

## マウスガードの違いによる筋力発揮特性

川上正人\* 荒川秀樹\*\* 鈴木敏行\*\* 金 圭一\*\* 豊田 實\*\*

村松 茂\*\*\* 根本昌樹\*\*\*\*

\* 神奈川歯科大学体育学

\*\* 神奈川歯科大学歯科補綴学講座

\*\*\* 横浜市立大学理学部運動・スポーツ科学教室

\*\*\*\* 福島工業高等専門学校

### 1. 諸言

近年、咬合と全身の関係に着目した研究が多数見られ<sup>1)8)</sup>、スポーツ医学やスポーツ歯学においても、マウスガードの使用が口腔保護だけでなく運動能力の向上をもたらすとの報告が行われている<sup>9)10)14)16)18)</sup>。特に、咬合を変化させることが最大筋力や瞬発力の向上に有効であるとする報告も少なくない<sup>5)7)14)16)17)</sup>。実際に、スポーツの現場でパワーやスピードが要求される瞬発系の競技においては、一連の動作が短時間に終了し、爆発的な筋力発揮が要求される。マウスガードのような咬合挙上装置がこのような最大筋力や瞬発力の向上に効果をもたらすのであれば誰もが使用したいところである。筋力との関係についてKaufman<sup>6)</sup>や横堀ら<sup>17)</sup>は、マウスガードの一種であるスプリントを用いて、等尺性筋力の向上が見られたことを報告している。それに対して、同様の研究でBurkett<sup>3)</sup>、Vegso<sup>15)</sup>らは効果はないと報告している。また、竹内<sup>13)</sup>はマウスガードの噛みしめが競技能力に負の影響を与えると報告しており、必ずしも装着が有効であるとは限らず一致した見解は得られていない。このようにマウスガードと運動能力に関しては、不明な点が多く、関連性に関しても未だ結論が得られるには至っていない。

さらに、現在ではマウスガードの種類も多様化しており、タイプ別による運動能力との比較検討もあまりされていない。歯科医師によって作製されたマウスガードは比較的装着感も良いとされ<sup>2)</sup>、これに対して、市販されている既製品のマウスガードは装着に不快感があったり、歯列から脱落するなどの問題が多く、運動能力を低下させているのではないかという懸念すら生じている。加えて、自己の能力を最大限に発揮しなくてはならない競技者は、競技成績にマイナスとなる要因を排

除したいと考えるのは当然である。したがって、使用するマウスガードは、個人の口腔に適合した、競技性と安全性の二元的要素が含まれることが重要となる。

今日まで、マウスガードが運動能力、特に筋力や瞬発力に及ぼす影響に関する報告はされているが、マウスガードのタイプ別による比較検討はあまりされていない。また、最大筋力を発揮する際の力の立ち上がり（以下：力曲線の傾きと表示する）や、発揮された筋力の維持、および減衰に関する報告もされていない。

そこで筆者らは、タイプの異なるマウスガードが、力曲線の傾きや、発揮筋力の維持、減衰にどのような影響を及ぼすのか装着、非装着の比較も含めて多極的に検討した。今回は、4種類のマウスガードを使用し、咬筋筋電図を同時に計測・記録するためのシステムを考案したので報告する。

### 2. 方法

#### 1) 被験者

K歯科大学ラグビー部に所属し、顎口腔系に異常を認めず、定期的に運動している男子学生1名（年齢21歳、身長180.5cm、体重75.5kg）を対象とした。

#### 2) マウスガード

材質の異なる4種類のマウスガードを使用した。ストックタイプ (St) は市販されているものを使用し、プロフォームタイプ (PI)、スプリント型タイプ (Sp)、モルテノタイプ (Mo) は歯科医師により印象採得後に製作した。また、非装着 (N) をコントロールとした。Fig. 1にそれぞれの特性を示す。

