

男子体育学部大学生の顎口腔機能と骨密度

Relationship between dental occlusal function and bone mineral density in male athletes

内 藤 祐 子*, 松 本 高 明**
高 柳 篤 史***, 市 川 公 一***

Yuko NAITO *, Takaaki MATSUMOTO **,
Astushi TAKAYANAGI *** and Kouichi ICHIKAWA ***

ABSTRACT

The purpose of this study was to clarify the relation between the bone mineral density and the dental occlusal function in male athletes. Nineteen male athletes were participated as volunteer subjects. The following factors of dental occlusal function were measured ;biting force, biting force valance, gonial angle, and corpus mandibular length. Biting force and biting force valance were determined by dental prescale.

To analyze multiple correlation, there was significant positive correlation ($p<0.01$) between corpus mandibular length and bone mineral density, but no correlation was observed between bone mineral density and biting force. The results indicate that the increase in masticatory force may lead to increased bone mineral density.

We have also investigated the relation between the concentrations of saliva components and bone mineral density in male athletes. But, there were no correlations between bone mineral denstiy and salive Ca or total protein concentrations.

Key words; bone mineral density, biting force, saliva components

は じ め に

スポーツ医学の一分野としてスポーツ歯学が認識されつつある。特に顎口腔領域の様々な機能と身体全身機能や運動能力との関係について深い関心が寄せられている。著者らは咀嚼機能の評価法として咬合力および咬合力バランスに着目し、体育学部男子大学生を対象に調査を行い、咬合力バ

ランスの良好群が不良群と比べて等尺性最大筋力が有意に高い値を示すことを報告した⁹⁾。さらに、顎運動機能が咬合力に深く影響していることも示した¹⁰⁾。

近年、小児に多く見られる交叉咬合の原因の一つに咬合力の低下すなわち咀嚼筋活動の少なさがあげられている。咀嚼筋活動の減少は顎骨の成長に影響を及ぼし、その結果、顎骨の短小化をもた

* 国士舘大学体育学部体育生化学教室 (Lab. of Sports Biochemistry, Faculty of Physical education, Kokushikan University)

** 国士舘大学体育学部スポーツ医科学教室 (Lab. of Sports Medicine, Faculty of Physical education, Kokushikan University)

*** 東京歯科大学衛生学講座 (Dept. of Hygiene, Tokyo Dental College)

**** 国士舘大学体育学部解剖学教室 (Lab of Anatomy, Faculty of Physical education, Kokushikan University)

らすと考えられている。一方、高齢者にとっての骨粗鬆症は重大な社会問題になりつつある。井出らは歯牙を喪失して咬合力が低下すると顎骨では骨吸収がおこって形態が著しく退化すると報告している⁴⁾。さらに、老人を対象に咀嚼能力と腰椎骨塩量を調査したところ、咀嚼能力の不良群は良好群と比較して骨塩量が低下したという報告³⁾もある。こうした事実は咬合力をはじめとする顎口腔機能が骨密度と深く関連があることを裏付けている。

そこで今回、体育学部男子大学生を対象に咬合力をはじめとする顎口腔機能と骨密度を調べ、その関係について検討した。さらに、唾液中のタンパク質とカルシウム濃度を測定し、唾液成分と骨密度の関連についても検討を加えたので報告する。

方 法

I. 被験者

骨密度と顎口腔機能との関連の研究には本学体育学部所属男子大学生19名を被験者とした。競技種目は柔道、水泳、球技であった。さらに、骨密度と唾液成分との関係を調べるため上記19名に体育学部男子大学生20名を加え合計39名について分析を行った。種目特性は柔道、水泳、球技に加えてクラブに所属していない学生であった。表1には全被験者の身体特性を示した。全被験者の年齢の平均は21.0±0.8歳であり、病歴、血液、尿検査において異常がなく、カルシウム剤の投与を行っていないことを確認した。身長、体重ともに広範囲にわたる被験者群であり、骨密度も

表1 被験者の身体特性

項 目	平均値	標準偏差	最大値	最小値
年 齢 (歳)	21.0	0.8	23	19
身 長 (cm)	174	5	184	160
体 重 (kg)	73.3	14.5	115	56
骨密度 (g/cm ²)	1.19	0.13	1.56	1.03
体脂肪率 (%)	15	4.2	24.7	9.7

