

Title	マウスガードの装着ならびに咬合状態の相違が顎顔面頭蓋の安全性に及ぼす影響
Author(s)	武田, 友孝
Journal	歯科学報, 103(9): 705-713
URL	http://hdl.handle.net/10130/774
Right	

マウスガードの装着ならびに咬合状態の相違が 顎顔面頭蓋の安全性に及ぼす影響

武田 友孝

東京歯科大学スポーツ歯学研究室

はじめに

近年、余暇の拡大、健康思考の高まり、さらには平均寿命の伸びに伴い Quality of Life に対する認識が高まりつつある。こうした中で、スポーツに参加する人は必然的に増え、その年齢層も広がりを見せている¹⁾。その半面スポーツにおける外傷、障害の発生も増加しており²⁻¹²⁾、その予防は如何なるスポーツにおいても避けることのできない問題であり、かつ解決しなければならない課題である。

顎口腔領域も例外ではなく、その関連する外傷・障害をみると、顔面の皮膚、口腔粘膜の損傷、歯冠および歯根破折、歯の脱臼、歯の陥入、歯槽骨の骨折、上下顎骨および顔面頭蓋骨の骨折、また、スポーツ時の咬合力による歯牙の咬耗、歯周組織への影響、さらには脳震盪、脳挫傷、頸部の損傷、また顎口腔系の問題が引き起こす姿勢・平衡機能への影響などがあげられる。これらは現症のみならず後に様々な問題を残すことが多い¹³⁻¹⁹⁾。そこで、これらの予防のため各種スポーツにおいてルールの改正、防具の開発・改良など様々な対応がなされている。

その中の一つにマウスガードがあり、顎口腔領域での予防効果²⁰⁻³¹⁾が期待されている。しかし、選手自身が製作して使用する市販タイプのマウスガードの殆どならびに不適切なカスタムメイドタ

イプのマウスガードでは、歯列、歯肉に不適合で装着感を損なう³²⁾ばかりでなく、良好な咬合関係が得られていないことが多い。特に咬合関係の不適切さに気づかず、マウスガードを継続使用している選手では、顎関節症を起す場合がある³³⁾。さらに均等な咬合接触が得られていない、不適切なマウスガード装着時に下顎に衝撃力が加わった場合、部分的な咬合部位が支点となり顎骨の一部にひずみが集中するものと思われる。特にひずみが下顎骨骨折の頻発部位である下顎角、下顎枝頸部などの骨の脆弱な部分に集中した場合、骨折を起すことが容易に想像される。

これまでマウスガードに関しては、効果についての疫学的な調査³⁴⁻³⁹⁾、材料学的な検討⁴⁰⁻⁵⁰⁾および歯、顔面頭蓋に対する効果の実験的検討^{20-31, 51)}などがなされてきた。しかし、マウスガードの顎顔面頭蓋、特に下顎骨および脳震盪に対する効果は十分な検討がなされていない。特に咬合状態の相違が安全性に及ぼす影響について、検討したものは見当たらない。

これまで著者はマウスガードの衝撃吸収能を頭蓋模型、振り子型の加衝装置を用いて検討している。本論文では、マウスガードについて説明を加えながら、下顎に衝撃力が加わった場合について、マウスガードの効果ならびにマウスガードの咬合状態の相違が、顎顔面頭蓋の安全性に如何な

Tomotaka TAKEDA : The effect of wearing Mouthguard and difference of occlusal supportive area on the craniofacial safety(Department of Sports Dentistry, Tokyo Dental College)

印刷請求先：〒261 8502 千葉県美浜区真砂1-2-2
東京歯科大学スポーツ歯学研究室 武田友孝

る影響を及ぼすかについて報告する。

1. マウスガードの必要性

スポーツに起因する外傷や障害は、スポーツ本来の目的である「健康の維持・増進」、「体力の向上」に反するものであり、その予防はきわめて重要である。顎口腔領域のスポーツ外傷は、自己修復機能のない特殊な器官である歯やその周囲組織の損傷あるいは喪失をもたらし、結果として顎口腔の機能低下や審美障害を引き起こす。したがって、その予防法を確立し、具体的な安全対策を講じることが重要であり、現在のスポーツ歯学における最重要課題と思われる。その具体的な対策としては、スポーツ医学や競技関係者との協議により、危険なプレーを防止するためのルールの改正、参加者の年齢制限などを図ると共に、必要な防具の提示が重要と思われる。その中のひとつにマウスガードがあり、その普及が強く望まれる。

