

原 著

マウスガードの装着が脳波に及ぼす影響

澤 田 季 子<sup>1)</sup> 投 石 保 広<sup>2)</sup> 眞 岡 知 史<sup>3)</sup> 澤 田 尚 昌<sup>1)</sup>  
石 神 元<sup>1)</sup> 裕 哲 崇<sup>4)</sup> 倉 知 正 和<sup>1)</sup> 都 尾 元 宣<sup>1)</sup>

The Effect of Wearing a Mouthguard for Electroencephalography (EEG).

SAWADA TOSHIKO<sup>1)</sup>, NAGEISHI YASUHIRO<sup>2)</sup>, SANAOKA SATOSHI<sup>1)</sup>, SAWADA NAOMASA<sup>1)</sup>, ISHIGAMI HAJIME<sup>1)</sup>,  
SAKO NORITAKA<sup>3)</sup>, KURACHI MASAKAZU<sup>1)</sup> and MIYAO MOTONOBU<sup>1)</sup>

マウスガード装着による不快感について脳波を用いて、客観的に検討した。

被験者は、19~28歳の本学学生の男性15名とし、マウスガードは、各被験者に口蓋を覆うタイプのマウスガード(L)を作製した。脳波計測は、座位安静状態で行った。まず、安静状態で計測を行い、次にL装着時の計測を行った。その後、口蓋を歯頸部から4mmの位置に加工したマウスガード(M)を装着して計測を行った。さらに、口蓋を歯頸部の位置に加工したマウスガード(S)を装着して計測を行った。マウスガード装着中の計測は、各マウスガード装着直後から30秒経過した後に行った。実験は、2日間繰り返して実施した。

$\alpha$ 波の周波数では、マウスガードの大きさによる差はなかったが、 $\alpha$ 波帯域のリニアスペクトルについては、L装着時と比較すると、M装着時とS装着時で小さかった。

以上のことより、マウスガードの装着による不快感が、M装着時とS装着時では、L装着時より少ない可能性が示唆された。

キーワード：マウスガード、脳波、 $\alpha$ 波

*The present study aimed to evaluate the discomfort of mouthguard wearing by means of electroencephalography (EEG) analysis.*

*Fifteen healthy male students (19-28years old) participated. EEGs were recorded from O1 and O2 electrodes. The EEGs were recorded while subjects wore large, medium or small mouthguards, and were also recorded before wearing. These recordings were repeated on two consecutive days. The large mouthguards were of the covered palate type made for each individual participant. The medium mouthguards were made by cutting along the 4-mm outer cervical line of the participant, and the small mouthguards were made by cutting along the cervical line.*

*There was no significant difference in the Frequencies of  $\alpha$ -waves among the three types of mouthguards. However, the linear spectral of the  $\alpha$ -band for medium and small mouthguards were significantly larger than those for large mouthguards.*

*Our results suggest that small and medium mouthguards are more comfortable than large ones.*

Key words: mouthguard, electroencephalography (EEG),  $\alpha$ -wave

<sup>1)</sup>朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科補綴学分野

<sup>2)</sup>朝日大学教職課程センター(現職：大阪人間科学大学(非常勤講師))

<sup>3)</sup>朝日大学歯学部口腔病態医療学講座口腔外科学分野

<sup>4)</sup>朝日大学歯学部口腔機能修復学講座口腔生理学分野  
501-0296 岐阜県瑞穂市穂積1851

<sup>1)</sup>Department of Prosthodontics, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation

<sup>2)</sup>The Center for Teaching Profession, Asahi University. (Incumbent:

Osaka University of Human Sciences (Part-time lecturer))

<sup>3)</sup>Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Division of Oral Pathogenesis and Disease Control

<sup>4)</sup>Department of Oral Physiology, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation

Asahi University School of Dentistry  
Hozumi 1851, Mizuho, Gifu 501-0296, Japan  
(平成24年11月19日受理)

