

新素材マウスガードシートの基礎的, 臨床的検討

大 谷 隆一郎¹⁾ 苦 瓜 明 彦¹⁾ 上 松 信 助¹⁾
澤 田 季 子¹⁾ 有 住 和 浩²⁾ 都 尾 元 宣¹⁾

Fundamental and Clinical Examination of New Material Mouthguard Sheet

OOTANI RYUICHIRO¹⁾, NIGAURI AKIHIKO¹⁾, UEMATU SHINSUKE¹⁾, SAWADA TOSHIKO¹⁾,
ARIZUMI KAZUHIRO²⁾ and MIYAO MOTONOBU¹⁾

スポーツ時の外傷予防にマウスガードは効果的とされている。マウスガードには、ストックタイプに代表される市販のマウスガードと、歯科医師が製作するカスタムメイドマウスガードがある。カスタムメイドマウスガードの製法としてロストワックス法とシート材料を加熱成型する方法と2大別される。カスタムメイドマウスガードの材料として一般的であるEVAシートに比較して、衝撃吸収能に優れるSISシートが開発された。そこで、SISシートの装着感を19人に面談による聞き取り調査を行い、使用感について評価した。

製作方法のシート圧接法は、簡単に製作できるが、加熱時間や成型のタイミングを誤ると適合性の低下や材質の劣化が生じる。そこで今回われわれは、シート圧接法におけるシート材の内部温度分布と加熱方法がマウスガードの適合性に与える影響について検討を加えた。

経時的内部温度を、EVAシートとSISシートで計測した。直径120mmで厚さ2.0mmのシート2枚の間に熱電対を挟み圧接し、加熱加圧成型器を用いて、成型器上面からの加熱(片面加熱)と、シートの下面の30mmの位置に350Wのハロゲンヒーターをセットし両面を加熱(両面加熱)の2条件の加熱方法で行った。

適合試験は、マウスガードを片面加熱と両面加熱で5個ずつ製作した。製作したマウスガードを切断し、適合性を調べた。

聞き取り調査の結果、SISシートのマウスガードは装着感が良好であった。

EVAシートとSISシートの内部温度の計測では、片面加熱に比較して両面加熱において、良好な結果が得られ、適合性は両面加熱において、片面加熱よりも向上していた。以上の結果より、SISシートはマウスガードの材料に適している。また、適合性の良いマウスガードを製作するのに両面加熱は有効である。

キーワード：SISシート(ハイブラー、ジャスタッチ[®])、衝撃吸収、聞き取り調査、加熱方法、適合性

Wearing mouth guards is considered effective in preventing injury during sporting activities. There are commercially available mouth guards, such as the off-the-shelf type, and custom-made mouth guards, which are produced by dentists.

Custom-made mouth guards are generally produced by the lost wax method or sheet molding method with heat-pressurization. As a material of custom-made mouth guards, the SIS sheet, with high-level shock absorbency compared to the commonly used EVA sheet, has been developed. In this study, we conducted an investigation regarding feelings on wearing a mouth guard composed of an SIS sheet by interviewing 19 subjects.

Although mouth guards can be easily produced by the sheet molding method with heat-pressurization, inappropriate heating and molding times lead to losses in compatibility and material deterioration. In this study, we also examined the internal temperature distribution of sheets prepared by the molding method with heat-pressurization and the effects of heating methods on the compatibility of mouth guards.

The internal temperature of EVA and SIS sheets was continuously measured. Two sheets with a diameter of 120 mm and a thickness of 2.0 mm were pressed to each other with a thermocouple placed between them, and the temperature was measured under 2 conditions: one was heating one side of the sheets with the top surface of a heat-

¹⁾朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科補綴学分野
501 0296 岐阜県瑞穂市穂積1851

²⁾有住歯科医院
594 0031 大阪府和泉市伏屋町3丁目2番53号

¹⁾Department of Prosthodontics, Division of Oral Functional Science and

Rehabilitation. Asahi University School of Dentistry
Hozumi 1851, Mizuho, Gifu, 501 0296, Japan

²⁾Arizumi Dental Clinic
3 2 53 Hushiya, Izumi, Osaka, 594 0031, Japan

(平成19年6月27日受理)

pressurization molding device (one-sided heating), and the other was heating both sides of the sheets using the heat-pressurization molding device and a 350-W halogen heater placed 30 mm below the lower surface of the sheets (two-sided heating).

To examine the compatibility of mouth guards, 5 samples each were produced by the one- and two-sided heating methods.

Interviews with users demonstrated that the feelings on wearing an SIS-sheet mouth guard were good.

In the measurement of the internal temperature of EVA and SIS sheets, the result was better by two- than by one-sided heating, and the compatibility of mouth guards was higher by the latter compared to the former heating method. These findings indicated that the SIS sheet was a suitable material for mouth guards, and two-sided heating was useful for the production of mouth guards with high-level compatibility.