1.56g/cm²から1.03g/cm²と広域に分布していた。各被験者にはあらかじめ研究の目的、方法について十分な説明を行い同意を得た。

II. 測定項目

1. 咬合機能と顎運動機能の測定

被験者の咬合力と咬合力バランスはデンタルプレスケール30Hを用いて測定した。すなわち各被験者にデンタルプレスケール30HのタイプR型シートを随意性最大咬合力でそれぞれ噛ませ、咬合状態を記録した。これらのデンタルプレスケールはOCCLUZER (富士写真フイルム社製) によって読みとって、咬合力 (N)、咬合力バランス (%) を計測した。さらに顎運動機能としては咬合力と関係の深いゴニアル角度と下顎下縁長を測定した。全被験者はいわゆる個性正常咬合を有し、顎口腔機能に異常を認めない健常者であった。

2. 唾液採取法

耳下腺唾液は外腔内圧を陰圧にしてカービーカップを耳下腺唾液腺口付近の頬粘膜に密着させ、流出する純唾液を採取した。刺激には5%クエン酸水を使用した。得られた唾液は2000回転、15分間で遠心し、上清のみを取りだし、-30℃で分析するまで凍結保存した。分泌速度は総唾液重量と採取にかかった時間より毎分あたりの唾液分泌流量を計算した。

3. 唾液中の成分分析

唾液中のタンパク濃度はBradford法をベースとしたプロテインアッセイキット (Bio-rad) を用いて分析した。唾液中のカルシウムは原子吸光法によって分析した。

4. 骨密度測定

骨密度測定はDEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry) 法にてNorland社製XR26を用いて全身骨密度を測定した。キャリブレーション値は0.8%であった。骨密度測定時に同時に体脂肪量を測定した。

5. 統計解析

全ての測定は同日に行い、得られた結果は

表2 被験者の咬合機能と顎運動機能

項目	平均値	標準偏差	最大値	最小値
咬合力(N)	282.2	99.1	458	122
咬合力バランス(%)	43.1	9.5	63.2	24.7
ゴニアル角度(度)	135	7	155	126
下顎下縁長(cm)	98	6	110	86

表3 唾液成分と分泌速度

	唾液1mあたり	分泌速度 (ml/min) あたり
カルシウム (ppm)	29.5±6.1	30.2±24.3
タンパク質 (μg/ml)	127.5±76.7	189.6±158.3

