

## 小児におけるマウスガードが発音に及ぼす影響

飯 沼 光 生<sup>1)</sup> 柿 原 秀 年<sup>1)</sup> 田 村 康 夫<sup>1)</sup>

山 村 理<sup>2)</sup> 藤 井 輝 久<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座小児歯科学分野

<sup>2)</sup>朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科補綴学分野

岐阜県瑞穂市穂積1851

**抄録** この研究の目的は、市販品と歯科医が作製したマウスガード装着による発音の音声パターンの変化を調べることである。被検者は6名の空手少年団団員である。日本語のサ行、タ行、ラ行の発音をマウスガード装着時と未装着時で記録し、その音声分析を行って第1、第2 Formant周波数を測定し、未装着時と装着時の変化を音響学的に検討した。

その結果、マウスガードを装着することにより、未装着と比較して音響学的には明らかな影響が生じた。市販品とカスタムメイド間の差は有意ではなかったがカスタムメイドの方が市販品に比べその影響は少ない傾向が示唆された。マウスガード装着により、[イ]、[ウ]の母音のFormant周波数は変化が大きく、[オ]、[ア]では変化が少なかった。[エ]はその中間であった。[サ]行、[タ]行、[ラ]行間の子音のFormant周波数にはほとんど差が認められなかった。

キーワード：小児，空手，マウスガード，発音，音声パターン

### 緒 言

顎口腔領域へのスポーツ外傷の割合は高く<sup>1-7)</sup>、この予防のためにはマウスガード装着が有効であることが広く認められている<sup>8,9)</sup>。しかしこれらは高校生以上を対象にしたものであり、小児期についてはスポーツ外傷が多いにもかかわらずほとんど検討されていない<sup>10-12)</sup>。

そこで我々は、空手少年団の団員を対象にマウスガ

ードの装着感についてアンケート調査を行った<sup>13)</sup>。その結果マウスガードを装着することにより発音しにくいとの回答が多くみられたが、これはアンケート調査にもとづくものであり、客観的にどの程度悪くなっているかは不明である。そこで、マウスガードの装着時と未装着時に同じ音を発音させ、音声分析を行い、両者の差を音響学的に検討した。

### 対象および方法

#### 1. 調査対象およびマウスガード作製方法

岐阜市内の某空手スポーツ少年団団員のうち、すでに市販のマウスガード(以下市販と略す)を所持していた4名(小学校6年生、男児2名、女児2名)を対象とした。この4名に歯科医が間接法によりマウスガードを作製(以下カスタムメイドと略す)し、市販との比較を行った。

カスタムメイドのマウスガードの作製方法は通法<sup>14)</sup>に従い、上下顎の印象採得をし、習慣性閉口路上で、前歯部で1.5mm挙上させて咬合採得を行ない、咬合器に装着した。上顎模型にマウスガードの外形線を記

入し、吸引圧接装置(Omnivac<sup>®</sup>, Omnidental Corp.製)を用いてシート(マウスガード<sup>®</sup>, サンスター社製)を吸引圧接、余剰部除去、辺縁形態修正、咬合調整、研磨を行いマウスガードを装着した。設計は、片山ら<sup>15)</sup>を参考に、厚さを唇頬側および切縁で2mm、口蓋側で1~1.5mm、咬合面で1.5mm、外形は唇頬側は齦頬移行部より約3mm歯頸部寄りに、口蓋側は歯頸部より約5mm口蓋側寄りに延長し、後縁は最後方臼歯とした。

また市販のマウスガードはスポーツ用品店で販売されているシート(EZ-GARD<sup>®</sup>597-2, EZ-GARD社製)を、団員または保護者が温水中で軟化させ口腔内で直接作製したもので、作製方法について特に指示は与えなかった。

#### 2. 記録方法

本論文の要旨は、第132回岐阜歯科学会例会(2000年6月17日岐阜)において発表した。  
(平成15年12月3日 受理)

