顔面骨の骨折に関する生体力学的研究

—第3報 マウスガードの実用化研究（アンケート調査を中心として）—

尾上 祐悦・前田 憲昭・石川 俊明・吉岡 濟

堤 定美*・古路 寛**・牧嶋 孝生**

Biomechanical studies of static pressure on facial bone fractures

—Part III Practical research of the mouthguard—

Yuetsu ONOE・Noriaki MAEDA・Toshiaki ISHIKAWA

Wataru YOSHIOKA・Sadami TSUTSUMI*・Hiroshi FURUMICHI**

Takao MAKISHIMA**

Abstract: Previously we reported the essential characters which are requested for the proper mouthguard materials and shapes. In this report we show the results of our field studies on the mouthguard made from the proper materials.

Thirty-four rugby football players were chosen for this study. Individual mouthguards were made by taking personal impressions.

The players were interviewed before and after using the mouthguards comparing the old one. 59% of the players have never worn any mouthguard because of ill fit and trouble in speaking and/or had not any chance to get them.

The mouthguards made by our instruction were tested on the following points: Fitting, ability to speak, taste and thickness.

We have checked the above points at periods of 1 month, 3 months and 6 months. These mouthguards were accepted by almost 90% of the players in every point but a few complained of the thickness.

They needed more thickness than we planned at the labial side of the anterior teeth but this minor trouble was corrected according to each person in later technical processes.

Key word: mouthguard

兵庫医科大学歯科口腔外科学講座

(主任: 吉岡 濟教授)

* 京都大学医用高分子研究センター

(主任: 井田一夫教授)

** サンスター株式会社第1研究部

Department of Dentistry and Oral Surgery,
Hyogo College of Medicine (Chief: Prof.
Wataru Yoshioka)

* Research Center for Medical Polymers and
Biomaterials, Kyoto University (Chief: Prof.
Kazuo Ida)

** Sunstar Inc 1st Research Department

受付日: 昭和63年3月22日

緒 言

顎顔面領域の外傷に関する疫学的調査は、現在まで報告があり^{1,2)}、その病因が明らかにされているものも多い。なかでもスポーツ外傷に関しては、予防装置の装着によって発生率を低下させることができることも報告され³⁾、またこれら装置に対する認識も高まりつつある。われわれは、第2報において、スポーツ外傷の予防に対し有効なマウスガードの具備条件を検索し、その成果を報告した^{4,5)}。今回、その中で最も具備条件を満たしていると思われる材料で作製したマウスガードについて、

マウスガード実用評価調査用紙

氏名 _____ 年齢 _____ 歳

①今回、装着していただいたマウスガードについて
おたずねします。

(記入例)

②マウスガードの使用状態についておたずねします。

(A) マウスガードの使用状態は

1. プレイ中、常につけている。
2. 試合時だけつけている。
3. 練習時だけつけている。
4. 時々(つけたことがある)
5. 1度もつけたことがない。

(B) Aで2～5に丸をつけた方におたずねします。

なぜつけないことがあるのですか。

1. 息が苦しい。
2. 声がかじにくい。
3. 機会がなかった。
4. はずれやすい。
5. 吐気がする。
6. つけるのが面倒。
7. かっこわるい。
8. 匂いが悪い。
9. 味が悪い。
10. すぐ破れる。
11. 効果がない。
12. 硬い。
13. 色が悪い。
14. その他 ()

(C) Aで1～4に丸をつけた方におたずねします。

i) つけたことがあるマウスガードは、どのようなもので
すか。

1. 市販のマウスガードで、形の調整ができないもの。
2. 市販のマウスガードで、自分で形を調整した。
3. 歯科医に作ってもらった。
4. その他 ()

ii) 歯や顎の骨の怪我をしたことがありますか。

1. はい
2. いいえ

iii) では、以前つけたことのあるマウスガードと今回のマ
ウスガードを比べてどちらが良いですか。

1. 今回のマウスガードの方が良い。
2. 今回のマウスガードの方が悪い。
3. 変わらない。

iv) 今回のマウスガードの良かった点はどんなところですか。
(複数可)

1. 密着感
2. 保持力
3. 異物感
4. 発声
5. 着脱
6. 厚み
7. 硬さ
8. 色
9. 匂い
10. 味
11. 耐久性
12. その他 ()

v) 今回のマウスガードの悪かった点はどんなところですか。
(複数可)