#### 3) 計測システム

多用途筋力測定装置（竹井機器工業社製）を使

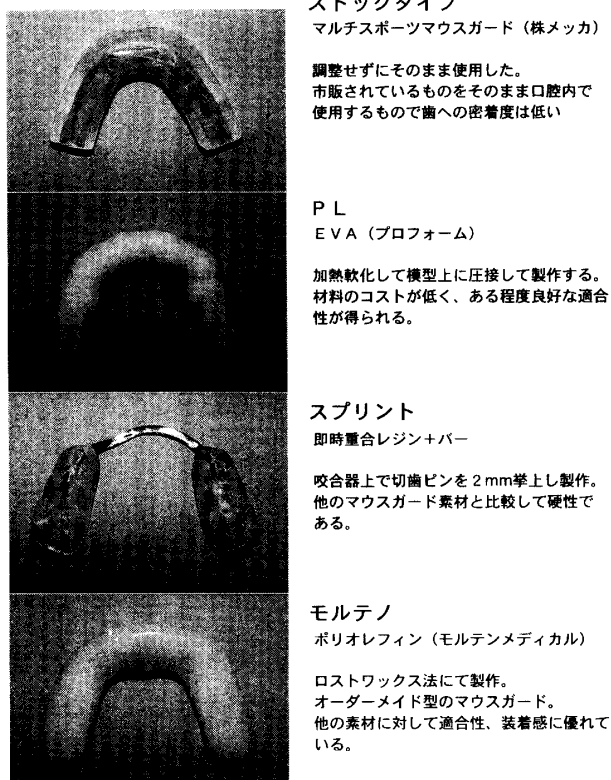
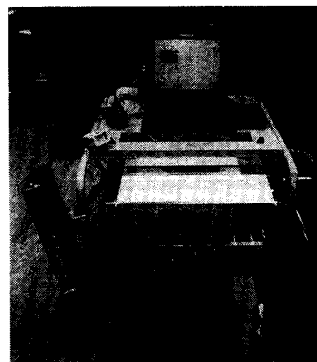
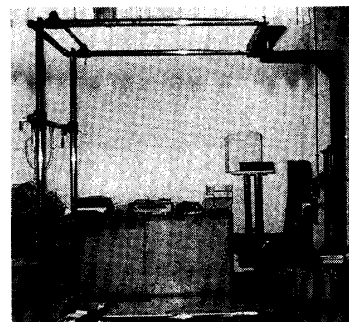