この少年団は練習を週に1回約2時間実施しており、練習中のみカスタムメイドのマウスガードを装着するよう指示し、装着2週間後の練習後に音声記録した。

音声の記録方法は、日本語音声の「サ」行、「タ」行、「ラ」行の単音15語の発音をさせ、ステレオマイク（AT9440，単一指向性，周波数特性100~17,000 Hz，オーディオテクニカ社製）を通してMini disk（MZ-R55，Sony社製）に記録した。音声採取は、未装着，市販品とカスタムメイドを各々装着させて行い、その間に10分の休憩を挟んだ。録音方法は被検者を閉鎖した室内で楽に座らせ、マイクから口唇までの距離を約30cmに保つようにして、被検語を1音ずつ約2秒間隔で発音させ収録した。その時の声の大きさは、被検者が普通に日常会話を行っている場合と同様の強さとした。

### 3. 解析方法

分析装置としてコンピュータMacintosh Quadra 800（Apple社製）をホストコンピュータに、音響分析ソフトウェアMac Speech Lab II（GW Instruments社製）を使用した。得られた音声サンプルをMac Speech Lab IIにインプットし、マルチレイアウト画面でワイドバンドでFigure 1のようにサウンドスペクトログラムを描記し、セグメントして母音部分の定常部をスペクトルレイアウト画面でLPC表示し、第1，第2 Formant周波数（以下F1，F2と略す）をFigure 2のように計測した。さらに得られた音声データを表計算ソフトウェアExcel 98（Microsoft社製）に入力し、統計処理ソフトウェアStat View 4.5（Abacus社製）で統計処理を行った。

## 結 果

Figure 3は後続母音の違いによるマウスガード装着，未装着における各被験者の各被験語のF1，F2の平均座標を示した。[ア]，[オ]はマウスガード装着による変化が少なく[イ]はマウスガード装着により[エ]に近づき，[ウ]はマウスガード装着により[オ]に近づく傾向が認められた。また[イ]，[エ]ではカスタムメイドが市販より変化が少なく，[ウ]，[オ]では市販がカスタムメイドよりやや変化が少なく，[ア]では市販，カスタムメイドの差はほとんど認められなかった。

Figure 4に後続母音の違いによる各被験者の各被験語のF2とF1の差の平均を示した。マウスガード装着により，後続母音が，[イ]，[ウ]の語で顕著に減少し，後続母音が[エ]の語でやや減少し，後続母音が[ア]，[オ]の語ではほとんど変化が認められなかった。また，市販，カスタムメイド間の差はあまり認められなかったが，全般にカスタムメイドの方が変化が少ない傾向が認められた。

Figure 5に先行子音の違いによる各被験者の各被

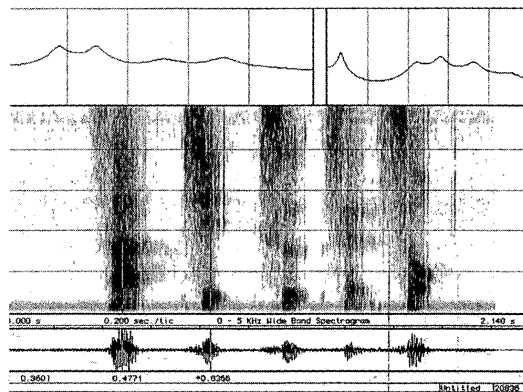


Fig. 1 : Sample of sound spectrogram

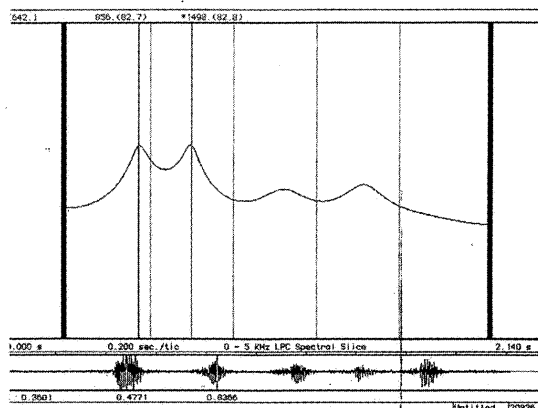


Fig. 2 : Results of the analysis of formant frequencies of the Figure 1 sound spectrogram

