開咬群では緊密な咬頭嵌合の欠落により、閉口筋活動の低下が長期にわたって存在いたと考えられる。さらに、Sassouni<sup>24</sup>は骨格性開咬患者では咬筋が第一大臼歯の後方に付着しているとし、新出<sup>25</sup>は咬筋自体に組織学的な違いがなくても開咬患者は正常咬合者に比べ、顎骨形態や筋走向の差違に起因して筋力を十分に発揮できない可能性があるとしている。

運動が骨代謝に影響を及ぼす機序として、Hendersonら<sup>26</sup>は運動により副甲状腺ホルモン（PTH）の分泌が増加し、その同化作用が骨塩量の増加に役立つと報告している。また、Bassett<sup>27</sup>は、機械的負荷が電位変化を介して骨芽細胞を活性化するため、骨に対する機械的負荷の方向に骨量が増加すると述べている。運動と骨塩量との関係については、運動選手の骨塩量が一般人に比べ高い値を示し、運動能力が骨塩量と相関することが知られている<sup>28</sup>。一方、運動量が急に低下したときには、不動性萎縮のように筋肉量の減少とともに骨吸収が生ずる<sup>29</sup>と言われ、その一例として、宇宙飛行士の骨塩量低下<sup>30</sup>が挙げられる。

以上のことより、本研究で得られた開咬群における下顎骨皮質骨厚の過小すなわち骨内構造の低形成は、緊密な咬頭嵌合の欠落、これに伴う閉口筋の活動低下、顎骨形態や筋走向の変異による咬筋の活動低下などの咀嚼機能障害と下顎骨への機械的刺激の減少に関連した結果と推察された。

咀嚼機能障害と顎顔面形態の関連性について、山田ら<sup>1,2</sup>、井藤ら<sup>3,4</sup>は乳臼歯の歯冠崩壊及び早期喪失が下顎角の開大等の形態的特徴を惹起し、これらの形態的特徴が側方歯萌出に伴う臼歯部咬合の回復に伴い消失する傾向を呈したと報告している。また、数野ら<sup>5</sup>は片側性口唇裂口蓋裂患者における対咬接触歯数と下顎角との間に負の相関を認め、石田ら<sup>6</sup>も口唇裂口蓋裂患者における上顎歯列弓の狭窄をはじめとした咬合異常による咀嚼機能障害が下顎角の開大等の形態的变化との関連性を有することを示した。これらの報告は、成

長期の咬合異常による咀嚼機能障害が顎顔面形態に影響を及ぼす可能性を示唆するものである。

本研究の結果において、開咬群は骨格性開咬を呈していた。また、下顎骨皮質骨厚との間に相関がみられた計測項目は、前顔面高、下顎角、 $\angle$ SNB、 $\angle$ ANBであった。すなわち、前顔面高が大きく、下顎角が開大するほど下顎骨皮質骨厚が小さくなる傾向を認めた。これらのことより、本研究結果は、成長期の咬合異常による咀嚼機能障害が、顎顔面形態のみならず骨の内部構造にも影響を及ぼすことを強く示唆するものであった。

また、下顎前突傾向の強い者ほど下顎骨皮質骨が薄かった点については、咬合力は上下方向に作用するが、下顎骨はその力を局所だけで受けとめるのではなく下顎骨全体で受けとめると考えられ<sup>31)</sup>、下顎前突患者においては局所あたりの機械的負荷が少ないことによる結果と考えられた。

矯正歯科治療の究極の目的は、単に不正咬合による美的障害を取り除くだけではなく、正常な口腔機能が営めるような咬合を確立することである。また、不正咬合による齲蝕や歯周疾患を予防し、外傷・咀嚼機能障害・発音障害などのさまざまな咬合に関する疾患を予防するための口腔環境をつくることも目的のひとつであると考えられる。さらに、豊富な骨量の獲得とその維持が可能な咬合を矯正歯科治療によって早期につくりだすことも重要な点として特筆されるであろう。