Key words: SIS sheet (Hybler, Justouch[®]), shock absorbency, investigation via interview, heating method, compatibility

． 緒 言

近年、競技スポーツが盛んに行われるようになり、スポーツに起因する歯科領域の外傷が増加している。特に、硬質の器具を使用する野球、ホッケーなどや、防具を用いず競技者同士が激しく体をぶつけるサッカー、ラグビーなどにおいては、口腔外傷の頻度は高く、外傷予防の有効な対策としてマウスガードを装着することが推奨されている^{1,2)}。マウスガードを装着することにより、顎骨の骨折や歯の脱臼および口腔軟組織の裂傷など、歯やその周囲組織の外傷を予防することができ、スポーツをより安全に楽しく行うことができるようになる。しかし、マウスガードの装着が義務化されている^{3,4)}一部のスポーツにおいても、装着はしているものの形態が不備であったり、大きさが小さかったりするために、外傷予防の目的を果していないものも少なくない。また、義務化されていない他のスポーツについては、選手や指導者が必要性を認めないために使用しなかったり、また一度は市販のストックタイプやマウスフォームタイプを使用したがる、良好な適合が得られないために使用を中止したりしたことがあるものと思われる。または、適合性が比較的良好とされるカスタムメイドマウスガードであっても、外形の不備、調整不足、適合不良および使用中の変形などが未使用の要因と思われる。

マウスガードの材料として従来、エチレン酢酸ビニル重合体（以下EVAと略す）が多用されてきたが、衝撃を熱に変換し吸収する材料として開発された新素材のポリスチレン-ビニルポリイソブレンブロック共重合体で制振性熱可塑性エラストマーのジャスタッチ[®]、ハイブラー（クラレメディカル社製 以下SISと略す）がマウスガードのシート材料に応用された⁵⁾。

今回、我々はSISシートで製作したカスタムメイドマウスガードの装着感、使用感について被験者からの

主観的な回答を得るために面談方式による聞き取り調査^{6,7)}を行うとともに、使用後のマウスガードの表面観察を行った。

また、カスタムメイドマウスガードの製作方法として一般化されているシート圧接法において、シートの加熱方法や加熱時間を誤るとシートの温度分布が不均一になり適合性の低下や材質の劣化が生じる⁸⁾。そこで、圧接法におけるシートの経時的内部温度分布と加熱方法がマウスガードの適合性に与える影響について検討を加えた。

． 材料および方法

1． 聞き取り調査

平成15年12月から平成16年5月までの6ヶ月間本学歯学部ラグビー部の部員19名（19歳～27歳、平均21.9歳）にSISシートで製作したカスタムメイドマウスガードを装着し聞き取り調査を行った。

マウスガードの製作は、咬合調整を口腔内で直接行うこととしたため、既製トレーとアルジネート印象材（AROMA FINE DF：ジーシー社製）で上顎の印象採得のみを行ない、硬石膏（NEW-PLASTON：ジーシー社製）を注入し、作業用模型を製作した。次に厚さ3.0mmのSISシートを加熱加圧成型器（DRUFOMAT、Dreve社製）を用いて、メーカー指定の条件で過熱後、圧接した。

製作したマウスガードのデザインは、唇側部は歯頸部から5.0mm、口蓋側は歯頸部までとし、咬合面は上顎第二大臼歯の近心までを覆う^{9,10)}ものとした。咬合については、装着時に習慣性閉口路上の顎位で全歯が接触するように口腔内に装着し、咬合紙を用いて印記させ軟性樹脂用カーバイドバー（キャプチャーカーバー HPCC7、松風社製）にて咬合調整を行った。製作したマウスガードを部員19名に提供し6ヶ月間装着後、使用方法および装着感について、過去に行われ

できたアンケート調査項目¹¹⁻¹⁷⁾を参考に SIS シート装着時の感想、装着頻度について、顎口腔領域の外傷経験の有無、今後もマウスガードを装着するか、マウスガードの改良を望む点の5項目(図1)について、面談方式による調査を行い被験者からの自由な回答を得ることとした^{6,7)}。

- ① SISシートの装着時の感想
 - ② どれくらいの頻度で使用していたか?
 - ③ 顎口腔領域の外傷経験の有無
マウスガード 装着時
マウスガード非装着時
 - ④ 今後もマウスガードを装着するかどうか?
 - ⑤ マウスガードの改良を望む点

図1 聞き取り調査項目

また、使用後におけるマウスガードの表面を金属顕微鏡 (BX51M, OLYMPUS 社製) にて観察した。

2. マウスガードシートの成形時の内部温度分布

マウスガードシート材として、EVA シート (Soft Tray, ULTRADENT 社製) と、SIS シートの2種類を用いてマウスガードシート加熱時の経時的内部温度分布の計測を行った。計測用シートは直径120mm、厚さ2.0mmのシート2枚の間にシートカップル熱電対 (チノー社製) を挟み圧接し製作した。加熱は加熱加圧成型器 (DRUFOMAT, Dreve 社製) を用いて、成型器の上面からの加熱 (以下、片面加熱と略す) と、シート下面30mmの位置に350Wのハロゲンヒーターを設置し両面から加熱 (以下、両面加熱と略す) する方法の2種類を行った。計測部位はシート中心 (以下、Aと略す)、中心から25mm (以下、Bと略す) および中心から50mm (以下、Cと略す) の3点とした。測定はパソコン用データ集録システム (ソフトサーモ、株式会社テクノ・セブン社製) を用いて各5回行った (図2)。得られたA点、B点、C点各々の温度を経