## 緒 言

マウスガードは、スポーツにおける顎口腔系に加わる衝撃を吸収し、損傷から保護することが可能であることから、コンタクトスポーツにおいて、その使用が推奨されている<sup>1-5)</sup>。また、いくつかの競技では、競技中の口腔内の外傷などを避けるために、マウスガードの装着が義務化されている<sup>1)</sup>。しかし、マウスガードを持っていても、練習や試合中に常時装着していない者がいることも知られている<sup>6-8)</sup>。それは、マウスガードの装着に不快感を感じて、使用をためらうためと考えられる。これまでこのような不快感の評価は、装着者の主観的な報告によるもの<sup>6-9)</sup>がほとんどであり、客観的な生理心理指標を評価した研究は著者が知る限りごくわずかである<sup>10)</sup>。最近、著者らは、唾液 $\alpha$ -アマラーゼ活性や心拍の変動がマウスガードの大きさによる不快感の相違を客観的に評価する方法として有効であることを報告した<sup>11)</sup>。

本研究では、このような不快感の客観的な評価に脳波( $\alpha$ 波)の変動も有効ではないかと考え、検討した。

### 被験者および方法

#### 1. 被験者

被験者には、歯の欠損がなく個性正常咬合を有し、顎口腔機能および精神神経領域に既往歴がなく本学アメリカンフットボール部及びラグビー部に所属する男子学生15名(年齢19~28歳、平均22.6歳)に依頼した。なお、被験者には実験前に、本実験の意義、目的、実験方法について十分に説明し、同意を得た。

本実験は、朝日大学倫理委員会の承認(承認番号:20065)を得て行った。

#### 2. マウスガード

マウスガード(Fig. 1)には、厚さ3mmのエチレン酢酸ビニル共重合体(EVA)シートを使用した。

外形は、唇、頬側は小帯を十分に避けて、前、臼歯部とも歯頸部から4mm延長し、後縁は第一大臼歯遠心までとした<sup>1)</sup>。口蓋部は、澤田ら<sup>11)</sup>の方法に準じて、左右の第一大臼歯遠心を結んだ線まで全てを覆った。咬合接触は、中等度クレンチング時に、臼歯部では両側性に均等な接触を与え、前歯部では軽く接触する程度とした<sup>1)</sup>。また、マウスガード装着時の咬合挙上量は、鼻下点-オトガイ間距離で2mmとした。これをLとし各被験者それぞれ2個作製した。つぎにLの口蓋部を歯頸部から4mmの位置で切除したマウスガードをM、そしてMの口蓋部をさらに歯頸部に沿って切除したマウスガードをSとして、L、M、Sの順に加工して実験に用いた(Fig. 2)。

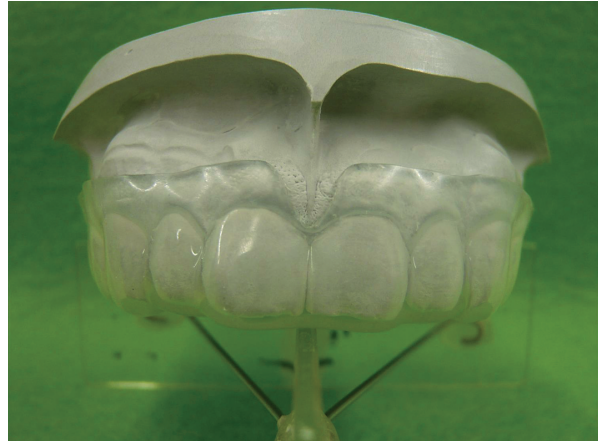


Fig. 1 Mouthguard

outline of buccal and lip side is set 4 mm from the cervical avoid frenum, and trailing edge is located the first molar.

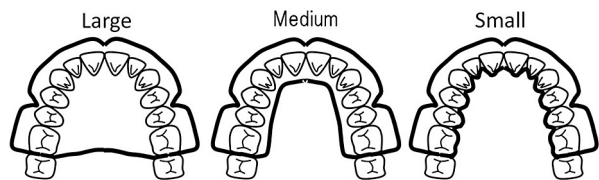


Fig. 2 Three types of mouthguard (Thick lines show outline of each mouthguards).