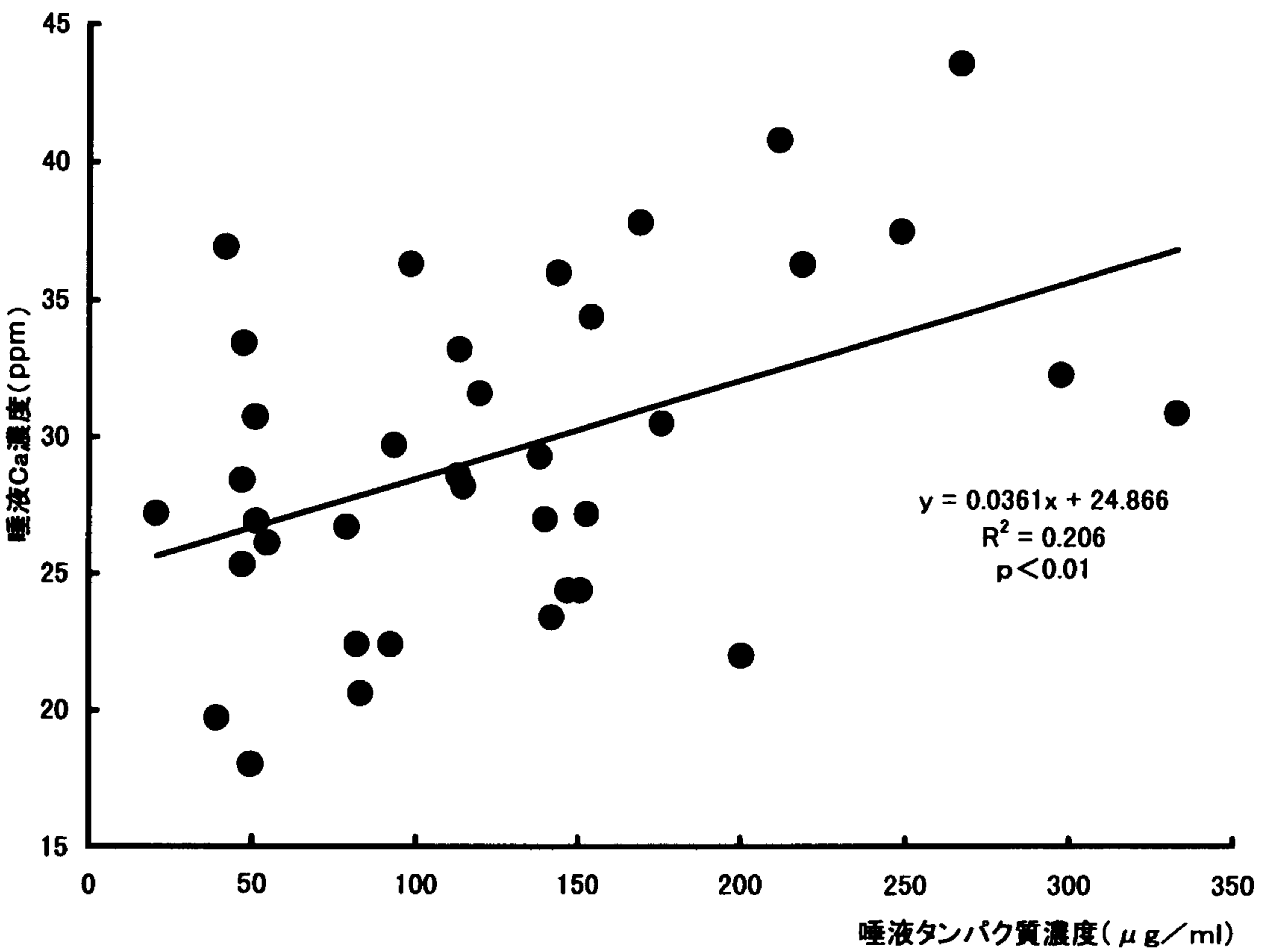


図1 唾液Ca濃度と唾液タンパク質濃度との関係

STAT VIEWを用いて相関係数を求め、それぞれ5%水準で統計学的に有意とした。

結 果

I. 咬合機能と顎運動機能

表2に被験者の咬合機能と顎運動機能の測定結果を示した。咬合力の平均値は282.2N、咬合力バランスは43.1%であった。これらの値は以前内藤らが報告したスポーツ選手とほぼ同様な値であった。顎運動機能として測定したゴニアル角度の

平均は135度であり、これまでに報告しているラグビー選手群より小さく、サッカー選手群より大きな値であった。下顎下縁長の平均値は98cmとスポーツ選手のなかでもいくぶん大きな値を示した。

II. 唾液成分

唾液成分の分析には全被検者39名について行った(表3)。唾液カルシウム濃度とタンパク濃度の平均値はそれぞれ29.5ppmと127.5μg/mlであった。唾液カルシウム濃度とタンパク濃度は分泌流量による変動において類似の動静を示し、分泌流量の増加と共に、その濃度の上昇が認められた。特にカルシウム濃度と唾液分泌流量の間には正の相関関係が得られた(p<0.01)。また、唾液カルシウム濃度とタンパク

濃度の間にもきわめて高い正の相関関係(p<0.01)が認められた(図1)。

III. 骨密度と顎口腔機能

骨密度を目的変数に、顎運動機能ならびに口腔機能のそれぞれの要素を説明変数にして重回帰分析をおこない、その結果を表4と表5に示した。骨密度と咬合機能(咬合力、咬合力バランス)との間には有意な相関関係は認められなかったが、顎運動機能との関係では、正の相関関係が得られた(p=0.0303)。特に下顎下縁長は骨密度と正の