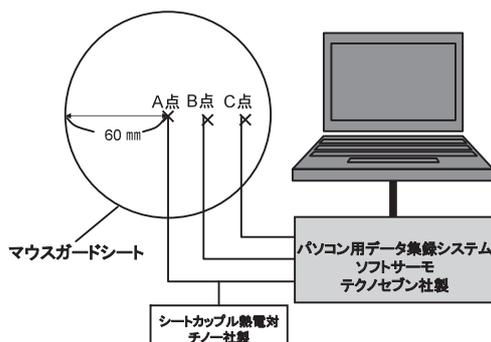


図2 マウスガードシートの内部温度計測方法

過時間毎に平均し、マウスガードの製作に必要な加熱時間を調べた。

3. マウスガード適合試験

マウスガードの適合試験計測に用いたマウスガードシートは、実際に選手が使用するマウスガードを想定し厚さ2.0mm、3.8mmのEVAシートと、2.0mm、3.0mmのSISシートを用いた。使用したマウスガードシートの厚みが本実験と内部温度分布の実験とは異なるため、各々のシートの内部温度を針状のシース熱電対 (チノー社製) を用いて、片面加熱、両面加熱の2条件でシート中心部の成型可能範囲温度までの加熱時間の計測を行った。求めた加熱時間をもとに、加熱加圧成型器で加熱、6.0気圧で圧接後、30分間加圧した状態で冷却^{18,19)}し、マウスガードを片面加熱と両面加熱の2条件で5個ずつ製作した。また、マウスガードの製作用の模型は、永久歯列模型 (AUP 40, ニッシン) をシリコーン印象材 (デュプリコーン, 松風) で印象を行い、硬石膏 (NEW-PLASTONE, GC 社製) で製作した。

製作したマウスガードの中切歯中央を通る矢状方向と、左右第1大臼歯近心咬頭頂を通る前頭方向で超音波カッター (LABO SONIC CUTTER, NAKANISHI 社製) を用い切断し、切断したマウスガードと同部位でモデルトリマー (WEHMER 社製) を用いてトリミングした石膏模型に装着した状態で、その断面をデジタルカメラ (D1, Nikon 社製) で0.5mm目盛りの金属製の定規が同一画面に収まるように試料とカメラを固定し撮影を行った。その画像をPhotoshop (Adobe 社製) で観察を行い、マウスガードと模型歯頸部の距離を計測した (図3)。なお、得られた結果については、統計解析ソフト (Stat View5.0, SAS 社製) を用い、一元配置分散分析により有意水準5%で平均値の差を検定した。

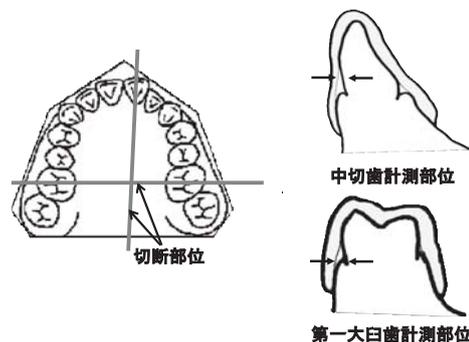


図3 適合性試験における切断部位および計測部位

結果

1.1. 聞き取り調査

装着感が満足と回答した選手は94.7% (18名) (図4)であった。不満足と答えた5.3% (1名)は嘔吐反射が強く、異物感に慣れることが出来なかったためという回答であった。今回の対象者で、以前にEVAシートのカスタムメイドマウスガードを使用したことがある者は57.9% (11名)であった。

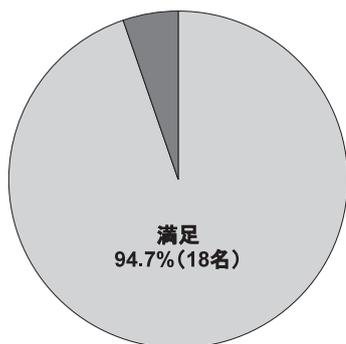


図4 SISシート装着時の感想

SISシート装着時の良好点(複数回答)としては、噛みしめやすい184.2% (16名)、適合性が良い136.8% (7名)、力が出るような気がする31.6% (6名)などであった(図5)。使用経験がある11名によるSISシートとEVAシートの装着感の比較では、11名全員がSISシートの方がEVAシートに比較し良好と返答しており、その理由(複数回答)として、噛みしめやすい181.8% (9名)、適合性が良い136.3% (4名)であった。

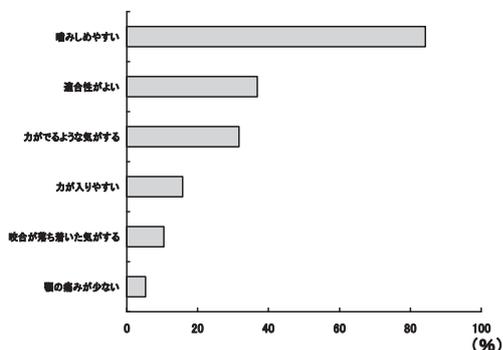


図5 SISシート装着時の感想(良好点)