1. 密着感
2. 保持力
3. 異物感
4. 発声
5. 着脱
6. 厚み
7. 硬さ
8. 色
9. 匂い
10. 味
11. 耐久性
12. その他 ()

③何か気がついた点がありましたらご記入下さい。

御協力ありがとうございました。

図 1 初回装着時のアンケート用紙

表 1 マウスガードの材料特性

実験試料番号	7
厚さ 前歯部 (mm)	3.0
厚さ 臼歯部 (mm)	2.0
密度 (g/cc)	0.96
引張強さ (kg/cm ²)	85
伸び (%)	900
スティフネス (kg/cm ²)	90
硬度 (度)	60
弾性係数 (kg/cm ²)	55
摩耗指数 (mg/1000 CY)	150
低温脆化 (°C)	-70>
軟化点 (°C)	40>

アンケート調査を中心として実用評価実験を行ったので
その結果を報告する。

実験の方法と材料

1. 対 象

18～32歳までの男子ラグビー選手34名を対象とした。

2. 事前アンケート

現在までにマウスガードの使用経験の有無、使用状
況、ラグビーにおける外傷の経験などについて問診を行
った。

3. 診 査

歯列不正、著明な不正咬合、歯牙欠損の状態など各個
人の口腔検診を行った。

マウスガード実用評価調査用紙

氏名

年齢

歳

①今回、装着していただいたマウスガードについて
おたずねします。

(記入例)

厚い

良い

薄い

(例) 厚さ

悪い

普通

良い

(A) 密着感

悪い

普通

良い

(B) 保持力

困難

普通

簡単

(C) 着脱

強い

普通

弱い

(D) 異物感

困難

普通

簡単

(E) 発声

厚い

良い

薄い

(F) 厚さ

硬い

良い

軟らかい

(G) 硬さ

②今回お渡しした、マウスガードの使用状態についておたずねします。

(A) いつマウスガードを使用していましたか。

1. プレイ中、常につけていた。

2. 試合時だけつけていた。

3. 練習時だけつけていた。

4. 時々つけていた。

5. 1度もつけたことがなかった。

(B) 使用時間の合計は、何時間ぐらいになりますか。

1. 50時間以上

2. 30～50時間

3. 10～30時間

4. 10時間未満

(C) つけていた時に、歯や顎の怪我をしましたか。

1. はい

2. いいえ

(D) 現在のマウスガードの状態はどうですか。

1. 使用できる。

2. 使用できない。

では、どのような状態ですか。

(a) 変形してあわなくなった。

(b) 破れてしまった。

(c) 紛失した。

(d) その他()

③以前つけたことのあるマウスガードと今回のマウスガードを比べ
どちらが良いですか。

1. 今回のマウスガードの方が良い。

2. 今回のマウスガードの方が悪い。

3. 変わらない。

4. マウスガードをつけるのは今回が初めて。

④今回のマウスガードの良かった点はどこですか。

(複数可)

1. 密着感

2. 保持力

3. 異物感

4. 発声

5. 着脱

6. 厚み

7. 硬さ

8. 色

9. 匂い

10. 味

11. 耐久性

12. その他()

⑤今回のマウスガードの悪かった点はどこですか。

(複数可)

1. 密着感

2. 保持力

3. 異物感

4. 発声

5. 着脱

6. 厚み

7. 硬さ

8. 色

9. 匂い

10. 味

11. 耐久性

12. その他()

⑥何か気がついた点がありましたらご記入下さい。

御協力ありがとうございました。

図 2 装着1か月後のアンケート用紙

4. 印象採得

上顎の印象を採得、石膏模型を作製した。

5. マウスガードの原材料

厚さ前方 4.0 mm 後方 2.0 mm の傾斜をつけた 13×13 cm のエチレン酢酸ビニル樹脂の平板を用いた。これは第2報において前田らが行ったマウスガードの開発実験の中で、最も効果的であると評価されたものである⁵⁾。なお表1に示すような材料特性を有している。この平板を成型器 (THE MACHINE, サンスター株式会社) で3分間加熱後、模型上で吸引成型を行い、辺縁部をトリミングの上、研磨してマウスガードを作製した。完成時の厚さは、前歯部で 2.5 mm、臼歯部で 1.5 mm となった。