Large(L): covered palate type, Medium(M): cut along the 4 mm outer line of the cervical, Small(S): cut along the cervical line.

#### 3. 実験手順

被験者には、実験前日より激しい運動を控え、睡眠を十分とるように指示した。

実験手続きは、澤田ら<sup>11)</sup>の方法に準じた。まず、被験者が緊張することによって生じるデータのバイアスを少なくするために予備実験日を1日設けた。その後、本実験を2日間(DAY1, DAY2)繰り返して実施した。予備実験日、本実験日とも、全被験者ほぼ同時刻(17時30分~18時の間)に実験を開始した。各実験日の測定開始前にはシールドルーム内にて約30分間座位による安静位を維持させた。

本実験では、Fig. 3に示すように、それぞれの条件で8分間の脳波を閉眼にて記録[SYNAFIT2100(三栄社製:現、京西テクノス社製)]した。本実験日には、2日ともに、安静時(以下、Preと記す)の記録を行った後、L、M、Sの順序でマウスガードを装着させた状態を記録した。各休憩時間中には、被験者に漫画本を読ませた。マウスガードの着脱は同一術者がすべて行った。なお、予備実験日には、PreとL装着時のみを記録した(Fig. 3)。

脳波の測定は、被験者にエレクトロキャップ(銀塩

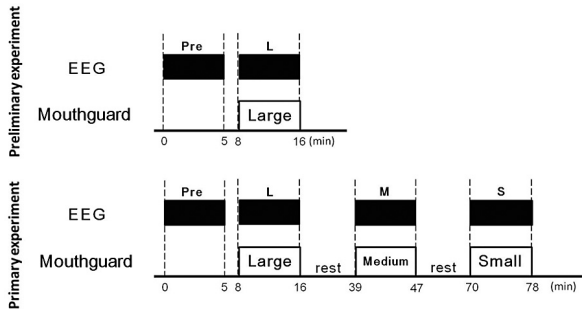


Fig. 3 Protocol for the experimental procedures and recordings.

The EEGs were recorded while subjects wore large (L), medium (M), or small (S) mouthguard, and also recorded before (Pre) the wearings.

The upper figure shows the procedure of preliminary experiment.

The lower figure shows the procedure of primary experiment.

化銀電極製)を装着して、左右の後頭部(国際式10/20法のO1, O2)から記録した。その際、記録電極と基準電極(両耳朶連結)の間の抵抗が10K $\Omega$ 以下になるようにした。脳波の増幅は、時定数0.3秒、高域遮断数60Hzで行った。脳波は、5 msecごとにA/D変換し、5.012秒を1区間として(1024point)、高速フーリエ変換(FFT)を行った。そのため、周波数分解の幅は、0.1953Hzとなり、最大解析周波数は、100Hz(幅の総数512)となった。記録した脳波のうち、アーチファクトのない部分を視覚によって抽出し、分析対象とした。全被験者の各実験日のマウスガードの大きさ(L, M, S)ごとで、それぞれ2区間(10.24秒間)から4区間(40.48秒間)の脳波を分析した。また、8~13Hzの合計スペクトルを $\alpha$ 波のリニアスペクトルとした。そして同帯域内の最大ピークとなった周波数を $\alpha$ 波の周波数とした。データ解析には、ジーワンスシステム社にオーダーした独自の「脳波・FFT&マップ処理」システムG1-EEGMP Ver.1.0を使用した。

$\alpha$ 波帯域のリニアスペクトルについては、対数変換して解析を行った。

#### 4. 統計処理

統計分析には、SPSS(エス・ピー・エス・エス社製, Ver.10)を用いた。

反復測定3元配置[装着条件(Pre, L装着時, M装着時, S装着時)の4水準 $\times$ 電極(O1, O2) $\times$ 実験日(DAY1, DAY2)]の分散分析を行った。交互作用が認められた場合には、下位の水準において対応のあるt検定を行った。また、3水準以上の要因