顎口腔領域のスポーツ外傷の発生率は、相手選手との接触プレーのある、ラグビーフットボールやアイスホッケーなどのいわゆるコンタクトスポーツや、ボクシングや空手などの格闘技において高い²⁻¹²⁾とされている。したがって、マウスガードの普及啓発が十分とはいえない現段階では、少なくとも顎口腔領域のスポーツ外傷の発生率が高いスポーツ種目において、マウスガードの装着を義務化し、徐々に他のスポーツへの普及を図るべきである。

マウスガード装着の主な目的は外傷の防止である。具体的には、装着する選手において①直接的

外力から歯(とくに前歯)を保護する、②口唇、舌、頬に対する歯による損傷を防止する、③下顎に外力が加わった場合に生ずる上下顎の破壊的な咬合接触から歯および補綴物、歯槽骨などを保護する、④衝撃力から顎関節を保護する、⑤顎関節および歯列を介しての脳への衝撃による脳振盪や、より深刻な脳へのダメージ、頸部損傷を防ぐことなどである。さらに、歯による相手選手の頭部や顔面などに対しての裂傷等を防ぐことも可能であるため、スポーツによる血液感染を抑制できる。適切に製作されたマウスガードは多くのスポーツで生じる程度の外力に対しては、十分効果が期待できるものと考えられている。しかし、マウスガードの衝撃吸収能を越えるような極端に大きな衝撃力が加わった場合には、その程度・範囲の軽減には有効ではあるものの、すべての外傷の発生を防止できるわけではないことは銘記すべきである。この点に関しては、材料の開発を含めさらなる検討が必要である。

また、マウスガードのもう一つの目的としてマウスガードの使用による身体運動能力の向上⁵²⁻⁵⁴⁾がある。現時点では、アイソメトリックな運動および低速のアイソキネティックな運動には効果があるとする報告が多い。しかし、個人差が大きいこと、運動の種類またマウスガードに付与された咬合関係にも影響されることから、今後の詳細な検討が必要な分野である。

2. マウスガードの材料と種類

マウスガードの材料、カスタムメイドタイプの製作法については、これまでに数々の報告があり、1950年代すでに米国において、Howard⁵⁵⁾は、ラテックスを用いたマウスピースの製作法を、Wattsら⁵⁶⁾は、Vellum Acrylic Resinを用いた製作法を、その後、Wehnerら⁵⁷⁾、Craigら⁵⁸⁾は、エチレン酢酸ビニルアセテート(EVA)を用いたマウスガードの製作法としてパキューム法が優れている事を報告した。1990年代に入ると、マウスガードをラミネート(図1)する方法が紹介されている⁵⁹⁻⁶¹⁾。一方、我国でも大山ら⁶²⁾、額賀

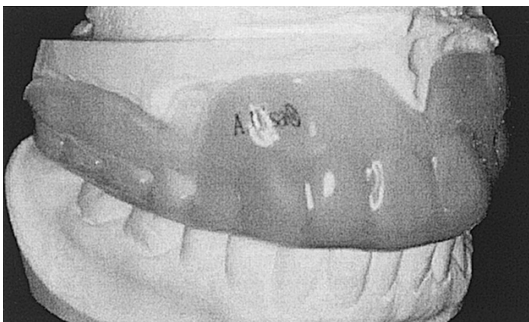


図1 ラミネートタイプマウスガード

ら⁶³⁾などの報告があり、また1998年には、関東ラグビーフットボール協会メディカルソサエティ歯科委員会⁶⁴⁾がマウスガード普及のためにバキュームタイプと埋没填入タイプ2種のマウスガードの製作法を示した小冊子を発行した。さらに、武田ら^{65, 66)}のラミネートマウスガードの製作法、特徴および改良点について報告もある。これらの報告は、その時代に即した材料、機器の紹介ならびにマウスガードの近年までの進歩、さらにマウスガードの普及に大きく寄与してきたものと考えられる。