6. 装着時アンケート

今回、各個人用に作製装着されたマウスガードに関して、厚さ、硬さ、着脱、異物感、保持力、密着感、発声、色、匂い、味、などの印象、過去のマウスガードと今回のものの比較において、良い点、悪い点などアンケート調査を行った (図1)。

7. 1か月後アンケート

今回作製したマウスガードの使用1か月後の、厚さ、硬さ、着脱、異物感、保持力、密着感、発声、色、匂い、味、耐久性、などの印象、使用状態、いつ使用したか (プレイ中、常につけていた、試合時だけつけていた、時々つけていた、1度もつけたことがない)、使用時間合計、使用時における外傷の有無、今までのマウスガ

図 3 マウスガードの使用状態

図 5 過去に装着したマウスガード

Aで2～5に丸をつけた方におたずねします。なぜつけないことがあるのですか。

	全体	装着者	未装着者
1. 息が苦しい	14	6	8
2. 声がだしにくい	13	6	7
3. 機会がなかった	9	0	9
4. はずれやすい	6	6	0
5. 吐気がする	5	4	1
6. つけるのが面倒	6	4	2
7. かっこわるい	2	1	1
8. 匂いが悪い	1	1	0
9. 味が悪い	0	0	0
10. すぐ破れる	0	0	0
11. 効果がない	0	0	0
12. 硬い	0	0	0
13. 色が悪い	0	0	0
14. その他	3	0	3
合計	59人	28人	31人

図 4 マウスガードを常に装着しない理由

ードと今回のマウスガードとの比較で良い点、悪い点、などについてアンケート調査を行った(図2)。

8. 6か月後アンケート

使用をはじめて6か月後のマウスガードの状態(使用の可否)、いつ使用しているか、今までに何回ぐらい使用したか、マウスガード使用時における外傷の有無についてアンケート調査を行った。

9. t検定

アンケート調査結果のt検定を行った。

実験結果

1. 口腔内審査結果

被検者34人中、切端咬合4人、反対咬合2人、交叉咬合3人、上顎犬歯唇側転位2人、上顎前突1人を認めた。

2. 過去のマウスガードの使用経験についてのアンケート調査結果

図 6 歯牙、顎骨の外傷経験

アンケートは34人中32人から回答が得られた。

A) 過去のマウスガードの使用状態

1度もつけたことがない; 32人中19人(59%)

時々つけたことがある; 7人(22%)

プレイ中常につけている; 3人(9%)

試合時だけつけている; 3人(9%)であった(図3)。

B) 過去にマウスガードの使用経験のある13人で常に装着している3人を除き、常時使用しない理由

10人中、息苦しい; 6人(60%)

声がだしにくい; 6人(60%)

はずれやすい; 6人(60%)

であった。

現在までマウスガードを使用しなかった理由

装着の意志はあるものの、機会がなかった; 19人中9人(47%)

装着の機会があったが、以下の理由で装着しなかった;

息がしにくい; 8人(42%)

声がだしにくい; 7人(37%) (複数回答)であった(図4)。

C) 過去に使用したマウスガードに関して

市販のマウスガードを、自分で形態を調整して使用したもの; 15人中12人(80%)

歯科医に作ってもらった; 3人(20%)でありその内2人は複数のマウスガードの使用経験者であった(図5)。

図 7 試作マウスガードの使用状態

図 8 使用時間合計

図 9 マウスガード装着時の外傷経験

D) 歯牙、顎骨の外傷経験：34人中回答のあった26人中、経験あり；15人（58％），経験なし；11人（42％）であった（図6）。

3. 今回、われわれが開発したマウスガード装着1か月後のアンケート調査結果

A) マウスガードの使用状態：34人中回答のあった33人のなかでは、時々つけていた；11人（33.3％）試合時だけつけていた；11人（33.3％）1度もつけたことがなかった；7人（21.2％）プレイ中、常につけていた；2人（6.1％）練習時だけつけていた；2人（6.1％）であった（図7）。

B) 使用時間の合計：34人中回答のあった26人におい

図 10 1か月後のマウスガードの状態

図 11 試作マウスガードと市販マウスガードの比較

て、
10時間未満；21人（80.8％）
10～30時間；2人（7.7％）
50時間以上；2人（7.7％）であった（図8）。
C) マウスガード装着中の外傷経験：34人中回答のあった26人において、
経験あり；0人
経験なし；26人（100％）であった（図9）。
D) 1か月後のマウスガードの状態：34人中回答のあった26人において、
使用可能な状態にある；24人（92.3％）
使用不可能な状態にある；2人（7.7％）であった（図10）。
E) 以前つけたことのあるマウスガードと今回のマウスガードとの比較：初回装着時にマウスガードの使用経験者12人中、
今回のマウスガードの方がよい；11人（92％）
今回のマウスガードの方が悪い；0人
変らない；1人（8％）
F) 1か月後での比較：34人中回答のあった13人において、
今回のマウスガードの方が良い；10人（77％）
今回のマウスガードの方が悪い；2人（15％）