(装着条件)については、Huynh-Feldt法<sup>12)</sup>によって自由度を調整した後、各F値の有意水準を評価した。有意であった場合には、さらに多重比較をShafferの方法<sup>13)</sup>で行った。このとき、危険率は5%未満をもって有意差有りとした。

## 結果

### 1) $\alpha$ 波帯域のリニアスペクトル

Fig. 4に $\alpha$ 波帯域のリニアスペクトルを示す。これは、2日間にわたって、O1とO2の部位ともほぼ同じパターンを示した。すなわち、Pre, L装着時で低く、M装着時で大きく上昇するが、S装着時でやや減少傾向を示した。

分散分析の結果、主効果だけに有意差を認めた(Table 1)。多重比較を行ったところ、Preに比較してM, S装着時に、そしてL装着時に比較してM, S装着時で有意差を認めた( $p < 0.05$ )。

### 2) $\alpha$ 波の周波数

$\alpha$ 波の周波数は、O1, O2共にPreとL装着時で高く、M装着時で大きく低下し、S装着時にはさらに低下した(Fig. 5)。この変動様相はDAY1とDAY2で共通した。

分散分析の結果、主効果だけに有意差が認められた

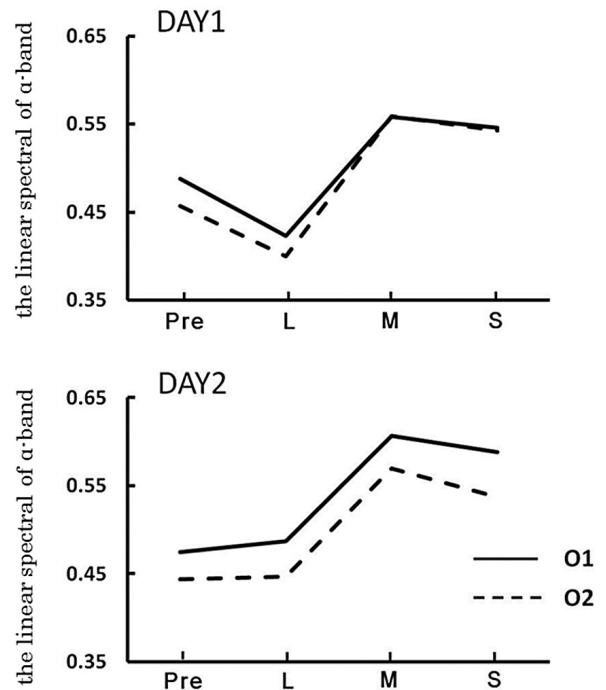


Fig. 4 Results of the linear spectral of  $\alpha$ -band (changed to logarithm).

The EEGs were recorded while subjects wore large (L), medium (M), or small (S) mouthguard, and also recorded before (Pre) the wearings.