SISシート装着時の不満点(複数回答)としては、話にくい157.9% (11名)、顎が疲れる21.0% (4名)、呼吸しにくい15.8% (3名)などであった(図6)。

装着頻度については、練習時にも装着している者は52.6% (10名)、試合中のみ装着している者は47.4% (9名)であった(図7)。練習時にも装着している選手全員が体を接触させるの練習時のみ装着して

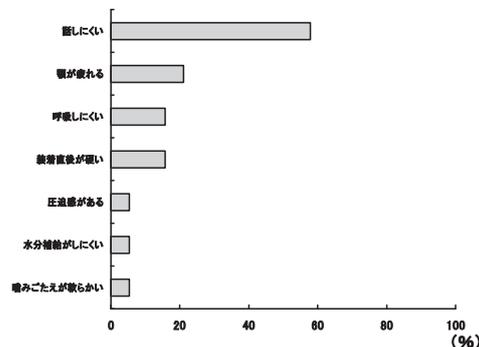


図6 SISシート装着時の感想(不良点)

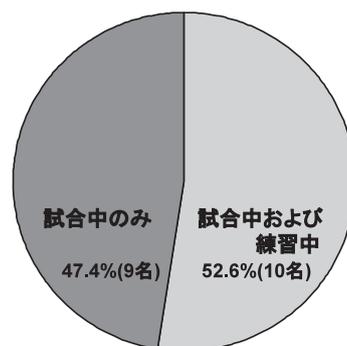


図7 マウスガード使用頻度

り、その理由としては全員が外傷予防のためという回答であった。選手がラグビーを初めてからの歯の脱臼、顎骨の骨折などの顎口腔領域の外傷の有無については、マウスガード非装着時では84.2% (16名)であったのに対し、装着時では0% (0名)であった(図8)。また非装着時の外傷に関しては、口唇の裂傷などの比較的軽い外傷の経験が多く、顎骨の骨折、歯の脱臼などの経験は認めなかった。

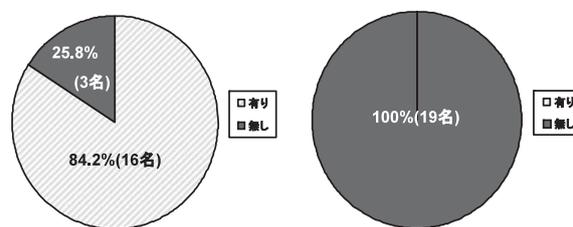


図8 顎口腔領域の外傷の有無

マウスガードを今後も使用すると回答した選手は100% (19名全員)であり(図9)、理由として全員が口腔内の外傷予防にマウスガードが有効であるためと回答した。

マウスガードに改良を望む点については、薄くして欲しい42.1% (8名)、歯面のみを覆うデザインにして欲しい26.3% (5名)、辺縁を短くして欲しい15.8% (3名)、厚くして欲しい10.5% (2名)であった(図

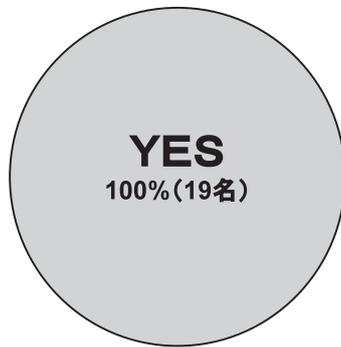


図9 今後もマウスガードを使用するかどうか

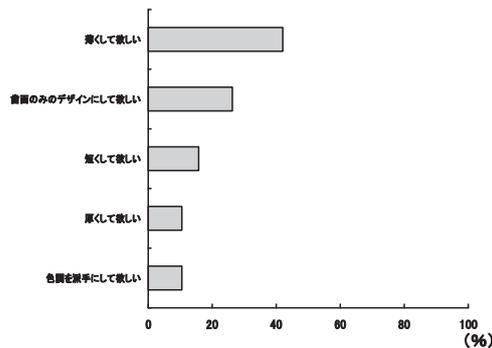
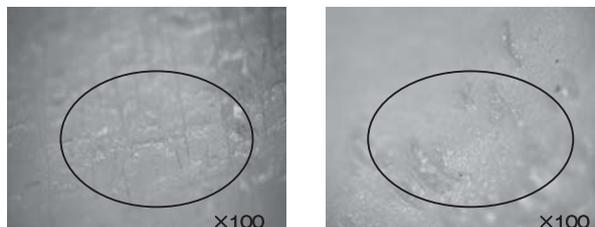


図10 マウスガードの改良を望む点

10).