現在実際に使用されているマウスガードには、選手自身がスポーツ用品店等で購入、製作する市販のタイプと、歯科医師によって製作されるカスタムメイドタイプがある。市販のマウスガードとしては、温湯で軟化し口腔内で調整するタイプ(ポイル&バイトタイプ)が多く用いられている。この市販のマウスガードは、適合性や形態が不良なため、その使用感はきわめて悪く²¹⁾、選手はマウスガードを所有していても実際には使用しなかったり、あるいは一度は装着するもののその使用中を中止してしまったりすることが多い。

一方、カスタムメイドタイプのマウスガードは、その製作法より、大まかにバキュームタイプ、プレシャーラミネートタイプおよび埋没填入タイプの3種に分類される。バキュームタイプのマウスガードは、1枚の材料を軟化吸引して製作するもので、製作が簡便でありかつ安価であるという利点がある。しかし、前歯部の開口、挺出歯や欠損がある場合、歯列不正がある症例には、適切な咬合関係を回復できないことならびに1枚の材料を用いているため前方よりの直接外力に対して、衝撃吸収能が低いことなどの問題がある。そのため、小児用、治療途中の斬間タイプまたは普及タイプとしての使用に留めるべきかと思われる。プレシャーラミネートタイプのマウスガードは、加圧タイプ(2から7気圧程度)の成型器を用いてマウスガード材を軟化、圧接し、材料を層状に、強固に張り合わせることにより、必要な部分の厚みの増加、またその材料、材質を変化させ、

より衝撃吸収能の高いマウスガードの製作が可能^{59-61, 65, 66)}である。すなわち衝撃が集中しやすく、かつ損傷が多い上顎前歯部、ならびに下顎に加わった衝撃力を上顎ならびに頭蓋に伝達しないように咬合面部などに、部分的に材料を層状にするなどの処置を可能とするもので、比較的製作も簡便であり多くのニーズに答えられるものと思われる。また、一枚法であってもこの加圧成型器を用いて製作することによりバキュームタイプの機械では得られない良好な適合性と形状の安定性がマウスガードに付与できる。したがって小児などでアンダーカットの少ないケースに一枚法のマウスガードを製作する場合であっても、加圧成型器を用いた方が有利かと思われる。

埋没填入タイプは、ラミネートタイプ同様その形態、厚み等自由に設計でき、またより繊細な仕上がりが期待できる。しかし、製作工程に多くの時間と労力を要し、その結果他のタイプに比べ高価となる。従って、より高度なレベルの選手、種目に適しているものと考えられる。

3. マウスガードの普及度

現在、我国のスポーツにおいて、ボクシングの選手⁶⁷⁾にはマウスガードの装着が完全に義務化されている。このほか、アメリカンフットボール、ラグビー、キックボクシング、空手、インラインホッケーおよび女子のラクロスにおいて一部義務化されている。また、K-1や相撲、モトクロスなどにおいても選手自身の自覚やマウスガードに関する知識が普及し始めていることもあって、その装着率は少しずつではあるが上昇している。

しかし、装着が義務付けられている場合でも、使用されているマウスガードの大部分は市販のマウスガードであり、カスタムメイドタイプの普及率は低い⁶³⁾。この点については、選手や指導者の「歯を守る」という意識の低さ、顎口腔系の健康管理の重要性に対する認識の甘さ、マウスガードに関する知識の不足とともに、カスタムメイドタイプの装着に要する経済的な理由などが問題として挙げられる。一方、適切なカスタムメイドタイ