統計処理は2元配置分散分析と，Post hoc testのFisherのPLSDを用いた。

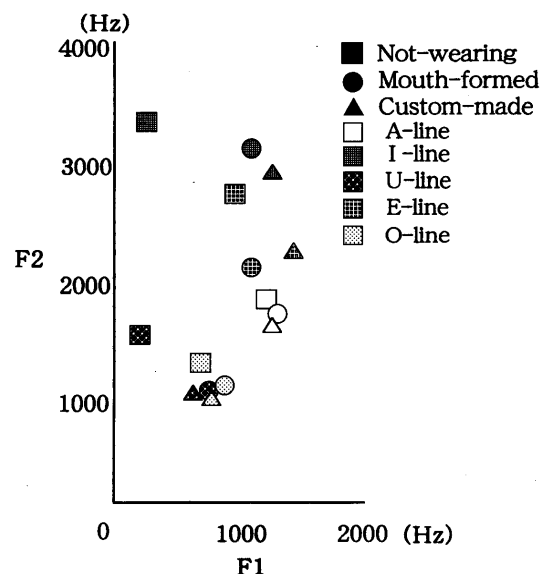


Fig. 3 : Vowel formant frequencies of F1 and F2

験語のF2とF1の差の平均を示した。マウスガード装着によりすべて減少したが，「サ」行，「タ」行，「ラ」

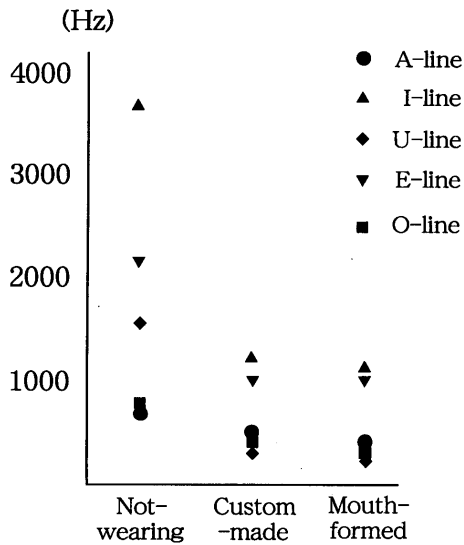


Fig. 4 : Difference between F1 and F2 in vowel formant frequencies

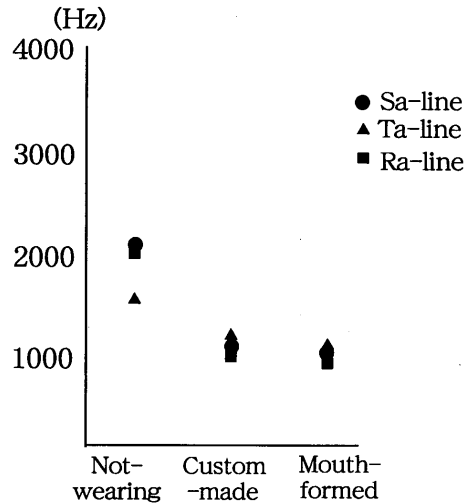


Fig. 5 : Difference between F1 and F2 in consonant formant frequencies

行の間にはほとんど差が認められなかった。各母音または子音と未装着、カスタムメイド、市販の違いを要因とした二元配置分散分析では、有意差は認められな

かったが、Post hoc testのFisherのPLSDでは、未装着とカスタムメイド間、未装着と市販間に有意差が認められた (Table 1)。

Table 1 : Results of Post hoc test

		Vowel		Consonant	
		Difference	P	Difference	P
Custom-made	Mouth-formed	34.20	0.93	57.00	0.62
Custom-made	Not-wearing	-927.60	0.04	-1186.00	<0.01
Mouth-formed	Not-wearing	-961.80	0.04	-1243.00	<0.01