1 2 . マウスガードの表面観察

マウスガードの6ヶ月使用後における表面は、ひび割れを認めるものが70.6% (12個)あり。また、偏心運動時の干渉による磨耗を認めるものが26.3%(5名)あった(図11)。



ひび割れ 摩耗

図11 マウスガード表面観察

2 . マウスガードシートの経時的内部温度分布

EVAシートの片面加熱では、成型可能範囲温度の80^{8,11,20)}に達するのに要した時間はA点では86秒、B点では87秒であったがC点では、178秒であった。A点、B点ともに成型可能範囲温度に達する87秒でのC点の温度は44.12±4.24SDであった。またC点が80の時にA点では135.52±7.44SD、B点で137.84±16.33SDに達していた。一方、EVAシートの両面加熱では、80に達するのに要した時間は、A点では75秒、B点では72秒であり、C点では81秒であった。

また、C点が成型可能範囲温度に達したときのA点の温度は、86.58±4.24SD、B点では90.92±4.85SDであった(図12)。両面加熱では片面加熱よりも温度上昇が早く、最も昇温の遅いC点が80に達するのに要した時間から、その後A点が成型可能範囲温度の120を超えるまで約30秒間が成型可能時間となっていた。

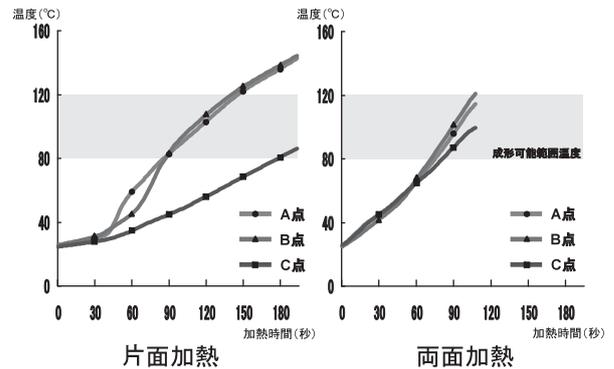


図12 EVAシートの経時的内部温度

SISシートの片面加熱では、成型可能範囲温度の140^{5,11)}に達するのに要した時間はA点、B点ともに169秒であった。C点ではA点、B点が分解温度の200を超えても達しなかった。一方、SISシートの両面加熱では、140に達するのに要した時間は、A点では105秒、B点では109秒であり、C点では147秒であった。また、C点が成型可能範囲温度に達したときのA点の温度は、181.04±7.83SD、B点では174.76±3.96SDであった(図13)。両面加熱では片面加熱よりも温度上昇が早く、A、B、Cの三点が成型可能範囲温度に収まらなかったが、片面加熱のようにA、B二点が分解温度に達することはなかった。

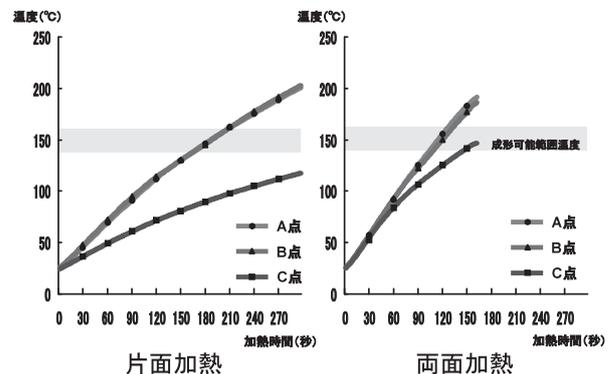


図13 SISシートの経時的内部温度

3 . マウスガード適合試験について

EVAシートの成型可能範囲温度までの加熱時間は、片面加熱では厚さ2.0mmのシートで90秒、3.8mmでは145秒、両面加熱では2.0mmで53秒、3.8mmでは

99秒となった。

SIS シートの成型可能範囲温度までの加熱時間は、片面加熱では厚さ2.0mmで113秒、3.0mmでは180秒であり、両面加熱では2.0mmで71秒、3.0mmでは111秒であった(図14)。

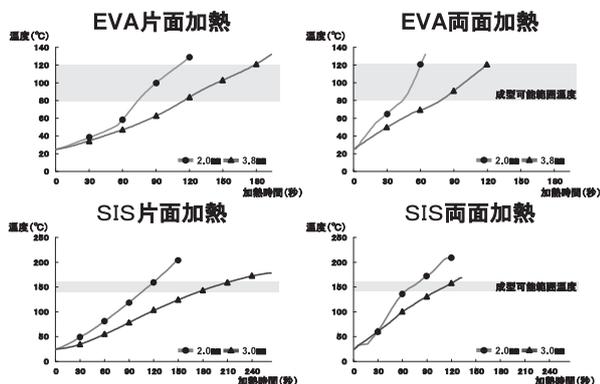


図14 シートの加熱時間と温度変化

EVAシートで製作したマウスガードと石膏模型の歯頸部との距離は、厚さ2.0mmのシートの片面加熱では、中切歯部で 0.23 ± 0.01 mm、臼歯部では 0.58 ± 0.18 mmであり、両面加熱では、中切歯部で 0.22 ± 0.01 mm、臼歯部では 0.51 ± 0.07 mmであった。また厚さ3.8mmのシートでは、片面加熱では、中切歯部で 0.33 ± 0.01 mm、臼歯部では 0.66 ± 0.11 mmであった。両面加熱では、中切歯部で 0.32 ± 0.01 mm、臼歯部では 0.48 ± 0.08 mmであった。中切歯部においては厚さ2.0mm、3.8mmのシートにおいて、加熱条件の違いによる有意差は認められなかった。臼歯部においては、厚さ2.0mmのシートでは、片面加熱と両面加熱で有意差は認めなかったが、厚さ3.8mmのシートにおいては、片面加熱と両面加熱で有意差が認められた($P < 0.05$)(図15)。