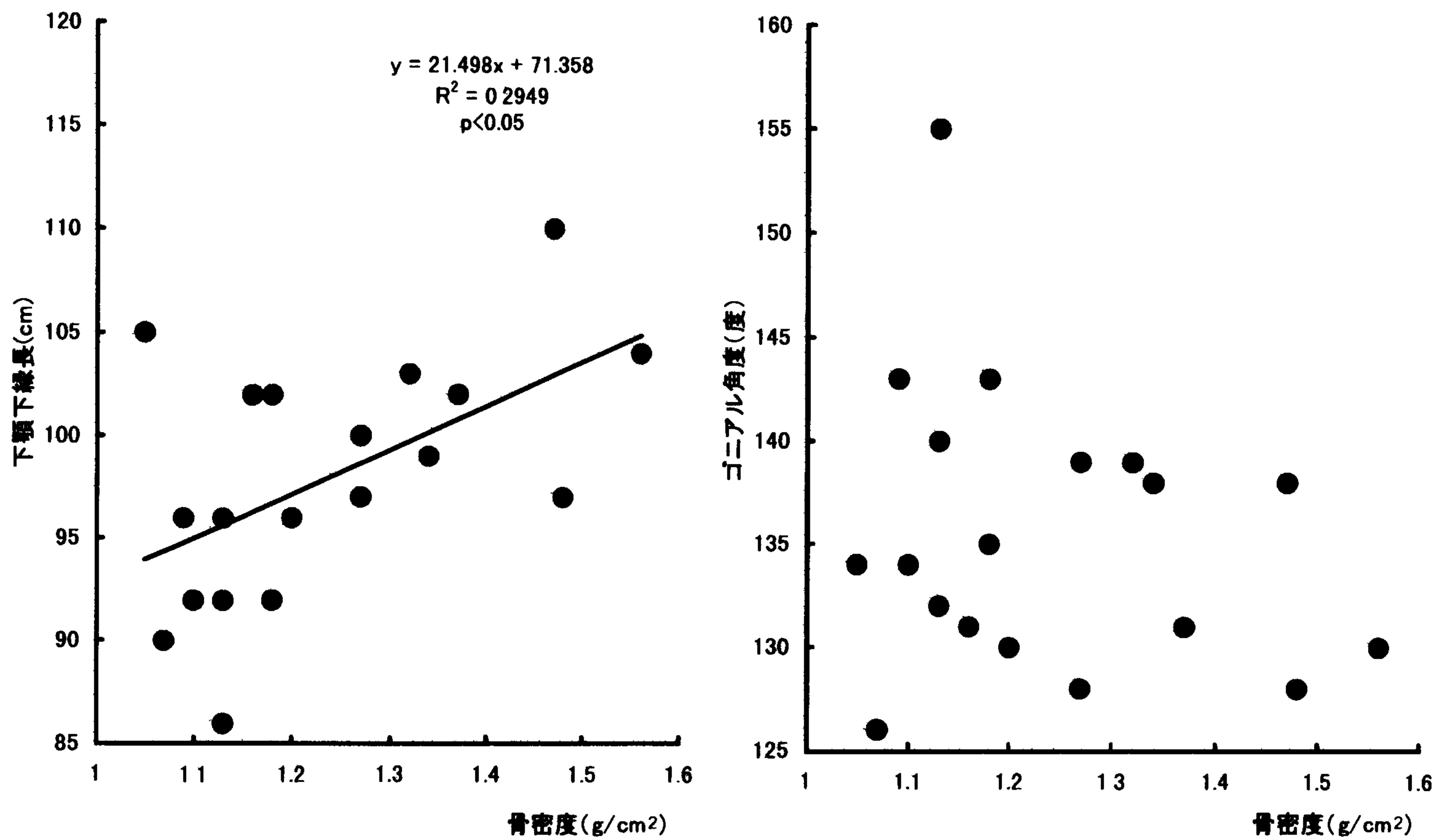


図2 骨密度と顎運動機能（下顎下縁長，ゴニアル角度）との関係

相関（ $p=0.0146$ ）を示した。図2は骨密度と顎運動機能との関係をグラフにしたものである。下顎下縁長の増加につれて骨密度が増加し、有意な正の相関関係を認めた（ $p<0.05$ ）。反対にゴニアル角度は角度が小さくなるにつれ骨密度が増加する傾向を示したが、相関は示さなかった。

