

# コンタクトスポーツにおけるマウスプロテクター装着による咬合挙上が全身の運動能力に与える影響

日本大学 石上 恵一  
(共同研究者) 同 武田 友孝  
同 島田 淳  
同 月村 直樹

## Concerning the Influence of Bite Raising by a Mouth Protector on Systemic Exercise Capacity of Contact Sports Players

by

Keiichi Ishigami, Tomotaka Takeda,  
Atsushi Shimada, Naoki Tsukimura  
*Nihon University School of Dentistry*

### ABSTRACT

When the players of contact sports or some other sports wear a mouth protector, their bite is held raise to some degree. This may exert effects on their capacity for exercise in addition to the intended effect it has of protecting the stomatognathic system. The present study was undertaken to assess the effect of a mouth protector on the balancing function (a very important function for sports players), using an instrument capable of measuring fluctuation in the center of gravity. At the same time, the protector's effect on the strength of the upper and lower limb muscles during extension and flexion of the elbow and knee was also assessed, because we hypothesized that the mouth protector might also affect the activity of systemic muscles.

This study revealed that a 2-mm bite raising due to the use of a

mouth protector resulted in a slight decrease in the magnitude of fluctuation of the center of gravity in all subjects, when compared to the findings obtained in the intercuspal position without wearing any mouth protector. Furthermore, muscular strength during extension and flexion of the elbow and knee was slightly increased when the players wore a mouth protector.

## 要 旨

コンタクトスポーツなどにおいて、マウスプロテクターを口腔内に装着するという事は、少なからずとも咬合が挙上されることになり、顎口腔系の保護の他に、運動能力への影響が問題となることが推測される。そこで、運動選手として非常に重要な、平衡機能を重心動揺分析装置を用いて、装着時の平衡機能への影響について検討するとともに、全身の筋力の活動量にも影響するものと考え、筋力訓練測定装置を用いて、全身の筋力のうち上下肢の肘関節、膝関節の伸展時および屈曲時の筋力に及ぼす影響について検討を行ったところ、各被験者ともに、咬頭嵌合位に比較して、マウスプロテクター装着時、すなわち咬合挙上量 2 mm の時に、重心動揺軌跡の減少傾向がみられた。また、上下肢の伸展時、屈曲時に筋力の増加傾向がみられた。

## 緒 言

コンタクトスポーツなどにおいて、マウスプロテクターを口腔内に装着するという事は、直接的な外傷を保護する他に、脳震盪と頸部の負傷の数を著しく減らし、外からの力で不自然に起きた咬合接触を和らげるクッションの役目をする事で、顎の骨折をある程度防ぐことができるものと考えられる<sup>1)</sup>。

一方、マウスプロテクターを装着するという事は、少なからずとも咬合が挙上されることにな

り、顎口腔系の保護の他に、運動能力への影響が問題となることが推測される。

スポーツにおけるバランス感覚は、非常に重要であり、筋肉、皮膚、関節からのフィードバック機構を含め、絶えず前庭系に送られてくる情報は、身体の動き、とくにスポーツを行う上で不可欠のものである。そこで、運動選手として非常に重要な平衡機能を、その検査装置である重心動揺分析装置を用いて、マウスプロテクター装着時の重心動揺を指標とした平衡機能を評価すれば、それは少なくとも、装着時の運動能力への影響を示すものと思われる。またさらに、全身の筋力の活動量にも影響を及ぼすものと考えられるところから、医科領域のリハビリテーションで活用されている筋力訓練測定装置を応用し、全身の筋力のうち上下肢の肘関節、膝関節の伸展時、および屈曲時の筋力に及ぼす影響を検討することとした。

## 1. 研究方法

### 1.1 被験者

被験者は、日本大学歯学部学生より、個性正常咬合を有する健全有歯顎者で、顎口腔系に自覚的および他覚的に異常を認めず、耳鼻科的な疾患に関する既往、および現病歴のない 20 歳代の運動部に所属する男性レギュラー選手 6 名を被験者とした。