変らない；1人（8％）であった（図11）。

G) 今回のマウスガードの良かった点：

初回装着時では34人中、

密着感がよい；13人

厚さがよい；7人

発声が容易；6人

保持力がよい；4人

1か月後では26人中、

密着感がよい；13人

厚さがよい；15人

保持力がよい；7人

発声が容易；3人であった（図12）。

H) 今回のマウスガードの悪かった点：

初回装着時では34人中、

異物感がある；5人

発声が困難；3人

1か月後では34人中解答のあった26人において、

異物感がある；6人

発声が困難；8人であった（図13）。

I) 密着感、保持力、着脱、異物感、発声、厚さ、硬さ

今回のマウスガードの良かった点はどんなところですか。（複数可）

	初回装着時	1か月使用時
1. 密着感	13	13
2. 保持力	4	7
3. 異物感	2	3
4. 発声	6	3
5. 着脱	3	4
6. 厚み	7	15
7. 硬さ	2	9
8. 色	1	4
9. 匂い	0	2
10. 味	0	1
11. 耐久性	0	0
12. その他	0	2

合計 38人

63人

図12 試作マウスガードの長所

今回のマウスガードの悪かった点はどんなところですか。（複数可）

	初回装着時	1か月使用時
1. 密着感	1	3
2. 保持力	0	0
3. 異物感	5	6
4. 発声	3	8
5. 着脱	0	2
6. 厚み	2	4
7. 硬さ	0	3
8. 色	2	1
9. 匂い	1	1
10. 味	1	2
11. 耐久性	0	0
12. その他	1	1

合計 16人

31人

図13 試作マウスガードの短所

マウスガード実用評価結果

(○：全体，■：装着経験あり，◇：装着経験なし)

図14 試作マウスガードの実用評価結果

さに関しての悪い点、悪い点をそれぞれ装着直後、1か月後でどのように変化しているかをグラフ表示において、図14のように全体と比較すると、密着感、保持力、異物感、厚さ、硬さに関しては装着直後よりも1か月後の方がより良い結果を得た。また、密着感、保持力、異物感、硬さに関しては、今までにマウスガードの使用経験のない者より、経験のある者の方がより良い結果を示していた。この結果について、t検定を行ったが有意差は認められなかった。

4. 今回、われわれが開発したマウスガード装着6か月後

A) 6か月後のマウスガードの状態：34人中、続いて使用可能な状態であるのは28人(82.4%)、使用不可能な状態であるのは3人(8.8%)であった。

B) マウスガードの使用状況：34人中、使用しているのは24人(70.6%)、そのなかで常時使用2人、試合時使用12人、練習時使用1人、時々使用9人、使用していない9人(26.5%)であった。

C) いままでの、使用回数：34人中、150回以上1人、100回程度2人、50回程度12人、10回未満15人であった。

D) マウスガード装着中の外傷経験：34人中、経験あり0人、経験なし33人であった。

考 察

われわれは、試作マウスガードの実用化評価実験を行った。マウスガードという名称に関して、現在わが国においては、マウスプロテクター、マウスピースなどともいわれ、米国では、Mouth Protector, Mouthpiece, Mouthguardの名称が使用されている。われわれは、アメリカ歯科医師会において用いられている、マウスガード(Mouthguard)を採用している。今回はラグビー選手を実験対象としたが、このラグビー部は、某企業のクラブチームで、全日本代表選手を数名含んでいる。年間の公式戦は22~25試合であり、1週間に平均12時間の練習を行っている。したがって、練習を含めラグビーに接している時間、マウスガードの使用頻度などの面から実験対象としては十分に有意義であると考えられた。また、選手は大学、高校時代の経験を考慮して選抜された者が大半で、ラグビー選手歴も平均5年以上あり、海外遠征経験者も多く、種々の意識の面からも、日本国内でプレーする選手のなかでは高いものを持っていることが期待された。