Fig.1 Four Types of Mouth Guard



Strain AMP  
A/D Converter  
Personal Computer



多用途筋力測定装置  
竹井機器工業

Fig.2 Strain AMP, A/D Converter and Multi Equipment

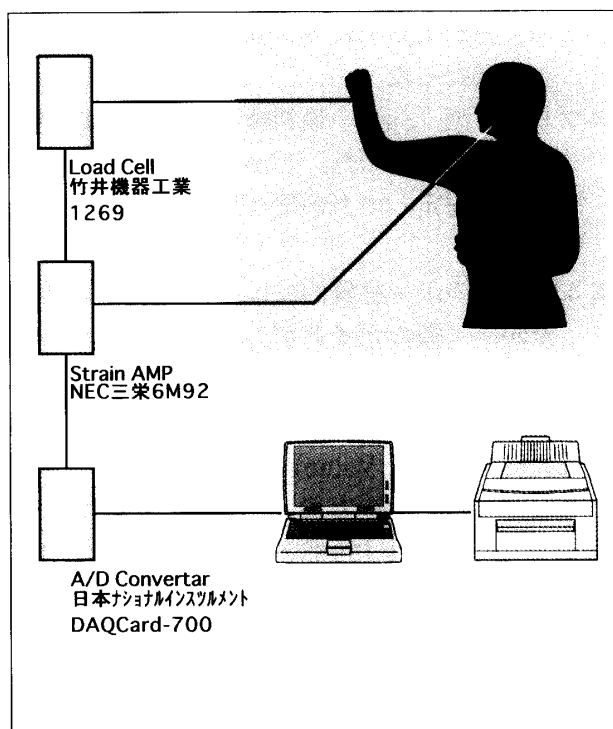


Fig.3 Block Diagram

用し、引張型のロードセル (竹井機器工業社製: 1269) を使い、ストレインアンプ (NEC三栄: 6 M92)、A/Dコンバータ (日本ナショナルインスツルメント社製: DAQCard-700) を介してその出力をパソコンで処理した。計測装置をFig.2に、ブロックダイアグラムをFig.3に示す。

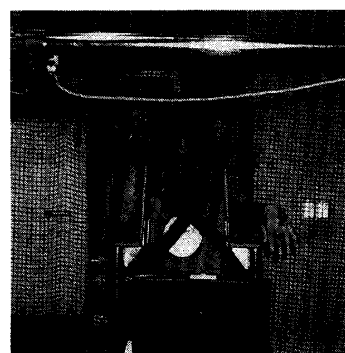


Fig.4 A view of measurement the strength of Arm Curl

#### 4) 筋力測定

単関節運動である屈腕力の等尺性筋力を測定した。肘関節角度を90°に屈曲させた状態で、利き腕 (右) による10秒間の随意最大肘関節屈曲を座位にて測定した (Fig.4)。試行は5分間のインター

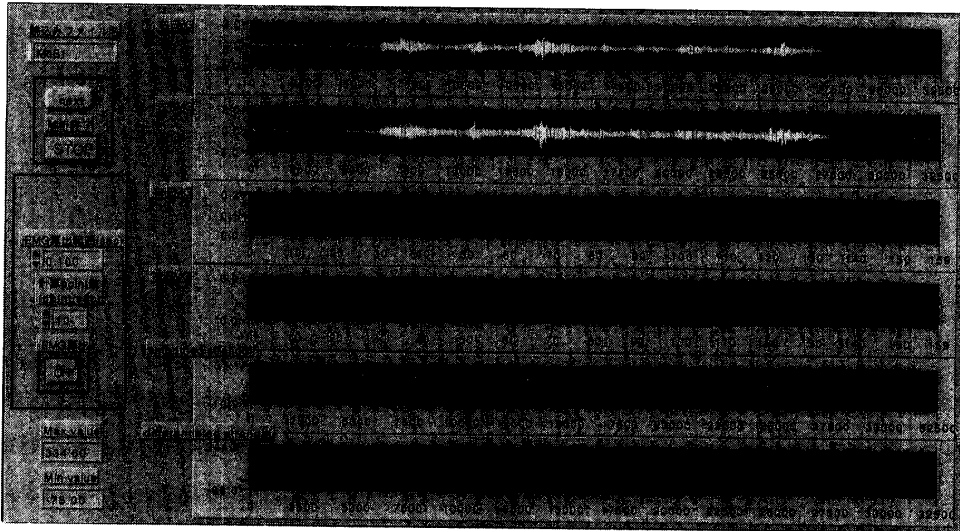


Fig.5 Simultaneous recording of EMGs and torque signal

バルにおいて4種類（非装着も含めて5種類）のマウスガードに対してそれぞれ2回ずつ行った。マウスガードの使用順はランダムとした。被験者の疲労の影響を考慮し、測定日を改めて2回計測した。

また、マウスガードの装着に関しては、異和感や不快感によるパフォーマンスの低下の影響を考慮し、1週間程度の装着期間を設け、完全に異和感が解消されたことを確認してから測定を開始した。

#### 5) 算出方法および統計処理

力曲線の傾きは $\Delta F/\Delta T$ （力の増加/時間の増加）で算出し、ピーク値以降の傾きである減衰率は最小二乗法（ $Y=aX+b$ ）で求めた。データの解析にはLav View（日本ナショナルインスツルメント社製）を使用し、1秒間あたり2500ポイントで計算した（Fig.5）。測定結果の比較には平均値の差の検定（t検定）を用い、危険率5%未満を有意水準とした。