### 1.2 測定装置

重心動揺および肘関節、膝関節の筋力測定装置は、一連の報告<sup>2-10)</sup>に準じた。

### 1.2.1 重心動揺分析システム

重心位置測定装置は、プラットフォーム型検出台（共和電業）およびマイクロコンピュータ内蔵型アンプ（共和電業，ECG-1010 DS 7）を用いた。

### 1.2.2 肘関節の筋力測定装置

肘関節の筋力測定装置は、Musuculator・GT-30（OG 技研，最大測定荷重 99 kg，測定荷重精度  $\pm 1\%$  以内，以下 GT-30 と略記）を用いた。

本装置は，上下肢の主要筋群のアイソメトリック筋力測定機能と訓練機能とを備えており，本体部とコントローラ部より構成されている。本体部のアームに取り付けられた，測定用アタッチメント内蔵のストレインゲージよりの出力信号を，電気的变化，すなわち電圧としてとらえ，A/D コンバータ，ドライバを介して，コントローラへの入力，荷重表示が得られる。

### 1.2.3 膝関節の筋力測定装置

膝関節の筋力測定装置は，Hydro Musuculator・GT-150（OG 技研，最大測定荷重 199 kg，測定荷重精度  $\pm 1\%$  以内，以下 GT-150 と略記）を用いた。

本装置は，下肢の膝関節の伸展筋および屈曲筋の Variable Velocity and Resistance 訓練機能，およびアイソメトリック筋力測定機能と訓練機能とを備えており，本体部とコントローラ部より構成されている。本体部のアームに加わった荷重は，アームに取り付けられた測定用アタッチメント内蔵のストレインゲージよりの出力信号を，電気的变化，すなわち，電圧としてとらえ，A/D コンバータ，ドライバを介して，コントローラ部へ入力，荷重表示が得られる。

### 1.2.4 垂直的顎間関係位の設定

垂直的顎間関係位の設定装置は，マウスプロテクター装着時と同様な状態とするため，大岩ら<sup>11)</sup>の報告を参考に，今回上顎型レジン製スプリントとした。挙上量は，平均的安静空隙量<sup>12)</sup>である左側中切歯切縁中央部で 2 mm とした。（以下，MP

と略記）

MP の製作方法は，まず被験者の上下顎歯列を，個人トレーと付加型シリコンラバー印象材（ジーシー，ハイドロフィリック・エグザフレックス・インジェクションタイプ）とで印象採得を行い，超硬質石こう（ジーシー，ニューフジロック）を注入し，作業模型を製作した。ついで，半調節性咬合器（ホイップ・ミックス，ホイップミックス咬合器）に上顎作業模型をフェイスボウトランスファし，その後，下顎作業模型を咬頭嵌合位で付着した。

この模型上で，垂直的顎間関係位を規定した挙上量 2 mm とした咬合状態で，下顎歯列のすべての切縁および咬頭頂と均等接触するよう，スプリント用ワックスパターンを製作した。その後，加熱重合型アクリックレジン（ジーシー・アクロン #5）に置き換え，レジンスプリントを製作し，リマウントした咬合器上と口腔内とで咬合調整を行い，スプリントを完成させた。

なお，上顎歯の切縁および咬合面は，完全に被覆し，下顎歯列の切縁および咬頭頂のすべてが嵌合するようにした。

## 1.3 測定方法

### 1.3.1 重心動揺の測定

測定は，日本平衡神経科学会による平衡機能検査法<sup>13)</sup>を参考に，その重心動揺測定基準に，可及的に準拠して行った。被験者は，検出台上の足位規定板上に規定された位置に閉足位で直立し，両上肢は体側に接する“Natural Standing”をとらせた。また視点は，約 1 m 前方の目とほぼ同等の高さに設置した，直径約 1 cm の視標を注視させ，閉眼後 20 秒経過してから計測を開始した。

なお，データサンプリングは，周波数 20 Hz で 60 秒間記録した。

測定条件は，MP を装着させ，軽いクレンチングの状態と咬頭嵌合位（以後，ICP と略記）と比較して検討を行った。

計測間隔は、後藤ら<sup>14)</sup>の報告を参考に5分間とした。分析項目の分析方法は、一連の報告<sup>2~8)</sup>と同様に行った。分析項目は、重心移動距離（以下、Dと略記）と重心動揺面積として、外周で囲まれた面積（以下、Sと略記）の2項目を用いた。