IV. 骨密度と唾液成分

骨密度を目的変数に唾液成分濃度を説明変数にして重回帰分析を行った結果が表6である。双方には有意な関係は見られなかった。唾液タンパク質濃度が減少するにつれて骨密度が減少する傾向があり、一方、唾液カルシウム濃度は増加するにつれ骨密度も増加する傾向がすこし認められたが、いずれも有意ではなかった。

考 察

I. 顎口腔機能と骨密度

日頃運動を行っているヒトの方が骨密度が高

表4 骨密度と顎運動機能との関係

	相関関係	pの値
下顎下縁長	0.550	0.0146
ゴニアル角度	-0.244	0.2430
重回帰	0.595	0.0303

表5 骨密度と咬合機能との関係

	相関関係	pの値
咬合力	0.245	0.2969
咬合力バランス	0.018	0.9393
重回帰	0.635	0.1553

表6 骨密度と唾液成分との関係

	相関関係	pの値
唾液Ca	0.075	0.6962
唾液タンパク質	-0.355	0.0708
重回帰	0.328	0.1706

く、骨粗鬆症になりにくいと指摘されている^{11, 12)}が、松本らはよく運動を行っているスポーツ選手でもその競技種目特性によって骨量に違いが見られると報告している^{7, 8)}。特に、重力のかかりに

くい水泳選手や極限まで体脂肪を減少する女子駅伝選手ではかならずしも骨密度は高くなく、むしろ低い値を示す傾向にある。そこでさまざまな骨密度を所有する体育学男子大学生を対象に顎口腔機能との関連について検討してみた。先行研究として老人を対象とした調査で第三腰椎の骨密度と咀嚼能力の間には正の相関があったという報告がある。さらに、一般女子短期大学生の踵骨骨密度が体力測定値と正の相関を示したこと、この女子学生の運動能力の高いグループにおいて骨密度と咬合力との間に有意な正の相関関係が認められたことを岩崎ら^{5, 6)}は報告している。しかし、今回の実験でも顎口腔機能の一部と骨密度との間には有意な関係が見られたが、咬合力単独と骨密度との間には有意な関係は認められなかった。異なった実験結果が得られた理由として対象グループの性差・人数の違いや測定方法の違いが挙げられる。我々はDEXA法で全身骨密度を測定しているのに対して岩崎らは超音波法によって踵骨骨密度を測定している。両測定方法には高い相関性があるとされていたが、超音波法では測定部位が身長や足の長さに影響されるので測定者の習熟度が問題視されるようになってきている。咬合力測定でも直接臼歯にセンサーを加えさせて咬合力を測定する方法は咀嚼筋の影響が強く現れる。一方、オクルーザーによる咬合力の測定は上下歯の接触面積や口腔内の左右バランスによって評価されているので咀嚼筋の発達度よりは歯牙状態の方が影響していると考えられる。したがって本実験では咬合力との関連があらわれなかったのかもしれない。しかし、本実験では下顎下縁長と骨密度との間に正の相関関係を得ている。下顎骨の発達には咬筋の影響を強く受ける。したがって下顎下縁長さなわち顎骨が発達している学生ほど骨密度が高いという本実験結果は間接的に咀嚼機能と全身骨密度が関連していることを裏付けるものと考えられる。さらに、口腔領域において歯牙を喪失して咀嚼機能が低下すると急速に顎骨が退化することから顎口腔機能の発達は顎骨の骨密度を増加させ