### 3. 結果

使用した4種類のマウスガード、ストックタイプ（St）、プロフォームタイプ（Pl）、スプリント型タイプ（Sp）、モルテノタイプ（Mo）をそれぞれ、St、Pl、Sp、Moと略し、また、装着していないときを非装着で示した。以下に被験者のマウスガード装着時の所感を述べる。

①ストックタイプ（St）…最初うまく噛むことが出来なかったが、何度か試しているうちに

噛めるようになった。大きさが適合しておらず、動いてしまい力が逃げるような感じがした。

②プロフォーム（Pl）…特に印象があった感じはなく、強いて言うと下顎のガイドが無いため力を入れたときの顎位はモルテノに比べて楽だった。

③スプリント型（Sp）…最初噛もうと思っても堅くて噛めなかった。しかし、慣れるにしたがって安定して力が出せるような感じがした。

④モルテノ（Mo）…材質的には一番噛める気がしたが、下顎のガイドがあった為に通常力が出る下顎位とは異なる位置であり異和感があった。

#### 1) 最大筋力（Max Value）

それぞれの最大筋力および標準偏差は、St（ $25.33 \pm 1.3\text{kg}$ ）、Pl（ $26.35 \pm 0.49\text{kg}$ ）、Sp（ $27.48 \pm 1.37\text{kg}$ ）、Mo（ $26.47 \pm 0.69\text{kg}$ ）、非装着（ $26.26 \pm 2.17\text{kg}$ ）であった（Fig.6）。Spが最高値を示し、次いでMo、Pl、非装着、Stの順であった（ $Sp > Mo > Pl > \text{非装着} > St$ ）。

装着、非装着に関しては、最高値を示したSpと比較して1.22kgの差であったが、有意な差は認められなかった。また、Mo、Plは非装着と比較してそれぞれ0.21kg、0.09kgの差であり、マウスガードを装着した方が僅かではあるが記録の向上が見られた。しかし、Stと比較して非装着は0.93kg大きい値を示した。

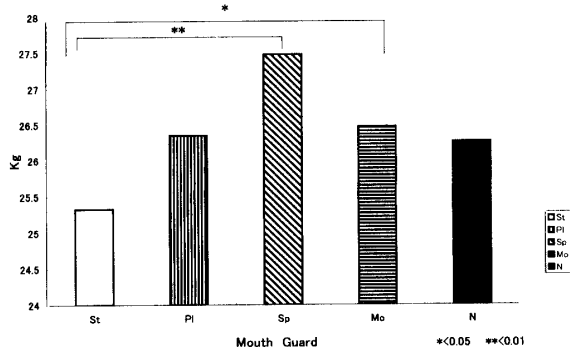


Fig.6. Strength Max Value of Arm Curl

装着の種類に関しては、最高値を示したSpと最小値のStを比較して2.15kgの差であった。また、Mo、Plとはそれぞれ1.14kg、1.02kgの差であった。t検定の結果Sp-St間においては1%水準で、Mo-St間においては5%水準で有意な差が認められた。

2) 力曲線の傾き ( $\Delta F / \Delta T$ )

力曲線の傾きは $\Delta F / \Delta T$ 、すなわち力の増加/時間の増加で算出し、比較には微分した値を採用した。それぞれのマウスガードの力曲線の傾き(微分した値)はSt (316.7)、Pl (372.8)、Sp (431.4)、Mo (375.0)、非装着 (321.8)であった (Fig.7)。最大筋力と同様、Spが最高値を示し、次いでMo、Pl、非装着、Stの順であった (Sp>Mo>Pl>非装着>St) (Fig.8)。