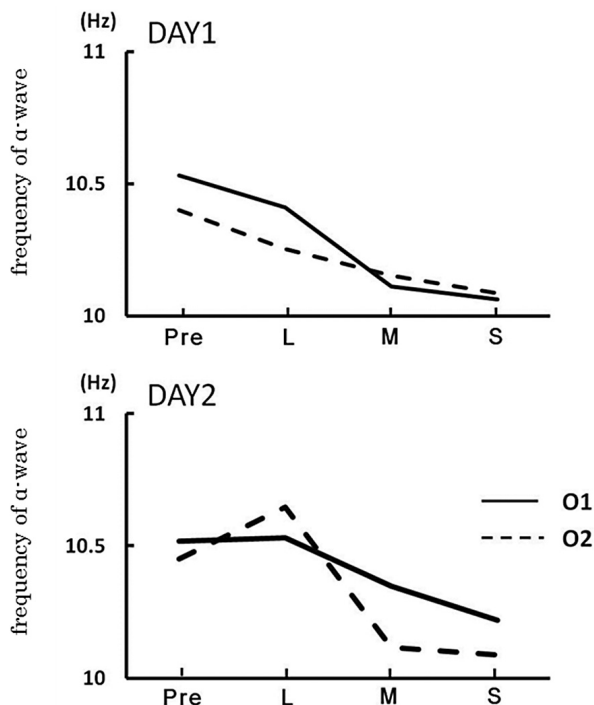


Fig. 5 Results of frequency of  $\alpha$ -wave. The EEGs were recorded while subjects wore large (L), medium (M), or small (S) mouthguard, and also recorded before (Pre) the wearings.

(Table 1). 多重比較を行ったところ、Pre に比較してM装着時でのみ有意差を認めた ( $p < 0.05$ ).

### 考 察

本研究は、装着したマウスガードの大きさ（形態）によって生起する不快感を、脳波（ $\alpha$ 波）の変動によって評価できるかどうかを検討することを目的として行った。

測定時間の合間の休憩時間に被験者が眠ってしまい、脳波に影響を及ぼすのを防ぐ目的で、投石ら<sup>14)</sup>

方法に準じ、4コマ漫画など刺激が少なく、物語性がない漫画本を読ませた。

マウスガードには、調整ができないストックタイプと、選手自身が口腔内で適合させて使用するマウスフォームタイプ、そして歯科医が各個人に制作するカスタムメイドタイプの3種類がある<sup>1)</sup>。

ストックタイプは、その形態を選手の口腔内で調整することができないことから、良好な適合が得られない。マウスフォームタイプは、選手自身による製作のため、咬合関係が不適切なものが多く、顎顔面頭蓋に衝撃力が加わった場合に部分的な咬合部が支点となり、下顎骨体等により大きなひずみが生じ、骨折の誘因となるとの報告<sup>15)</sup>があるように、歯科医学的にも問題があると思われる。Stevens<sup>16)</sup>は、外傷発生率はカスタムメイドのものが、他のタイプのマウスガードに比べて最も低く、装着感、維持力、呼吸、発音、清掃性などについても、本タイプが、一番優れていたとしている。そのため、本研究ではカスタムメイドのマウスガードを研究対象とした。

マウスガードの調整は、製作マニュアル<sup>1)</sup>に準じて行った。その後縁は、大きな違和感の発現や無意識での噛みしめの惹起、第二または第三大臼歯の萌出阻害<sup>9)</sup>などを危惧して、第一大臼歯遠心までを覆うものとした。

すでに著者ら<sup>11)</sup>は、本実験と同様のL、M、Sタイプのマウスガードを被験者に装着させ、それによる不快感を唾液 $\alpha$ -アミラーゼ活性、心拍変動そして心理評価（VAS法）から検討した結果を報告している。すなわち、唾液 $\alpha$ -アミラーゼ活性と心拍の変動は、心理評価とよく一致したことから、この二者が快・不快感を表す客観的指標となり得ることを示唆させるものであった。

脳波は、ほとんど無侵襲に長時間かつ繰り返し測定が可能なが特徴である。脳波の中でも、 $\alpha$ 波は後

Table 1 Results of ANOVA for linear spectral and frequency of  $\alpha$ -wave.

	linear spectral			frequency		
	d.f. (factor)	d.f. (error)	F value	d.f. (factor)	d.f. (error)	F value
Day (DAY1, DAY2)	1	14	2.98	1	14	0.14
Electrode (O1, O2)	1	14	0.42	1	14	0.39
Wearing conditions	2.62	36.68	8.29***	2.77	38.87	5.43*
Day $\times$ Electrode	1	14	0.98	1	14	0.46
Day $\times$ Wearing conditions	2.14	30.01	0.26	2.97	41.68	2.09
Electrode $\times$ Wearing conditions	3	42	0.31	1.60	22.41	0.40
Day $\times$ Electrode $\times$ Wearing conditions	1.88	26.43	1.06	1.80	25.41	0.91

\* $p < 0.05$

\*\*\* $p < 0.001$

These degrees of freedom were modified by Huynh and Feldt's epsilon<sup>12)</sup>.