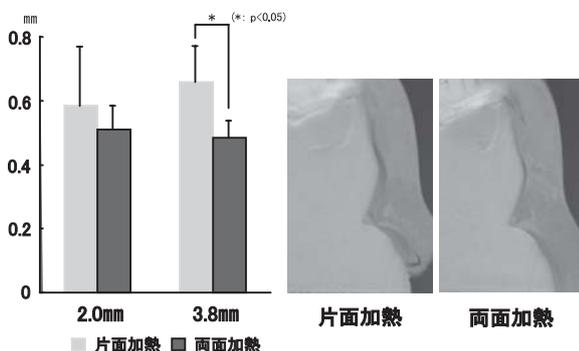


図15 EVAシート適合性

SISシートの適合性は、厚さ2.0mmのシートの片面加熱では中切歯部で 0.21 ± 0.01 mm、臼歯部で 0.45 ± 0.05 mmであり、両面加熱では、中切歯部で 0.21 ± 0.01 mm、臼歯部で 0.37 ± 0.09 mmであった。

また厚さ3.0mmのシートでは、片面加熱では中切歯部で 0.32 ± 0.01 mm、臼歯部で 0.47 ± 0.03 mmであった。両面加熱では、中切歯部で 0.31 ± 0.01 mm、臼歯部では 0.37 ± 0.03 mmであった。

中切歯部においては厚さ2.0mm、3.0mmのシートにおいて、加熱条件の違いによる有意差は認められなかった。だが、臼歯部においては、厚さ2.0mmのシートでは、片面加熱と両面加熱で有意差は認めなかったが、厚さ3.0mmのシートにおいて、片面加熱と両面加熱で有意差が認められた($P < 0.05$)(図16)。

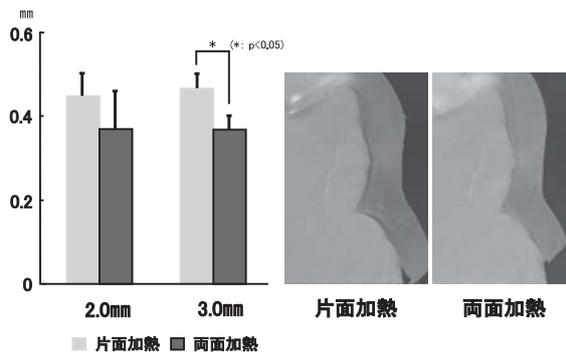


図16 SISシート適合性

考察

今回、我々は衝撃吸収力に優れる^{5,11)}新素材のSISシートで製作したカスタムメイドマウスガードの装着感について、聞き取り調査を行った。また、適合性の良好なマウスガードを製作することを目的として、シート内部の経時的温度の計測を行い検討を加えることとした。

1. 聞き取り調査項目について

1.1 聞き取り調査

今回の調査に用いた新素材のSISシートは、従来から多用されている塩化ビニル、ポリエチレン、シリコンなどの高分子化合物に比較して理工学的に衝撃吸収能とシート復元力に優れている¹¹⁾とされている。今回、製作したマウスガードはシート圧接法で製作したので、咬合器に装着せず完成したマウスガードを歯科医師が選手の習慣性閉口路上の顎位で咬合調節を行うと共に適合状態などを確認し選手に提供した⁵⁾。咬合器に装着しなかった理由として、平均値咬合器では、中心咬合位での再現性はあるが、マウスガードを介することによって咬合が挙上された状態での顎位の再現性に乏しく、正確な咬合調整が咬合器上では困難であると考えたためである。

今回、アンケート調査ではなく、面談方式の聞き取り調査を行ったのは、一般的なアンケート調査は、幾つかの選択肢から回答を選ぶため検査者の考えの中で

回答が決まり誘導性を有してしまうことがあるが、従来の調査では得にくい選手自身の自由な意見による回答を得るためであった^{6,7)}。調査の結果、特に満足点において、従来のアンケート調査では得られにくい主観的な回答を多数得ることができた。

満足点として、「噛みしめやすい」、「適合性が良い」、「力が出るような気がする」という意見が多くみられた。これは SIS シートの特性である衝撃吸収能と、シート復元力により、シートの厚みを EVA シートよりも薄くすることができ、軟らかいために得られた結果だと考えられる。また、力が出るような気がすると言う意見については、マウスガードを装着することにより、顎口腔領域の外傷に対する恐怖感を感じなくなることにより、「思い切ったプレーが出来るから」と言うような回答を得ることができた。また、他の返答としては、「装着することによって強くなった気がする」、「咬み合わせが落ち着いた気がする」などの選手の精神的な面においても満足感が得られた。これらの、マウスガードを装着することにおける精神面に与える効果は、ラグビーなどのコンタクトスポーツにおいてプレーの内容にまで影響を与えると考えられる。