装着、非装着に関しては、最高値を示したSpと比較して58.6の差であったが、有意な差は認められなかった。また、非装着はMoとは同程度の値で

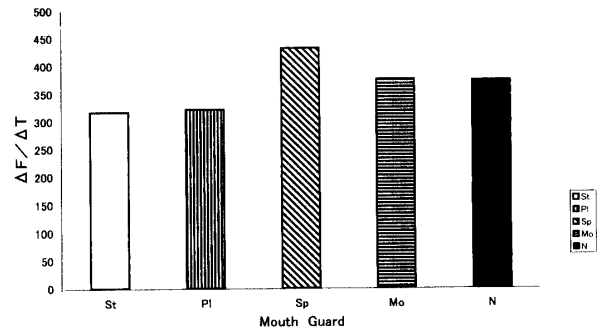


Fig.7. A Slope Max Value of Arm Curl

あったが、Pl、Stと比較してそれぞれ51.2、56.1大きい値を示した。

装着の種類に関しては、最高値を示したSpと最小値のStを比較して114.7の差であった。また、Mo、Plとはそれぞれ58.3、4.9の差であった。t検定の結果各マウスガード間において有意な差は認められなかった。

3) 減衰率 (Slope)

減衰率は最小二乗法 ( $Y=aX+b$ ) で求めた。発揮筋力の維持にかかわる減衰率は、St (1.26%)、Pl (1.21%)、Sp (0.91%)、Mo (0.87%)、非装着 (0.92%)であった (St>Pl>非装着>Sp>Mo) (Fig.9)。