しかし、マウスガードの使用状態に関して、1度もつけたことがないのが19人(59%)と以外に多く認められた。これらの理由として、図4に示すように、息が苦しい、声がだしにくい、はずれやすいといった点があげられている。また使用経験者でも、市販のマウスガードを自分で形態調整を行い使用している者が大半を占めてお

り、適合が不十分な状態で使用されているのが大きな原因と思われる。

歯科医にマウスガードを作ってもらった者が3人いるが、国内で作ってもらったのは1人で、他の2人はいずれも海外遠征時に作ったものであった。マウスガードは、現在では上顎歯列に適合させるものであり、口腔内に異物を挿入することによって、感覚器はより過敏となり、嘔吐反射、あるいは発音障害などを認めるようになる。したがって、歯科医によって作成された、より適合性の良いマウスガードが必要であると思われる。

また、反対咬合の者の場合、上顎にマウスガードを装着すると、臼歯部に空隙を認める。このような場合は、下顎にマウスガードを装着したほうが、良好な結果が得られるようである。

また今までに、歯、顎骨の外傷経験者が58%と過半数を占めており、マウスガード使用未経験者の59%となんらかの相関性を示しているように思われる。

1か月後、6か月後の使用状況は、プレイ中常につけていたのは2人と少なく、大半は時々あるいは試合時、練習時のみの使用であった。これは、今までの使用未経験者が59%を占めていることを考慮すると、良い結果ではないかと思われる。同様に使用時間合計も、1か月間で50時間以上は2人と少なかったが、全般的に10時間程度は使用していた。1度もつけたことがなかったのが5人いたが、これは、ケガのため練習不参加の選手であった。

この6か月間には外傷を認めなかったが、この短期間からマウスガードの効果を判定することはむずかしく、今後長期にわたる追跡調査が必要であると思われる。

1か月後に、マウスガードが使用できないものが2人いたが、これは紛失によるもので、他はすべて十分に使用可能な状態であった。6か月後においても、28人は使用可能な状態であった。

マウスガードは、24時間常に使用するものではないので、練習、試合以外のときに、いかに清潔に変形させずに保管しておくかといった管理面にも配慮をおく必要がある。

以前のマウスガードと今回の試作マウスガードとの比較で、試作マウスガードの方が悪いと答えた者が2人いたが、これは唇側の厚さが以前のものと比較して薄いため、やや不安があるというもので、これらは使用経験によって改善可能なものであり、80~90%の者が今回の試作マウスガードのほうが良いという結果を得ることができた。

図14に示されるように、マウスガードとしての必要条件である、密着感、保持力、異物感、といった点において、全体的に1か月後の方が良い結果を得ており、なかでも今までの市販マウスガード使用経験者にとっては、より良い結果がえられたと思われる。しかし、発声とい

うことに関しては、1か月後のほうが悪く、この点改善の必要があるようである。

本論文の要旨は、昭和62年11月20日、第32回日本口腔外科学会総会（東京）において発表した。

結 論

引 用 文 献

スポーツ外傷の予防に対し有効なマウスガードについて、実用評価実験を行い次のような結果を得た。

1. 現在までにマウスガードの使用経験のある者は、34人中13人で、その中でも常時使用している者は3人と少数であった。

2. 装着しない理由として、息が苦しい、声が出にくい、はずれやすい、などが大半を占めていた。

3. 今回使用したマウスガードは、以前のマウスガードに比べ良い結果を得ることができた。

以上より今回、われわれが実験に用いたマウスガードは、今後スポーツ外傷の予防に対し有効なものであると考えている。

- 1) 鈴木和彦, 三宅久実男, 他: 過去12年間当教室における顎骨骨折の臨床統計的観察. 日口外誌 24: 74-80 1978.
- 2) 前田憲昭, 村田保男, 他: 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: 172-176 1985.
- 3) Heintz, W.D.: The case for mandatory mouth protectors. Phys. Sportsmed 3: 61-63 1975.
- 4) 尾上祐悦, 前田憲昭, 他: 顔面骨の骨折に関する生体力学的研究, 第1報 静的荷重下の歪分布の計測. 日口外誌 33: 1932-1937 1987.
- 5) 前田憲昭, 尾上祐悦, 他: 顔面骨の骨折に関する生体力学的研究, 第2報 マウスガードの開発. 日口外誌 34: 205-213 1988.