る働きがあると考えられる。

Ⅱ. 唾液成分と骨密度

さらに、唾液中の成分（カルシウムと総タンパク質）と骨密度との関連についても検討したが、今回の実験では有意な関係は得られなかった。唾液は血液を原材料としているので血清成分を反映している上に、外来物質の侵入を防御する役割を担っていたり、口腔内の恒常性維持に深く関わっている。しかも日常の歯科診療においてきわめて得やすい生体試料であり、被検者（特に小児や高齢者）に苦痛や侵襲を与えずに試料を採取できる利点がある。したがって、唾液を試料として各種疾患のスクリーニングや診断の指標として用いることはきわめて有用なことと考えられる。しかし、その一方で唾液採取条件による濃度の変動、分泌速度などの個人差を生じる点など、試料採取の標準化が難しいとされている^{1, 2)}。今回、骨塩量のスクリーニングとして唾液中のカルシウムおよびタンパク濃度に着目して生体試料としての有用性を検討したが、有意な値は得られなかった。一般に唾液カルシウムは分泌流量の増加に伴って濃度は増加するが、刺激唾液より無刺激唾液の方が濃度が高い。唾液カルシウムの多くはタンパク質やリン酸、クエン酸などと結合しており、イオン型は総カルシウムの約半分とされている。今回の測定は原子吸光法を用いたので結合型かイオン型かの区別は困難であり、総カルシウム濃度としてとらえるしかない。一般に水泳選手はその種目特性ゆえに骨密度が低いことが知られている。われわれは水泳選手の耳下腺唾液中の総カルシウム濃度を測定したところほかの体育学部選手群と比較してカルシウム濃度が幾分低下しているという結果を得ている。しかし、今回の実験では唾液中の総カルシウム濃度と骨密度との間には相関関係は認められなかった。一方、有意な値を得るまでには至らなかったが、唾液タンパク濃度と骨塩量の間には負の相関関係が観察された。耳下腺唾液のタンパク質の多くはプロリンリッチタンパクやア

ミラーゼである。プロリンリッチタンパクのアミノ酸配列はコラーゲンの配列に類似している箇所をもつことが知られている。したがって唾液タンパク濃度が骨代謝を反映している可能性もあるが今後、年齢や性差を越えて広範囲での試料による検討が必要と考えている。

ま と め

体育学部男子大学生の骨密度と顎口腔領域の咬合機能、顎運動機能、唾液成分についての測定を行った。本研究によって、咀嚼力に影響を及ぼす顎骨の発達が増加させることが明らかとなった。このことは、咀嚼機能の維持も骨密度低下予防のひとつとして考えられ、顎口腔機能は全身機能に影響を及ぼすことが示された。

本研究は国土舘大学体育学部附属体育研究所の1998年度研究助成および平成10年度文部省科学研究費によって実施された。

引用・参考文献

- 1) Ben-Aryen,H.,Shalev.A,et al. : The salivary flow rate and composition of whole and parotid resting and stimulating saliva in young and old healthy subjects. *Biochem. Med. Meta. Biol.*, **36**:260-265, 1986.
- 2) Heft. M.W. and baum,B.J. : Unstimulated and stimulated parotid salivary flow rate in individuals of different ages., *J.Dent.Res.*, **63**:1182-1185, 1984.
- 3) 平野宏彦, 石山直次: 地域老人者の咀嚼能力及び口腔内状況に関する研究, *老年歯科医学*, **7**:150-156, 1993.
- 4) 井出吉信: 加齢による顎骨の形態および内部の構造変化, *日歯医師会誌*, **44**:127-135, 1991.
- 5) 岩崎秀哉, 井奈波良一: 女子短期大学生の咬合力と体力ならびに踵骨骨密度, *民族衛生*, **62**:3-12, 1996.
- 6) 岩崎秀哉, 井奈波良一: スポーツマンの咬合力と体力, *日本衛生学雑誌*, **49**:654-659, 1994.
- 7) 松本高明, 中川磁木: 女子駅伝選手の骨量と骨代謝マーカー. *国土舘大学体育研究所報*, **15**:1-5, 1996.
- 8) 松本高明, 岩原文彦: 競泳選手の骨量と骨代謝. *国土舘大学体育研究所報*, **16**:1-5, 1997.
- 9) 内藤祐子, 市川公一: スポーツ選手の顎口腔機能について, *国土舘大学体育研究所報*, **15**:7-13, 1996.
- 10) 内藤祐子, 高柳篤史ほか: スポーツ選手の顎口腔機能について (第二報), *国土舘大学体育研究所報*, **16**:35-40, 1997.
- 11) Peterson SE,Raymond G, Gilligan C, Checovich MM, Smith EL: Muscular strength and bone density with weight training in middle-aged women. *Med.Sci. Sports Exerc.*, **23**:499-504, 1991.
- 12) Smith EL, Raddan W, Smith PE: Physical activity and calcium modalities for bone mineral increase in aged women. *Med.Sci.Sports Exerc.*, **13**:60-64, 1981.