考 察

今回はスポーツ種目のうち空手を対象とした。空手は、ノンコンタクトルールとコンタクトルールに大別される。コンタクトルールは顔面安全具を着用するが、ノンコンタクトルールは、相手の身体の目標となる部位に、突き、蹴りなどの技を決める寸前に止める方式で、日本体育協会の加盟団体である全日本空手道連盟の主催する試合は全てノンコンタクトルールで行われている。このため原則的には接触はなく、過度な打撃は反則の対象となり、空手において発生する外傷は報告が少ない<sup>16-21)</sup>。しかしそれでも偶発的に相手に突き、蹴りを当ててしまうことはあり、そのための安全対策が求められる<sup>15)</sup>。

また空手では、独特の「気合い」と呼ばれる発声が必要でマウスピースはこの「気合い」の妨げになり、勝負に悪影響を及ぼす可能性がある。自衛隊の空手部員へのアンケート<sup>22)</sup>でもマウスピースを装着すると声を出しにくいと48名中38名が答えており、空手は個人競技であるにもかかわらず発声は、コミュニケーション

ンをとるためではなく、「気合い」のために極めて重要である。また空手は、防御の時は噛みしめるが、攻撃の時は開口している状態であり、噛みしめる時間が極めて短い<sup>22)</sup>。このため、ラグビーなどのように短期間で咬合面が摩耗したり、辺縁部が変形して装着感が悪くなることはない。しかし、空手の場合、試合中はほとんど開口状態のためマウスガードが脱落しないことが重要である。よって適合性は強く要求されるが、偶発的打撃に対する保護が主眼であり、強い力に対する防護はあまり考えなくてもよい。それ以上に発声に悪影響を及ぼさないことが重要で、このために肉薄で後縁の短い形態の設計が必要である。今回は一般的なマウスガード<sup>22)</sup>より厚径は薄くしたが、小児期は、歯冠高径が短く維持が不十分で脱離しやすかったことから辺縁は成人のマウスガードの設計より長めに設計した。

アンケート調査による装着感の検討は主観的なものであり、またアンケートの回答に声を出しにくいという不満があった<sup>13)</sup>。そこでマウスガード装着により発

音が実際どのように変化しているのかを明らかにするため音響学的に検討した。

発音障害の自覚症状調査<sup>23), 24)</sup>でサ行が最も発音が困難であり、続いてラ行, タ行, カ行, ナ行の順と報告されていることから, 今回はサ行, タ行とラ行を分析した。

一般にFormant周波数は声道断面積により決定され, F2とF1の座標は調音位置・口唇の丸め度合い, 下顎位置と密接な関係がある<sup>25)</sup>。今回は, マウスガード装着により咬合挙上され, 口腔容積が増加し, 声道断面積が変化し, それによってFormant周波数が変化したと考えられ, このため, 山村<sup>25), 26)</sup>の報告と同様に, [イ], [ウ]の様な小開き母音では変化が大きく, [エ], [オ]の様な中開き母音, [ア]の様な大開き母音では変化が少なかったと考えられた。

## 結 論

市販品と歯科医が作製したマウスガードの装着による発音への影響を音響学的に検討し以下の結果を得た。

1. 音声分析では, マウスガードを装着することにより, 発音には明らかな影響が現れ, カスタムメイドの

また母音の周波数に関してはカスタムメイドが市販に比べ有意差はなかったが, やや変化が少なく, カスタムメイドは未装着, つまり自然の状態に近い傾向が認められ, 周波数に関してもカスタムメイドの方が有効であると考えられた。