頭部に優勢に出現し、緊張や焦燥が強いと減少し、閉眼安静時に顕著に出現する<sup>17)</sup>こと、また、足浴によって $\alpha$ 波のリニアスペクトルが増加した<sup>18)</sup>ことや、心理的に鎮静効果を持つとされているラベンダーの香りが、 $\alpha$ 波帯域のパワースペクトルを増加させた<sup>19)</sup>ことなどから、 $\alpha$ 波解析が心理的状态を把握する有効な手段であることの妥当性が報告されている。

本研究では、 $\alpha$ 波のリニアスペクトル (Fig. 4) の変動から、マウスガードの装着においては、S、MがLよりもリラックスしている可能性が示唆された。また、 $\alpha$ 波の周波数 (Fig. 5) は、Lが最も高く、M、Sの装着で低くなる傾向がみられた (統計的には、LとMの間でのみ有意差を認めた)。この結果と、 $\alpha$ 波のリニアスペクトルの結果 (Fig. 4) とを比較すると、両者のグラフパターンは丁度反対となっており、 $\alpha$ 波が多いと周波数が下がる関係がみてとれる。そのため両者を合わせてみると、SやMの装着がLの装着時に比べて、リラックスしていることを示しているように思われる。このことは、以前、著者らが唾液 $\alpha$ -アミラーゼ活性、心拍変動を用いたときと同様の結果であり、不快感の客観的指標として脳波の $\alpha$ 波が有効であることを示唆した。

$\alpha$ 波のリニアスペクトル分析において、L装着時とM、S装着時との間に差異が認められた要因として、マウスガードの大きさによる影響と、単純な装着順序に基づく慣れの効果による二つの可能性が考えられる。特に、本研究では、実験手順の制約のために、マウスガードの装着順序をL、M、Sの順に固定して行い、そのカウンターバランスを取れなかったことから、後者の可能性を完全に否定することができない。しかしながら、O1、O2の両部位とも、リニアスペクトル分析 (Fig. 4) のDAY2において、L装着時で低く、M装着時で上昇するというDAY1と同様の変動パターンが認められたこと、さらに、 $\alpha$ 波の周波数 (Fig. 5) のDAY2においても、PreとL装着時の間ではあまり変化がなく、M装着時に急速に低下するという、DAY1と同じパターンが認められた。このことは、仮に本研究で見られた差異が、単に被験者の慣れの効果によるものであるとするならば、被験者が実験に慣れるに従って、すなわち、DAY1とDAY2の間で、なんらかの差異が生じるはずである。しかし、本研究では、DAY1、DAY2と実験日を重ねたとしても、上記のリニアスペクトルおよび $\alpha$ 波周波数の計測パターンは、ほぼ同一であり、本研究で認められた変化は、単純な慣れによる効果とは考えにくく、マウスガードの装着感そのものに起因するものと考えて良いだろう。しかしながら、慣れの効果の混在

をまったく否定できる条件設定ではないので、この疑問点を明らかにするためには、さらなる研究を必要とする。

## 結 論

各種の大きさのマウスガードを装着した被験者の感じる不快感について、脳波の $\alpha$ 波を用いて検討し、以下の結論を得た。

- 1)  $\alpha$ 波のリニアスペクトルでは、L装着時と比較すると、M装着時とS装着時では増加した。
- 2)  $\alpha$ 波の周波数では、L、M、Sの大きさに差は認められなかった。

以上のことより、マウスガードの装着による不快感が、M装着時とS装着時では、少ない可能性が示唆され、客観的指標として脳波の $\alpha$ 波を解析することの有効性が示唆された。