### 1.3.2 肘関節および膝関節の筋力測定

#### (1) 肘関節の筋力測定

被験者をシートに座らせた後、トリックムーブメントを防止するために大腿部、腰部および腹部を固定ベルトにてしっかりと固定した。そして、上肢用アームの角度調節部の位置、アームの角度（伸展時は135度、屈曲時は90度）、センサー部の角度を調節して、アタッチメントを荷重方向に対し直角に設定した。また、頭位を一定にするため1.5m先に視標を設け、そこを見るように指示した。さらに、実験の前に十分練習を行い、筋力発現時には声を出さない<sup>15)</sup>ように指示し、きき腕の対側の腕の位置、および両側の足の位置など、可及的に同一条件となるようにセッティングした後、計測を行った。今回は、被験者のきき腕の伸展時の筋力（以下、肘Extと略記）および屈曲時の筋力（以下、肘Flexと略記）のアイソメトリック筋力測定を行った。

#### (2) 膝関節の筋力測定

被験者に、シートに座らせた後、固定ベルトにて大腿部、腰部および腹部をしっかりと固定し、アタッチメントの位置が下腿の内外顆の上縁より1cm上となるよう、下腿部を固定した。また、アームの角度は、伸展時は90度、屈曲時は60度に設定し、きき足の対側の足の位置、および両側の手の位置などは、可及的に同一条件とした。その他の条件については、GT-30と同様になるようにセッティングした後、計測した。今回は、被験者のきき足の伸展時の筋力（以下、膝Extと略記）、および屈曲時の筋力（以下、膝Flexと略記）のアイソメトリック筋力測定を行った。

#### (3) 測定条件および測定時期

計測は、各被験者のICPとMP装着直後（以下、MPAと略記）の条件で行った。なお、MPA時には、最大かみしめを行うように指示した。

測定条件は、毎回5回ずつ測定し、計5日間測定を行い、その日の最大値を測定値とした。また、測定は午前10時に開始し、測定間隔は、被験者の筋疲労などを考慮にいれ、月村の報告<sup>16)</sup>と同様5分間とした。

分析方法は、各測定値の平均値および標準偏差より求めた。

## 2. 成績

### 2.1 重心動揺

表1にDの平均値および標準偏差を図1にそれをグラフ化したものを示す。

ICPに比較しMPの場合、被験者において、その値の減少傾向がみられた。

表2にSの平均値および標準偏差を、図2にそれをグラフ化したものを示す。

Dと同様MPの場合、被験者において、その値の減少傾向がみられた。

### 2.2 肘関節および膝関節の筋力

表3~6に被験者A~FのMPAにおける肘ExtおよびFlex、ならびに膝ExtおよびFlexの5日間の測定値の平均値、および標準偏差を示す。また、図3~6にそれらをグラフ化したものを示す。被験者A~Fにおいて、ICPに比べMPAに増加する傾向が認められた。

## 3. 考察

### 3.1 重心動揺

ヒトの平衡機能維持が、内耳の前庭迷路系、視覚系および体性感覚系などの多くの生体機能が、フィードバック制御系として、最終効果器である筋肉に出力され機能している。MPによる咬合挙上は、ICPにおける咬合時の閉口筋の長さより筋が伸展された状態となり、閉口筋の筋紡錘から上

表1 重心移動距離Dの平均値および標準偏差

	I	II	III	IV	V	VI
ICP	788.57 (58.62)	788.57 (58.62)	909.24 (49.36)	981.13 (100.00)	1044.62 (125.66)	831.00 (39.88)
MP	799.40 (26.98)	759.20 (32.30)	844.50 (78.84)	868.97 (47.22)	959.87 (91.19)	805.07 (32.56)

Unit : cm  
( ) : S.D.