先行母音, 先行子音の違いによるF2-F1の差からはカスタムメイドと市販のマウスガードによる差は認められなかったが, マウスガード未装着と装着では差が認められた。これらのことより, マウスガードを装着することにより, 発音には明らかな影響が現れ, これはやむをえないことであるが, カスタムメイドの方が市販に比べその影響は少ない傾向が示唆された。今回は装着直後の周波数のみを観察したが, 今後持続時間, 音声認識等を加味して「慣れ」などを観察すればより有用であると考えられた。

方が市販に比べその影響は少ない傾向が示唆された。

2. マウスガード装着により, [イ], [ウ]の母音では変化が大きく, [オ], [ア]の母音では変化が少なかった。

## 文 献

- 1) 田中信幸, 林さゆみ, 鈴木和彦, 内出尚里, 富塚謙一, 平田 康, 吉増秀実, 天笠光雄: スポーツ外傷による顎顔面骨骨折の臨床的研究. 口病誌, 59: 571~577, 1992.
- 2) 林 昭宏, 大月佳代子, 石部幸二, 辻 政秀, 大西正俊: 当科を受診したスポーツによる顎顔面外傷例の検討. 第6回スポーツ歯学研究会論文集, 71~73, 1995.
- 3) 明本康伸, 福多一雅, 高野昌士, 山口博雄, 西方 聡, 戸塚靖則, 喜田正孝, 福田 博: スポーツ事故による顎顔面外傷の臨床的検討. 第6回スポーツ歯学研究会論文集, 65~67, 1995.
- 4) 貝塚幸恵, 高木律男, 松本文男, 大橋 靖: 当科におけるスポーツ外傷の臨床統計的検討. 第6回スポーツ歯学研究会論文集, 69, 1995.
- 5) 二宮史浩, 増田純久, 窪田泰孝, 藤村敬一郎, 石橋浩晃, 竹之下康治: スポーツ外傷の現況について. 第6回スポーツ歯学研究会論文集, 61~64, 1995.
- 6) 高力佐知子, 白土雄司, 大部一成, 山口利浩, 吉川博政, 大石正道: 小児口腔顔面領域におけるスポーツ外傷の臨床的検討. 第6回スポーツ歯学研究会論文集, 75~78, 1995.
- 7) 前田憲昭, 村田保男, 片野 清, 折山 弘, 森下裕子, 伴 由美, 吉岡 清: 口腔外科領域におけるスポーツ外傷の疫学調査. 日口外誌, 31: 568~572, 1985.
- 8) 石島 勉, 平沼謙二: マウスガードからみたスポーツ歯学に対する考え方. 歯界展望, 75: 935~951, 1990.
- 9) 石島 勉, 山口敏樹, 月村雅史, 平井敏博, 武田秀勝: マウスガードの使用とその外傷防止効果—北海道学生アメリカンフットボール選手における調査. 東日本歯学雑誌, 10(2): 85~94, 1991.
- 10) 石上恵一, 高山和比古, 中島一憲, 小川透, 月岡直樹, 島田 淳, 武田友孝, 大木一三, 土肥順尚, 石川達也: 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究: 小児のマウスガードに対する意識調査(抄). 補綴誌, 42: 72, 1998.
- 11) Anderson, P. J.: Fractures of the facial skeleton in children. *Injury*, 26(1): 47~50, 1995.
- 12) 林 良宣: ラグビースクールにおけるチームデンティスト. 愛院大同窓会誌, 9: 109~112, 1996.
- 13) 柿原秀年, 飯沼光生, 広瀬永康, 杉本勘太, 田村康夫: 小児のマウスガードに関するアンケート調査. 小児歯誌, 40(3): 475~484, 2002.
- 14) 大山喬史編: スポーツ歯学の臨床, 医学情報社(東京) 1998, 77~83.
- 15) 片山幸太郎, 真野高一: 空手道とマウスピース. 歯科医師会誌, 48(9): 29~35, 1995.
- 16) 片山幸太郎, 高橋 博, 石上恵一: 空手道競技における口腔顔面外傷とその防護 その1. ノンコンタクト・ルール空手道競技. クイントエッセンス, 11: 143~147, 1992.
- 17) McLatchie, G. R.: Analysis of Karate Injuries Sustained in 295 Contests. *Injury*, 8: 132~134, 1977.
- 18) 小泉正夫, 小泉和雄, 岡田征彦, 横田昌幸: 空手外傷について. 東日本スポーツ医学研究会誌, 1: 61~66, 1979.
- 19) 中嶋寛之: スポーツ外傷と障害, 文光堂(東京)1983, 213~227.
- 20) 佐藤 貢, 山内潔, 笠井康弘, 猫塚義夫, 辻 普, 田