Moが0.87%と最小値を示し、次いでSpの0.91%、非装着の0.92%、St、Plの値がそれぞれ1.26%、1.21%とやや高い数値を示した。

装着、非装着および各マウスガード間において

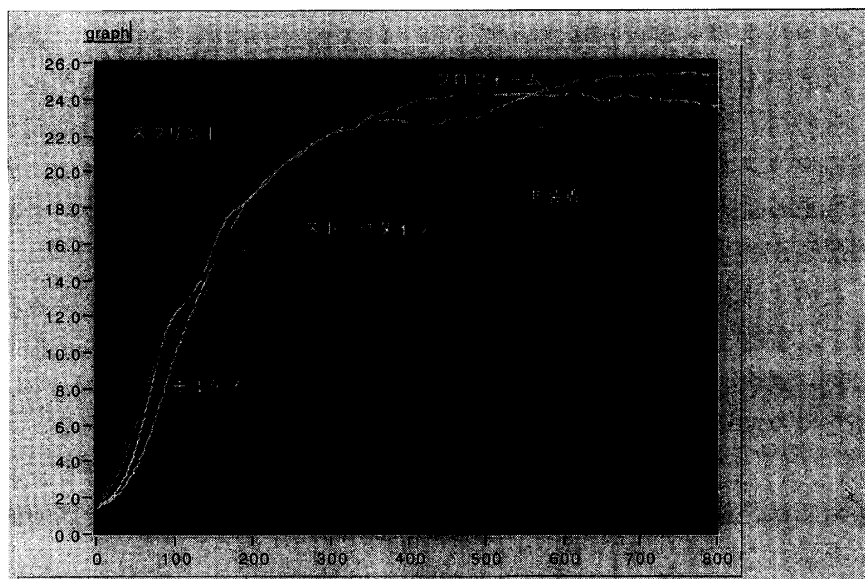


Fig. 8 A distinctive curved lines of  $\Delta F / \Delta T$

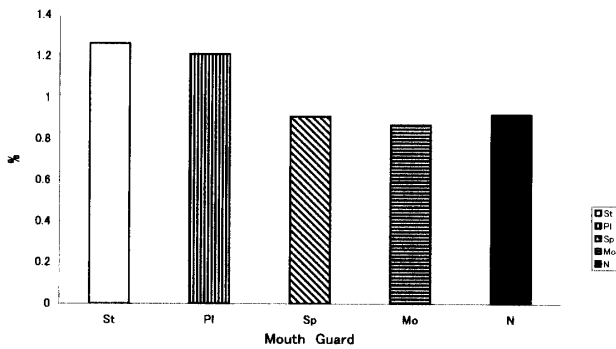


Fig9. Decrease in Max Value of Arm Curl

有意な差は認められなかった。

#### 4. 考察

最大筋力に関しては、市販されている既製品のストックタイプを除き、マウスガードの使用によって筋力が向上するという従来の報告を確認することが出来た。特にスプリント型が発揮筋力の最高値を示したことから、Kaufman<sup>6)</sup>や横堀ら<sup>17)</sup>のスプリントを用いて等尺性筋力の向上が見られたとの報告にもあるように、スプリント型は他のマウスガードの素材と比較して硬性であり、最大筋力発揮には材質の硬さが影響するものと考えられる。

また、2番目に記録の良かったモルテノタイプの材質（ポリオレフィン）なども考慮すると、筋力発揮に関して良いパフォーマンスを得るためにはマウスガードの硬度、適合性、装着感が優れていることが望まれる。

ストックタイプの値は非装着時よりも0.93kg低かった。今回使用したマウスガードは市販されている既製品であり、大きさも一般化されている。このような既製品のものは、印象採得後、加工処理をして作製した他のマウスガードと比較して適合性に欠く。所感にもあるように、歯牙への密着度の低さ、装着感の悪さがパフォーマンス低下の要因と考えられる。このように、マウスガードの装着が運動能力の低下に影響しないようにするためにも、各個人の口腔に適合し、適性とされる咬合挙上量で製作されたマウスガードの使用が推奨される。

力曲線の傾きに関しては、最大筋力と同様にスプリント型が最高値を示した。非装着および他のマウスガードとの数値の差が大きかったことから、素早い力の立ち上がりが必要とされるような、瞬

発系種目においてはスプリント型のマウスガードの使用が有効であると考えられる。また、ストックタイプが最小値を示したことから、筋力発揮と同様に装着感の悪さがパフォーマンス低下の要因として考えられる。

我々は今回、等尺性の筋力測定を行ったが、弘ら<sup>5)</sup>は、マウスガード使用時に、連続して発揮されるエアロダッシュでの1.25秒以内のパワー発揮が有意に高く、最高ピークパワー到達時間が約0.5秒短縮したと報告している。また、玉木<sup>14)</sup>は同テストで10秒以内でのパワー発揮が有意に高くなったと報告している。さらに、我々が行ったプロフォームタイプのマウスガードを用いたウインゲートテストでは、最高パワー発揮時間の短縮(約1秒)を確認できた<sup>7)</sup>。これらのことから、適切なマウスガードの使用が、瞬発系種目の素早い力の立ち上がりにも有効に作用するものと考えられる。

さらに、減衰率に関しては、ロストワックス法<sup>2)</sup>にて作製し、最もフィット性に優れるモルテノタイプが最小値を示した。このことから、発揮筋力の維持には適合性や装着感により優れる材質である、カスタムメイド型マウスガードがより効果を発揮するものと考えられる。

#### 5. 結論

タイプの異なるマウスガードの使用が、瞬発能力の指標である力の立ち上がりや、発揮筋力の維持、減衰にどのような影響を及ぼすのかを検討した。以下のことが明らかとなった。

- 1) 各個人の口腔に適合し、適性とされる咬合挙上量で製作されたカスタムメイド型のマウスガードは、等尺性筋力の向上に有効である。
- 2) 既製品のマウスガードは、カスタムメイド型のマウスガードと比較して運動能力の低下を引き起こす要因となる。
- 3) カスタムメイド型のマウスガードは、非装着と比較して素早い力の立ち上がりにも有効である。
- 4) カスタムメイド型のマウスガードの中でも、硬性の素材（即時重合レジンなど）で構成されるスプリントは最大筋力の発揮、素早い力の立ち上がりが必要とされる瞬発系種目においてより効果的である。
- 5) 減衰率から、発揮筋力の維持には適合性や装