ブについての相談や、製作・装着が行える歯科医師が不足していることも大きな理由の一つと考えられる。

普及のためには適合性や装着感に優れたカスタムメイドタイプの提供⁶³⁾が行える環境の確立およびマウスガードの必要性を立証する科学的なデータの明示が必要と思われる。

4. マウスガードの効果についての報告

マウスガードの効果は、外傷予防効果に関する調査³⁴⁻³⁹⁾、材料の衝撃吸収能⁴⁰⁻⁴⁶⁾歯および頭蓋模型などを用いた実験的な評価²⁰⁻²⁶⁾など様々な形で立証されつつある。

1) 外傷予防効果に関する調査

マウスガードの外傷予防効果に関する調査は多くのスポーツで行われており、アメリカンフットボールにおいては、マウスプロテクターの使用により歯の外傷が50~90%、脳震盪が75%減少したとする報告³⁴⁾、マウスガード常時使用群では、受傷率が8%であるのに未使用群では25%と3倍高く、かつ歯の破折、顎骨骨折などのより重篤な外傷が発生したとしたもの³⁵⁾などがある。ラグビーにおいては、高校生にカスタムメイドタイプを装着した後のシーズンにおける外傷を検討した結果、マウスガードの装着者では外傷が軟組織に限局するものが多く、また歯牙破折の頻度・範囲とも有意に減少したことを報告したものがある³⁶⁾。空手においてはマウスピースの義務化前に比べ、義務化後には口腔領域外傷数が全外傷数に占める割合が24%から11%へと減少したことを示したものが³⁷⁾。バスケットボールでは、1,020人を対象とした顎顔面のスポーツ外傷に関する調査を行い、マウスガードを使用しなかった選手の場合受傷の危険性が6.8倍であったとしたもの³⁸⁾、女子選手の顎顔面の外傷についての調査において、マウスガード未使用群では30.0%、マウスガード使用群では2.8%が顎顔面の外傷を受けたとし、マウスガードは受傷を減らすことができ、バスケットボールにおいてマウスガードを使用するよう強く促したもの³⁹⁾などを始め多くの肯定的な報

告が見られる。

2) 材料の衝撃吸収能

マウスガード材料の衝撃吸収能については多くの検討がなされている。それぞれ実験方法、対象とした材料は多少異なるものの、いずれの報告も現在使用されているマウスガード材料は外力に対し衝撃吸収能を有していることならびに厚みの増加に伴い衝撃吸収能が高くなることを示している⁴⁰⁻⁴⁸⁾。さらにエアセル⁴⁹⁾およびソルボセン⁵⁰⁾の挿入が衝撃吸収能を向上させることを報告したものもある。

3) 歯および頭蓋模型などを用いた実験的な評価

歯に対するマウスガードの衝撃吸収能については、牛歯を用いて検討した結果、マウスガードの種類および厚さにより衝撃吸収能は異なる(約10から30%)ものマウスガードの使用は歯に対する直接外力に対して有効であることを示したものが²⁰⁾。歯列に対する効果を検討したものとしては、石膏模型と振り子形のインパクトテスターにてマウスガードの外傷予防効果を検討し、半円形の補強線ワイヤーの挿入は対衝撃性を向上させたことを報告したもの²¹⁾、上顎をシミュレートしたレジン性の顎骨と交換可能なレジン歯またはセラミック歯よりなる模型を用いて、破壊試験によりマウスガードの効果を検討したもの²²⁻²⁵⁾、羊の切歯付きの下顎骨を用いてマウスガードの効果を検討した結果、外傷を起すに必要な外力はマウスガードの装着により大きくなるとしたものなどがある²⁶⁾。顎顔面部を含め脳頭蓋、脳震盪へのマウスガードの効果に関するものでは、Hickeyら⁵¹⁾の人間の新鮮遺体を用いた実験で下顎骨下縁への強い外力に対して頭蓋内圧と骨変形の減少にマウスプロテクターの装着が役立つ事を報告したものがその解明に大きな役割を果たしているが、現在このような方法で実験を遂行することは、倫理上困難と思われる。そこで様々なシミュレーション実験が行われている。頭蓋模型、モデルハンマーを用いて検討したものとしては、顔面頭蓋に付与した加速度計とひずみゲージからは良好なデータが得られなかったとしながらも、ハンマーに付与