- 村文雄：空手による手舟状骨骨折の1例および手指外傷についての考察。臨床スポーツ医学，2：104～106，1985。
- 21) 野川孝之：スポーツカラテにおける外傷，障害とその予防法，治療法。月刊空手道，12(1)：47～51，1989。
- 22) 望月岳志，片山幸太郎，高橋博，真野高一，石上恵一，大木一三：自衛隊の空手道選手におけるスポーツ外傷およびマウスピース着用に関する実態調査。防衛衛生，42(6)：219～226，1995。
- 23) 安井利一：スポーツマウスガードの規格化。歯医学誌，15：52～57，1996。
- 24) 森主宣延，石倉行男，舛元康浩，小椋正，堀準一：マウスフォードタイプマウスガードの実態ならびに臨床的検討。小児歯誌，34(3)：612～623，1996。
- 25) 山村理：咬合高径の挙上に伴う音声パターンの音響学的観察。補綴誌，30：1250～1263，1986。
- 26) Yamamura, O., Hata U., Nakajima T., Takeuchi, M., Nakabayashi, A., Ichihashi M., Hayashi Y., Noda T., Marui Y. and Fujii T.: An acoustically investigated case of phonetic change in higher vertical dimension. 岐歯学誌，17：350～355，1990。
-

## An Acoustico-dynamic Investigation of Modified Sound Pattern from Wearing a Mouthguard in Children

MITSUO IINUMA<sup>1)</sup>, HIDETOSHI KAKIHARA<sup>1)</sup>, YASUO TAMURA<sup>1)</sup>,  
OSAMU YAMAMURA<sup>2)</sup> and TERUHISA FUJII<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>*Department of Pediatric Dentistry, Division of Oral Structure, Function and Development  
Asahi University School of Dentistry  
(Chief: Prof. Yasuo Tamura)*

<sup>2)</sup>*Department of Prosthodontics, Division of Oral Function Science and Rehabilitation  
Asahi University School of Dentistry  
(Chief: Prof. Teruhisa Fujii)  
1851-1 Hozumi, Mizuho, Gifu 501-0296, Japan*

**Key words** : Mouthguard, Karate-do sport, Children, Sound spectrograph, Utterance pattern

**Abstract** Mouthguards are well known for reducing oral and facial injury during contact sports, and the use of this device is gradually spreading among athletes. However, mouthguards are hardly used by school children. On a questionnaire survey, children indicated dissatisfaction with their mouthguards and complained of speaking difficulties. This study investigated the sound pattern while wearing the mouth-formed-type and custom-made-type of mouthguards. The subjects of this study were six children belonging to a Karate-do sport club.

They recited the [sa] [ta] [ra] lines of Japanese words while wearing and not wearing a mouthguard. Analysis of utterance patterns was performed using on sound spectrograms and the first and second formant frequencies were measured.

As a result, significant acoustical influences were observed in subjects wearing a mouthguard. The influence of the custom-made-type mouthguard was slightly greater than that of the mouth-formed-type mouthguard, however there was no significant difference. The vowel formant frequencies of [i] and [u] utterance were significantly changed, those of [o] and [a] were slightly changed and those of [e] were intermediate. The consonant formant frequencies of the [sa] [ta] and [ra] lines showed little difference.