着感により優れたフィット性の高い素材（ポリオレフィンなど）で作製されたモルテノタイプのマウスガードが有効である。

#### 参考文献

- 1) 荒川秀樹、鈴木敏行、奥津直起、浮谷 實、荒川浩久、飯塚喜一：咬合の変化が全身の筋力に及ぼす影響について。神奈川歯学, 33-3, 129-133, 1998.
- 2) 荒川秀樹、鈴木敏行、平木 豪：ポリオレフィンを用いたカスタムメイド・マウスガードの試作。神奈川歯学, 33-3, 134-136, 1998.
- 3) Burkett, L.N. and Bernestein, A.K.: Strength testing after jawrepositioning with a mandibular orthopedic appliance. *The Physician and Sports Medicine*, 10:101-107, 1982.
- 4) 弘 卓三、小林文隆、山本鉄雄：スポーツ用マウスガードの開発と運動への影響。デサントスポーツ科学 Vol.19, 163-173.
- 5) 弘 卓三、石井哲次、富岡 徹、森田恭光、山本鉄雄：スポーツ用H型マウスガードの特性の検討、第2報～脚パワー・ゴルフからの検討～。体力科学46, 445-452, 1997.
- 6) Kaufman, A. and Kaufman R.S. : An Experimental study on the effects of the MORA on football players. *Functional Orthodontist*, 2, 37-44, 1985.
- 7) 川上正人、荒川秀樹、鈴木敏行、金 圭一、新谷 忠、豊田 實、村松 茂、根本昌樹：陸上競技選手のマウスガード装着による効果（第二報）。神奈川歯科大学基礎科学論集18, 116-122, 2000.
- 8) 小森義典、松本敏彦、石上恵一、平井敏博：咬合と全身の機能との関係。日本補綴歯科学会雑誌, 40 : 1-23, 1996.
- 9) 宮原隆雄：噛むことが運動に及ぼす影響。 *J.J. Sports Sci.*11, 353-356, 1992.
- 10) 佐藤 建、高橋弘彦、渡辺健志、本間達也：マウスガードとスポーツパフォーマンスの関連。 *体力科学*44-6, 804, 1995.
- 11) 篠塚 修、大山喬史：顎位の変化が全身に及ぼす影響。 *J.J. Sports Sci.*11,357-359, 1992.
- 12) 谷口 尚、大山喬史：咬合とスポーツパフォーマンスに関する研究の現状と問題点について。 *J.J. Sports Sci.*11, 365-370, 1992.
- 13) 竹内正敏：私のスポーツ現場体験から「噛みしめが競技能力に与える負の影響」を考える。 *スポーツ歯学*3-1, 41-48, 2000.
- 14) 玉木伸和：H型マウスガードの使用は体力の改善に有効か。横浜市立大学紀要体力医学編26 :1-9, 1998.
- 15) Vegso, J.J., Kotwick,J.E., Cohen, S.G. et al: The effect of an orthopedic intraoral mandibular appliance on upper body strength. *Med Sci Sports Exerc*, 13:115-116, 1981.
- 16) 山本鉄雄、小林文隆：マウスプロテクターが競技者の運動能力に及ぼす影響第一報、筋力への効果について。 *日本補綴歯科学会雑誌*J, 39 : 696-703, 1995.
- 17) 横堀大六、堀井 昭：咬合挙上装置 (Splint) の装置が運動選手の筋力及び平衡性に与える影響。 *体力科学* 42, 285-291, 1993.
- 18) 依田慶正、鈴木 潔、芝 華彦、山本郁榮、山本洋佑、栗山節朗：マウスガード装着による全身の筋力への影響。 *日本補綴歯科学会誌*, 38 : 1137-1149, 1994.

(本学専任講師)