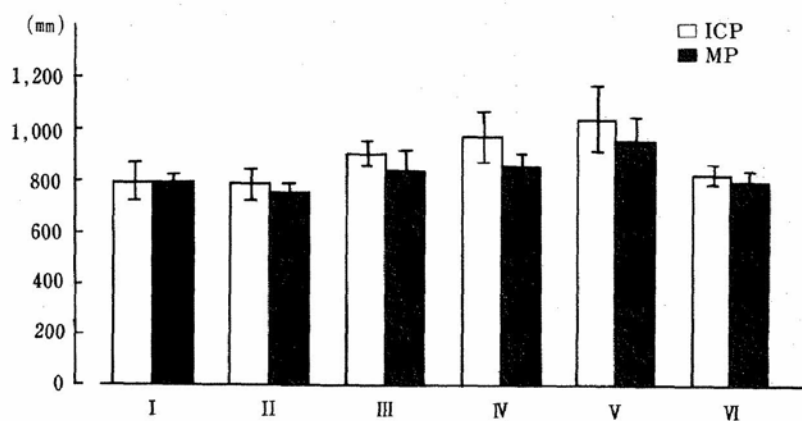


図1 重心移動距離 D

表2 重心動揺面積 S

	I	II	III	IV	V	VI
ICP	2.01 (0.43)	3.45 (1.00)	5.66 (1.20)	5.15 (1.50)	4.01 (1.49)	4.23 (0.64)
MP	1.70 (0.23)	2.89 (0.39)	3.06 (0.89)	4.09 (1.02)	3.14 (0.44)	4.50 (0.63)

Unit : cm<sup>2</sup>  
( ) : S.D.

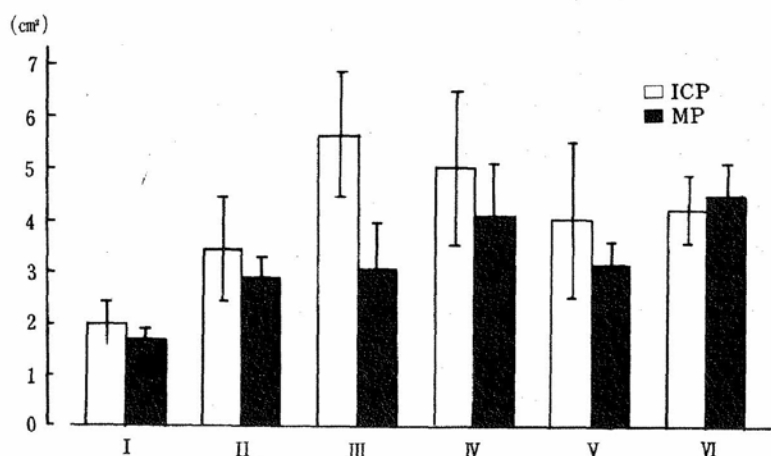


図2 重心動揺面積 S

表3 肘Extの筋力の平均値および標準偏差

	A	B	C	D	E	F
ICP	33.3 (4.0)	50.9 (6.2)	56.4 (4.7)	69.6 (4.8)	51.1 (3.3)	35.9 (1.8)
MPA	33.4 (3.0)	55.1 (7.3)	59.4 (4.8)	70.4 (4.6)	54.3 (2.3)	37.0 (1.8)

Unit : kg  
( ) : S.D.

表4 肘Flexの筋力の平均値および標準偏差

	A	B	C	D	E	F
ICP	33.4 (1.4)	48.4 (2.0)	55.3 (5.0)	50.0 (3.4)	52.4 (1.9)	34.0 (1.5)
MPA	33.9 (1.0)	54.3 (2.3)	57.7 (5.0)	52.0 (2.2)	53.1 (3.7)	34.6 (0.9)

Unit : kg  
( ) : S.D.

表5 膝Extの筋力の平均値および標準偏差

	A	B	C	D	E	F
ICP	92.1 (4.1)	83.9 (3.5)	95.7 (5.1)	79.6 (3.8)	116.7 (7.2)	91.3 (4.1)
MPA	94.7 (4.3)	87.7 (3.2)	99.1 (4.6)	81.9 (2.4)	118.3 (6.9)	91.6 (4.7)

Unit : kg  
( ) : S.D.