不満点や改良を望む点についての多くが、マウスガードのデザインに関係するものであるが、被験者全員が外傷予防にマウスガードが有効であることを理解しているため、外傷予防の効果を得るために必要とされるマウスガードの厚みや大きさ、デザインについての根拠を色々な機械に説明し、理解させることによって練習時にも装着する部員が増加すると考えられる。

装着時の外傷の有無については、今回の調査期間内と選手がラグビーを始めてからの期間が異なる為、単純に比較できないが、マウスガードが外傷予防に効果的であると考えられる。

SIS シートと EVA シートの装着感の比較では、11 名全員が SIS シートの方が EVA シートに比較し良好と返答しており、根来ら⁹⁾の報告と同様の結果が得られた。このことにより、SIS シートはマウスガードの材料として適していると推測された。

1 2 マウスガードの表面観察

6ヶ月使用後のマウスガードにひび割れが70.6%と多く認められた。ひび割れの原因として SIS シートの成型可能温度範囲が140~160 と高温で温度範囲が狭く、また、分解温度が200 であるため¹¹⁾、加圧するタイミングに問題があり、分解温度付近以上の加熱による、表面性状の変化によるものと推測される。今回の調査期間内において、ひび割れが原因となる適合不良などに対する影響は認めなかったが、長期間使用した場合にマウスガードの破損などの原因となる可能性

が考えられる。磨耗を認めた症例もあることから、装着時の咬合調整は、習慣性閉口路上の顎位だけではなく、偏心運動まで行う必要性を認めた。

2. マウスガードシートの経時的内部温度分布について

適合性の良好なマウスガードを製作するためには、マウスガードシートの成型可能範囲温度内で製作することが必要である。製作する成型器には、加熱後に吸引または加圧する方法があるが、シートを加熱するヒーターは1つしか付いておらず片面を加熱することしかできないものがほとんどである。そのためシートの加熱面と非加熱面では、温度差が大きく⁸⁾なり不適合の原因となる。そこで本研究では、温度差を少なくすることを目的とし両面加熱を行い、経時的内部温度を計測した。シート圧接法における加熱方法は、両面加熱では片面加熱に比較して、EVA シートを早く均一に加熱することができた。SIS シートにおいては、片面加熱と比較して内部温度の差を小さくすることが出来たが、一部、成型可能温度範囲内に入らなかった。このことは、SIS シートの成型可能温度範囲が高温であるが、熱伝導率が EVA シートに比較して悪いと考えられる。SIS シートの加熱方法については、補助加熱の距離を近くする、シート全体を予備加熱するなど、検討する必要が考えられる。本研究では、2枚のシートの間に熱電対を挟み、内部温度の計測を行った。そのため、実際に選手が装着するマウスガードと異なる厚みであったが、温度分布の傾向を知ることができたものと思われる。工業界において加熱成形を行う際に基材を全体的に均一に加熱し成形することは一般的であり²¹⁾、マウスガード製作においても同様のことが良好な適合性を得られる条件と考えられる。そのため、シートを加熱する際に補助的に下面から加熱することは、シートの内部温度が均一となり適合性が向上し、分解温度を超えることがないため材質の劣化や特性を失うことなく、良好なマウスガードを製作する有効な方法だと考えられる。

3. マウスガード適合試験

適合試験については、瓦井ら⁸⁾、Maeda ら²²⁾の報告がある。これらは、マウスガードの引っ張り試験や、単純な模型上にシートの加熱吸引を行い、模型とシートの接触面積を測定し評価したものである。実際にはマウスガードの維持力は歯冠のアンダーカットを利用して発揮されるので、口腔内で使用する状態のマウスガードと歯頸部における適合性を、距離を計測することで調べることにした。本実験で使用したマウスガードシートの厚みについては、経時的内部温度分布の実験でのマウスガードシートの条件に近づけた

め、商品化されている EVA シートの 2 mm と 3.8 mm を、SIS シートでは 2 mm と 3.0 mm を使用した。

計測結果より中切歯部において各材料、各加熱条件において適合性に有意差が認められなかったが、これは作業用模型製作時に、前歯部顎堤や歯冠のアンダーカットが少なくなるように模型基底面の傾きを考慮してトリミングを行う²³ために得られた結果だと考えられる。また、臼歯部においての適合性については、厚さ 2.0 mm の EVA シート、SIS シートでは、片面加熱と両面加熱の間に有意差は認めなかったが、厚さ 3.8 mm の EVA シート、厚さ 3.0 mm SIS シートにおいては、片面加熱と両面加熱の間には有意差が認められ、適合性は両面加熱で向上していた。両面加熱において適合性の向上が見られたのは、シート材を下面からも加熱することにより、シート内部が均一に加熱され、成形時の応力が緩和されるためだと推測される。また、片面加熱においては、シート全体が成形可能範囲温度でないためシートの可塑性が一部無い状態で加圧成形を行うため、時間経過とともに成形後の応力開放による適合不良が起こったものと推測される。

適合試験の内部温度を知るために用いた針状のシース熱電対は熱電対自体の昇温による影響を受けやすく、またシートの変形に追従が困難なため正確な測定はできないが、内部温度計測で使用したシートカップル熱電対の結果と同型態の昇温パターンであった。