## 文 献

- 山田建二郎, 坂井哲夫, 荒木真弓, 他: 反対咬合者における乳白歯齲蝕とその実態. I. 矯正治療前の顎態. 日矯歯誌, 40: 57-65, 1981.
- 山田建二郎, 本田雅弘, 荒木真弓, 他: 反対咬合者における乳白歯齲蝕とその実態. II. 矯正治療に伴う顎態の変化. 日矯歯誌, 41: 126-135, 1982.
- 井藤一江, 竹中美奈子, 米田尚登, 他: 乳白歯齲蝕が正被蓋を有する矯正患者の顎態に及ぼす影響——I. 矯正治療前の顎態——. 日矯歯誌, 41: 117-125, 1982.
- 井藤一江, 竹中美奈子, 米田尚登, 他: 乳白歯齲蝕が正被蓋を有する矯正患者の顎態に及ぼす影響——II. 側方歯萌出後の顎態——. 日矯歯誌, 42: 149-157, 1983.
- 藪野 洋, 米田尚登, 山田建二郎, 他: 片側性唇顎口蓋裂患者における対咬接触歯数と顎態の関連——矯正治療に伴う顎態の変化——. 日口蓋誌, 15: 9-20, 1990.
- 石田真奈美, 井藤一江, 太田佳代子, 他: 口唇裂口蓋裂患者の下顎骨皮質骨厚: パノラマX線写真による評価. 日口蓋誌, 21: 196-202, 1996.
- 牧 憲司, 葛 立宏, 木村京子, 他: 学童期小児の咬合力と骨塩量に関する臨床的研究. 小児歯誌, 32: 488-493, 1994.
- 槇宏太郎: 顎の変形と咀嚼障害. 歯界展望, 76: 359-361, 1990.
- 田口 明, 谷本啓二, 末井良和, 他: パノラマX線写真における顎骨骨量の指標とその評価. 歯放, 33: 309-316, 1993.
- Groen, J.J., Menczel, J., Shapiro, S.: Chronic periodontal disease in patients with presenile osteoporosis. *J. Periodontol.*, 39: 19-23, 1968.
- Kribbs, P.J., Smith, D.E., Chesnut, C.H.: Oral findings in osteoporosis. relationship between residual ridge and alveolar bone resorption and generalized skeletal osteopenia. *J. Prosthet. Dent.*, 50: 719-724, 1983.
- Daniel, H.W.: Postmenopausal tooth loss contributions to edentulism by osteoporosis and cigarette smoking. *Arch. Intern. Med.*, 143: 1678-1682, 1983.
- Taguchi, A., Tanimoto, K., Suei, Y.: Tooth loss and mandibular osteopenia. *Oral Surg. Oral Med. Oral Radiol. Endod.*, 79: 127-132, 1995.
- 牧 憲司, 葛 立宏, 鶴田 靖, 他: 下顎骨骨塩定量と下顎底部皮質骨の厚さに関する研究——学童期における臨床的評価——. 小児歯誌, 31: 879-886, 1993.
- 長谷川友亮, 串田一博, 山崎 薫, 他: 骨粗鬆症における皮質骨量減少は、皮質骨内の骨密度減少以上に皮質骨厚の菲薄化に起因する(抄). 日本骨代謝学会抄録集, 50, 1995.
- 清野佳紀, 田中弘之, 西山宗六, 他: 日本人若年女子の最大骨量. 医学の歩み, 170: 1041-1042, 1994.
- 藤田拓男: 最大骨量と骨粗鬆症. *Clinical Calcium*, 5: 573-576, 1995.
- 小山英則, 西沢良記: 肥満・やせと骨塩量. 医学の歩み, 165: 601-605, 1993.
- 百武栄一, 後藤澄雄, 山縣正庸, 他: 健常男女の骨塩量に対する体重の影響に関する研究. 日骨形態誌, 1: 51-55, 1991.
- Nisizawa, Y.: Obesity as a determinant of regional bone mineral density (Suppl). *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 37: S65-S70, 1991.
- 水口弘司: 性ホルモンと骨代謝——Overview, *The Bone*, 6: 27-32, 1992.
- 中島昭彦: 咀嚼機能に関する二、三の生理学的要因の分析. 九州歯会誌, 30: 20-36, 1976.
- 保田好隆: 骨格性反対咬合者の噛みしめ時の閉口筋活動と咬合接触状態との関連性について. 阪大歯学誌, 39: 340-359, 1994.
- Sassouni, V.: *Orthodontics in Dental Practice*, St. Louis, 1971, C.V. Mosby, 121-244.
- 新出 淳: 小児および成人前歯部開咬患者の形態的特徴と咀嚼機能に関する研究. 日矯誌, 45: 38-47, 1986.

- 26) Henderson, S.A., Grsham, H.K., Mollan, R.A.B., Riddoch, C., Sheridan, B. and exercise. *Intern. Orthop.* **13**: 69-73, 1989.
- 27) Bassett, C.A.L: Biophysical principles affecting bone structure. In Bourne, G.H. ed.; *The Biochemistry and Physiology of Bone*, Vol III. 1-76, Academic Press, New York, 1972.
- 28) Nilsson, B.E., Westlin, N.E.: Bone density in athletes. *Clin. Orthop.*, **77**: 179-182, 1971.
- 29) 佐藤哲也, 小池達也: 運動と骨粗鬆症. *医学の歩み*, **165**: 581-584, 993.
- 30) Mack, P.B. et al.: Bone demineralization of foot and hand of gemini-Titan IV, V and VII astronauts during flight. *Am. J. Roent.* **100**: 503-511, 1967.
- 31) 田松裕一: ヒト下顎骨唇側側緻密質の局所的縦弾性係数の測定に関する研究. *歯基礎誌*, **36**: 306-329, 1994.