表6 膝Flexの筋力の平均値および標準偏差

	A	B	C	D	E	F
ICP	43.3 (2.4)	37.6 (1.6)	52.9 (6.8)	49.7 (1.6)	53.0 (4.6)	49.1 (3.5)
MPA	45.6 (2.6)	42.7 (2.6)	57.4 (5.2)	50.6 (2.3)	55.7 (3.8)	49.4 (1.2)

Unit : kg  
( ) : S.D.

位中枢へ投射するインパルスの量、または質に何らかの変化が生じたり、また大脳皮質や中枢神経系の心理的興奮水準の程度にも差異が生じて、姿勢反射に何らかの影響を及ぼすものと考えられる。さらに、顎関節からの求心性情報が、小脳に投射されることは、小脳の機能の一つとしての体

の平衡、姿勢、運動等の調節に影響を与えるものとされている。しかし、今回の結果は、挙上量2mmという安静空隙量ということで、顎頭の移動による顎位の偏位<sup>17)</sup>には影響がないものと思われる。

もし、顎位の偏位があれば、その周囲に分布す

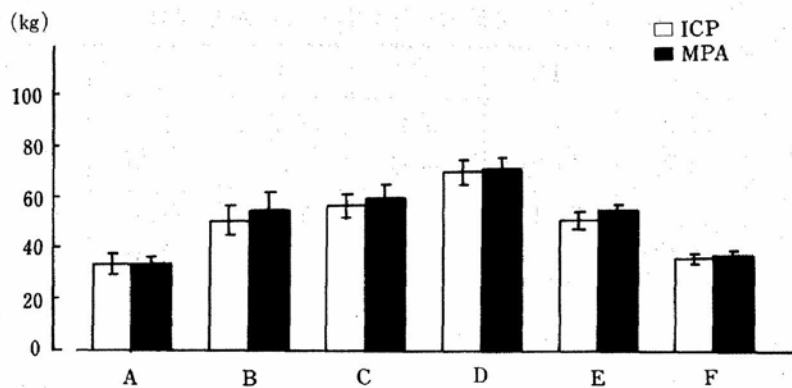


図3 肘Extの筋力

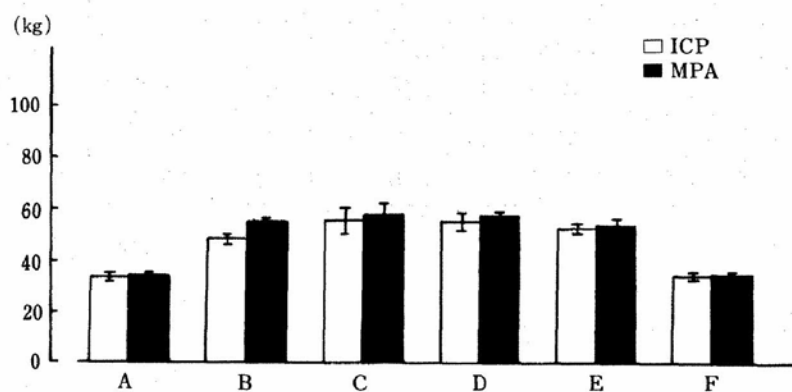


図4 肘Flexの筋力

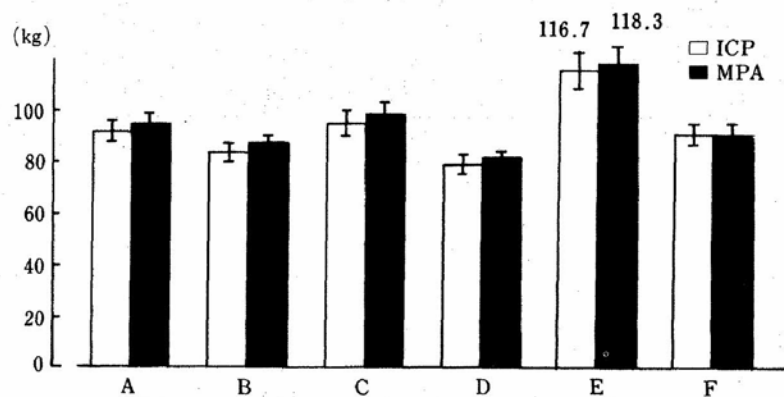


図5 膝Extの筋力

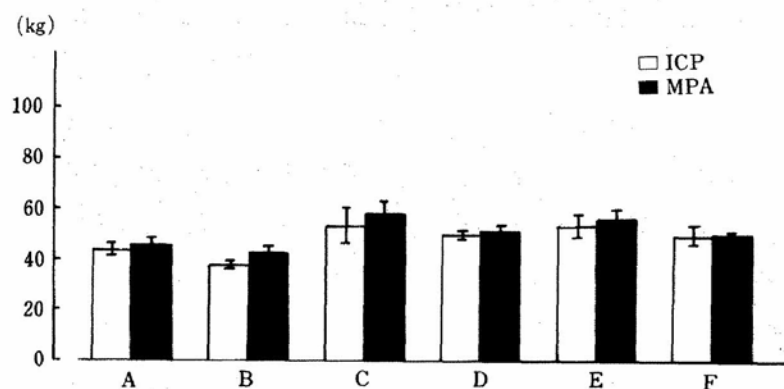


図6 膝Flexの筋力

る中枢神経、顎関節、それに咀嚼筋を含めた咀嚼系の機能障害症状を引き起こすものと思われる。咀嚼筋が咬合のアンバランスなどの原因で緊張を引き起こし、ヒトの直立姿勢維持に及ぼす影響について考えると、咀嚼筋は、頸部および肩部筋群とともに、頭部の位置付け、安定化に寄与しており、抗重力筋としての働きが大であると思われる。したがって、咀嚼筋や頸部に筋過緊張が生じ、身体他部の筋群とのバランスが崩れると、頭位の安定化が図れなくなり、結果として姿勢維持全体に影響が及び、姿勢調節が適正に行われなくなるという可能性が推測される。