結 論

SIS シートにて製作したカスタムメイドマウスガードは、以前に EVA シートで製作されたものを使用していた選手、今回初めてマウスガードを装着した選手の両方において、装着感は良好であった。このことから、SIS シートはマウスガードの材料として適していると示唆された。

またマウスガード製作時の加熱方法として厚いシート材料の場合、両面加熱は適合性を向上させるうえで有効な方法であり、特に SIS シートでは有意な効果が認められた。

参考文献

- 1) 石上恵一, 石島 勉, 上野俊明, 宇治寿康, 大山喬史, David P. Kumamoto, 武田友孝, 田中立弥, 谷口 尚, 中村嘉男, 平井敏博, 本田武司, 前田憲昭, 前田芳信, 安井利一, 横山雄一; 大山喬史編集代表. スポーツ歯学の臨床. 東京: 医学情報社; 1998: 54-63.
- 2) 前田芳信, 安井利一, 米原有理. マウスガード製作マニュアル スポーツ歯学への誘い. クインテッセンス出版株式会社; 2001: 29-54.

- 3) 前田芳信. 各種競技におけるマウスガードの装着義務. スポーツ歯学. 2000; 3(1): 63-66.
- 4) 前田芳信, 山田純子. マウスガードに関する装着の義務について. スポーツ歯学. 2002; 5(1): 55-58.
- 5) 根来武志, 後藤滋巳. 新素材マウスガードの特性とカスタムメイドマウスガードの製作方法. QDT. 2003; 28(8): 85-91.
- 6) 辻新六, 有馬昌弘; アンケート調査の方法 実践ノウハウとパソコン支援. 東京: 朝倉書店; 1987; 73-93.
- 7) 盛山和夫; 社会調査法入門. 東京: 有斐閣; 2004; 79-93.
- 8) 瓦井千穂, 佐藤直子, 松本 勝, 安井利一. 加熱温度によるマウスガード適合性に関する研究. スポーツ歯学. 2002; 5(1): 25-29.
- 9) 竹内正敏. 私のマウスガード設計の移り変わり. スポーツ歯学. 2001; 4(1): 32-37.
- 10) 武田友孝, 島田淳, 中島一憲; カスタムメイドタイプマウスガードのつくり方. 医歯薬出版株式会社; 2002; 2-14.
- 11) 根来武史, 山本孝子, 森田 匠, 杉村美咲, 青井泰樹, 坪井信二, 栗崎吉博, 坂井 剛, 高田和明, 後藤滋巳. 衝撃吸収能に優れた新素材マウスガードシートの特性とカスタムメイドマウスガードに関するアンケート調査. スポーツ歯学. 2004; 7(1): 27-35.
- 12) 澤口正俊, 渥美陽二郎, 山嶋崇盛, 小司利昭, 森田修己, 影山幾男. 体育学部学生と歯学部学生におけるカスタムメイドマウスガードについてのアンケート. スポーツ歯学. 2002; 5(1): 11-16.
- 13) 森修二, 荊木祐司, 工藤勝. リューズ競技におけるスポーツ歯科的アプローチ. 1. アンケート調査による分析. スポーツ歯学. 2004; 7: 18-25.
- 14) 田中靖彦, 許斐義彦. 長崎県高校ラグビー選手におけるマウスガードの普及状況および意識調査. スポーツ歯学. 2002; 5(1): 41-48.
- 15) 宇野清博, 畑 秀一, 近藤 拓, 与那覇朝路, 川辺貴徳. 高校ラグビー選手のマウスガードに関する調査. スポーツ歯学. 2001; 4(1): 7-14.
- 16) 飯嶋端暢, 深井智子, 金谷祐睦, 五嶋洋昭, 松本 勝, 安井利一. 中学生におけるマウスガード装着に関する研究. スポーツ歯学. 2001; 4(1): 15-23.
- 17) 佐藤華子, 米畑有理, 前田芳信ほか. マウスガードのデザインと装着感について. スポーツ歯学. 2001; 4(1): 24-27.
- 18) Yonehata Y, Maeda Y and Machi H. The influence of working cast residual moisture and temperature on the fit of vacuum-forming athletic mouthguards. J Prosthet Dent. 2003; 89: 23-27.
- 19) 山田純子, 前田芳信, 町 博之, 十河基文. マウスガード用シート材料の形状が安定する離型温度ならびに冷却方法. 補綴誌. 2004; 48・111回特別号: 137.

- 20) 山田純子，前田芳信，米畑有理．形成後のマウスガードの厚みについて 形成方法による違い ．スポーツ歯学 ．2003；6(1): 42-45 ．
- 21) 桜内雄二郎編著：プラスチックポケットブック．東京：株式会社工業調査会；1987；139-263 ．
- 22) Yoshinobu M, Yuri Y, Hiroyuki M and Tsuyoshi T. A Method for Evaluating Accuracy of Fit for Mouthguard in Clinical Situation: Comparison between 2 D and 3 D Method. *J Sports Dent.* 2004; 7(1): 58-61.
- 23) 前田芳信，安井利一，米畑有理：マウスガード製作マニュアル スポーツ歯学への誘い ．クインテッセンス出版株式会社 ．2001；112-120 ．
-