## 文 献

- 1) 前田芳信, 安井利一, 米畑有里. マウスガード製作マニュアル. 第1版. 東京: クインテッセンス出版; 2001: 30-33, 39-54, 70-78, 184-185.
- 2) Dennis NR; 石上恵一, 前田芳信監訳. アドバンス・スポーツ歯学. 第1版. 東京: 医学情報社; 2001: 31-44.
- 3) McNutt T, Shannon SW, Wright JT and Feinstein RA. Oral trauma in adolescent athletes: a study of mouth protectors. *Pediatr Dent*. 1989; 11: 209-213.
- 4) Hickey JC, Morris AL, Carlson LD and Seward TE. The relation of mouth protectors to cranial pressure and deformation. *J Am Dent Assoc*. 1967; 74: 735-740.
- 5) 石島勉, 斎藤実, 朝比奈義明, 金澤毅, 今村円, 後藤洋, 平沼謙二. 口腔領域のスポーツ外傷とマウスガードに関する調査. *愛院大歯誌*. 1989; 27: 673-686.
- 6) 畑慎太郎, 田口洋一郎, 山崎敏彦, 今井信行, 久保憲昭, 池永英彰, 河津正文, 林宏行. 顎口腔領域のマウスガードに関するアンケート調査結果～近畿地区5大学ラグビー部での調査～. *スポーツ歯学*. 2007; 11: 7-12.
- 7) 添田義博, 中北清吾, 洪里周作, 中井宏昌, 米花晃人, 川原大. 平成18年度大阪府ラグビー・クラブチームBリーグ戦参加選手へのマウスガードに関するアンケート調査. *スポーツ歯学*. 2008; 11: 96-101.
- 8) 南部貴志, 中北清吾, 洪里周作, 添田義博, 三村義昭, 川原大. 社会人ラグビートップ選手に対するマウスガードのアンケート調査. *スポーツ歯学*. 2011; 14: 70-74.
- 9) 近藤剛史, 山中拓人, 中禮宏, 山原幹正, 柴崎明彦, 吉田正義, 二ノ宮浩正, 吉村研治, 中島史郎, 陶山直昭, 小野利行, 上野俊明. 2005年度九州高校総体に参加したアマチュアボクシング選手に対する歯科学サ

- ポート～カスタムメイド・マウスガード装着後のアンケート調査について～. スポーツ歯学. 2007; 11: 33-38.
- 10) 石田純一, 今井裕一郎, 堀田聡, 上田順宏, 畠中利英, 川上哲司, 山本一彦, 桐田忠昭. マウスガード装着が及ぼす自律神経系の変調. スポーツ歯学. 2008; 11: 136.
- 11) 澤田季子, 投石保広, 瀧田史子, 東野嘉文, 碓哲崇, 都尾元宣. マウスガード装着が生理心理指標に及ぼす影響. 補綴誌. 2011; 3: 144-153.
- 12) Huynh H and Feldt LS. Conditions under which mean square ratios in repeated measurements designs have exact F-distributions. *J Am Dent Assoc.* 1970; 65: 1582-1589.
- 13) 入戸野宏. 心理生理学データの分散分析. 生理心理学と精神生理学. 2004; 22: 275-290.
- 14) 投石保広, 下河内稔. 弁別課題にみられる初期陰性成分の分析—NA, MMN, N2bの比較検討—. 生心理精生理. 1990; 8: 19-30.
- 15) 石上恵一. スポーツ歯学—未来へ向けて—. 日本歯科医師会雑誌. 2000; 53: 716-725.
- 16) Stevens OO. Mouth protectors; Evaluation of eleven types. *J Am Dent Assoc.* 1963; 67: 521-528.
- 17) 大熊輝雄. 臨床脳波学. 第5版. 東京: 医学書院; 1999: 87-89.
- 18) 市村孝雄. 足浴の生理的作用について—31例のケースデータ—. 山口県立大学大学院論集. 2006; 7: 75-80.
- 19) 古賀良彦. においと脳波. 空気清浄. 2010; 47: 9-14.
-