すなわち、マウスプロテクター装着による咬合挙上は、姿勢維持全体に影響が及び、姿勢調節が適正に行われなくなるという可能性が推測できる。しかし、その挙上量には個人差があるものと思われ、少なくともICPと同様か、またはそれよりも減少傾向のみられる挙上量でマウスプロテクターを調製しなければならないと思われる。

### 3.2 肘関節および膝関節の筋力

ヒト局所の全力運動は、常に全身各部の機能的協力を必要としており、われわれが体に、あるいは体の一部に強い力を入れる場合、歯を食い縛り、咀嚼筋群を強く収縮させるということは周知のことである<sup>18)</sup>。また、食い縛りによって大脳皮質咀嚼運動領の興奮が激しい場合には、容易に他部に興奮が拡延し、また、延髄網様体における骨格筋緊張に関与する細胞活動を広く招来させる可能性を示唆する報告<sup>19)</sup>もみられる。さらに大山ら<sup>20)</sup>は、ヒラメ筋H反射に着目し、咬みしめ時と安静時のH反射の振幅を比較、検討し、咬みしめ時には、有意にH反射の振幅が増大していることにより、咬みしめ時には運動ニューロンを含む、脊髄反射経路の興奮性が亢進すると報告している。また、今回スプリントを装着することで、歯を連結することによるスプリント効果により、咬合力が増加したものと考えられる。すなわち、

咀嚼筋の大きな活動は、全身の骨格筋の活動を引き起こし、肘関節および膝関節の伸展時や屈曲時の筋力に、何らかの影響を及ぼすのではないかとと思われる。

### 4. ま と め

マウスプロテクター装着による咬合挙上、すなわち、垂直的顎間関係位の変化が、平衡機能や、また、上下肢の肘関節および膝関節の伸展時、屈曲時の筋力にどのような影響を及ぼすか、重心動揺分析システムと筋力訓練測定装置を応用し、検討した結果、各被験者ともに咬頭嵌合位に比較して、垂直的顎間関係位2mmのスプリント装着時に、重心動揺軌跡の減少傾向がみられた。また肘関節および膝関節の伸展時、屈曲時に筋力の増加傾向がみられた。

### 文 献

- 1) Chapman, P. J.; Orofacial injuries and attitudes to the use of mouthguards by the 1984 Great Britain Rugby League Touring Team, *Br. J. Sports Med.*, **19**, 34-36 (1985)
- 2) 宮田敏則, 佐藤武司, 島田 淳ほか; 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究I-I, 咬合の変化が姿勢, 特に重心動揺軌跡に及ぼす影響, *補綴誌*, **32**, 1233-1240 (1988)
- 3) 武田友孝, 宮田敏則, 島田 淳ほか; 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究I-3, 咬合関係の相違が姿勢, 特に重心動揺軌跡に及ぼす影響, *補綴誌*, **32**, 79回特別号, 77 (1988)
- 4) 宮田敏則; 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究—実験的咬合干渉が姿勢, 特に重心動揺および抗重力筋に及ぼす影響, *補綴誌*, **34**, 631-645 (1990)
- 5) 石上恵一, 島田 淳, 宮田敏則ほか; 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究—有床義歯装着患者における義歯装着の有無が姿勢, 特に重心動揺軌跡に及ぼす影響, *姿勢研究*, **10**, 135-142 (1990)
- 6) 佐藤武司, 青野 晃, 月村直樹ほか; 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究I-6, スプリントによる咬合挙上量が姿勢, 特に重心動揺軌跡に及ぼす影響, *補綴誌*, **34**, 84回特別号, 195 (1990)



- 7) 石上恵一, 星野浩之, 武田友孝ほか; 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究—スプリントによる咬合挙上がアーチェリーにおける姿勢維持に及ぼす影響, 補綴誌, **36**, 481-487 (1992)
- 8) 島田 淳, 石上恵一, 武田友孝ほか; 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究—顎関節症患者における初期治療前後の重心動揺の変化について, 日顎誌, **4**, 299-312 (1992)
- 9) 月村直樹, 佐藤武司, 武田友孝ほか; 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究Ⅱ-2, 下顎位および咬合状態が全身の筋力, 特に四肢の筋力に及ぼす影響, 日大歯学, **64**, 778 (1990)
- 10) 月村直樹, 宮田正則, 星野浩之ほか; 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究Ⅱ-3, 下顎位および咬合状態が全身の筋力, 特に四肢の筋力に及ぼす影響, 補綴誌, **34**, 84回特別号, 143 (1990)
- 11) 大岩陽太郎, 月村直樹, 宮田正則ほか; 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究Ⅱ-13, スプリントの物性の相違が全身の筋力に及ぼす影響, 補綴誌, **36**, 88回特別号, 192 (1992)
- 12) 日本歯科大学「歯科用語集」編集委員会 OB 会編, 新常用歯科辞典, 27-28, 医歯薬出版, 東京 (1985)
- 13) 日本平衡神経科学会, 重心動揺計 JIS 規格, *Equilibrium Res.*, **42**, 343-349 (1983)
- 14) 後藤美紀, 呉 英寛, 伊藤憲春; 幼児期の身体平衡機能に関する研究—重心図学的検索からみた顎口腔系との関連性, 歯学, **75**, 745-765 (1987)
- 15) 猪飼道夫, 石井喜八; 筋力の生理的限界と心理的限界の筋電図学的研究, 体育研, **5**, 154-165 (1962)
- 16) 月村直樹; 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究—垂直的顎間関係位の変化が背筋力に及ぼす影響, 補綴誌, **36**, 705-719 (1992)
- 17) 福島俊士; 習慣的開閉運動における顎頭運動の研究, 補綴誌, **15**, 267-290 (1971)
- 18) 覚道幸男; 歯と口腔の臨床生理, **536**, 永末書店, 京都 (1966)
- 19) 河村洋二郎, 藤木順三, 船越正也ほか; “かみしめ”により生じる身体機能変化に就いて, 阪大歯誌, **1**, 47-58 (1956)
- 20) 大山喬士, 宮原隆雄, 鈴木るりほか; 咬合と競技力, 日歯医師会誌, **43**, 1255-1262 (1991)