したロードセルからマウスガードの効果を述べたものが²⁷⁾、人乾燥頭蓋に対する衝撃後の振動減衰率についてはマウスガードの形態よりも材質の違いの方が頭蓋振動の吸収には強く影響することを報告したもの²⁸⁾、有限要素法を用いた衝撃解析から、マウスガードの使用により上顎中切歯および鼻切痕部への衝撃は緩和され、その効果は軟性の材料ほど大きく、脳震盪防護効果への関与が推察されたとしているもの²⁹⁾などがある。また、マウスガードの装着によりボクシングのパンチによる衝撃は、下顎角部、側頭部などで減少したとする報告^{30,31)}もある。このようにマウスガードの効果は様々な形で立証されつつある。しかし、マウスガードはその材料の開発、形態的な問題を含め多くの改良すべき余地を残している。

5. マウスガードの効果ならびに咬合状態の良否が顎顔面頭蓋の安全性に及ぼす影響

今回、今後のマウスガードに対する評価法の確立も含め、頭蓋模型に対するマウスガードの効果ならびに咬合状態の良否が安全性に及ぼす影響を検討した。

実験に用いたマウスガードは、透明のEVA材 3mmシート(Drufosoft: Dreve - Dentamid社製)を加圧成型器(Drufomat: Dreve - Dentamid社製)を用いて、頭蓋模型(頭蓋3分割モデルZA 20: スリービー社製)上顎歯列の印象により得られた模型上にて、2枚圧接したラミネートタイ

プ^{59-61,65,66)}とし、3個製作した。垂直挙上量は、大白歯部で約3mmとし、対合歯との咬合関係は咬頭頂および切縁がすべて約0.5mm咬合するように咬合器上にて咬合調整した。咬合調整後以下のような咬合状態の相違を再現可能とするため、マウスガードを正中、左右犬歯遠心、左右第2小臼歯遠心で切断した(図2)。咬合状態の相違は、①右側大白歯部から左側大白歯部まですべて咬合するもの(以下、7|7)、②右側大白歯部から左側小臼歯部まで咬合するもの(以下、7|5)、③右側大白歯部から左側前歯部まで咬合するもの(以下、7|3)、④右側大白歯部から右側前歯部まで咬合するもの(以下、7-1)、⑤右側大白歯部から右側小臼歯部まで咬合するもの(以下、7-4)、⑥右側大白歯部のみ咬合するもの(以下、7|6)の計6条件とした。また、マウスガード未装着の状態(以下、NON)をコントロールとした。

加衝装置の一部および頭蓋模型を(図3)に、装置のブロックダイヤグラムを(図4)に示す。加衝装置としては、軸長約50cmの振り子型の鉄球(約300g)を用い、加衝装置を後方に約20cm引いたところに電磁石を設置し、この位置よりスムーズに振り子運動を開始させ衝撃を加えた。この際鉄球が最下点に達したときに、頭蓋模型の左側第2小臼歯部に付与したレジンのプレート中央部に当たるように位置を調節した。測定は、マウスガード非装着時と、各咬合状態のマウスガード

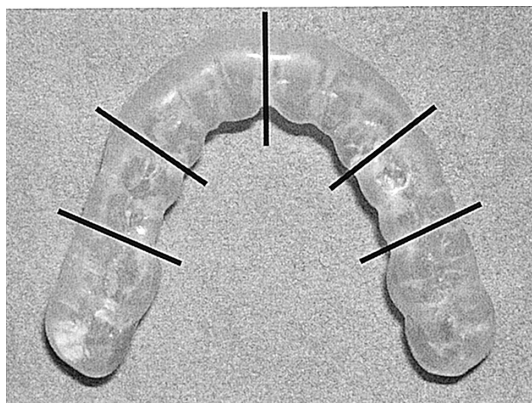


図2 実験に用いたマウスガード(MG)

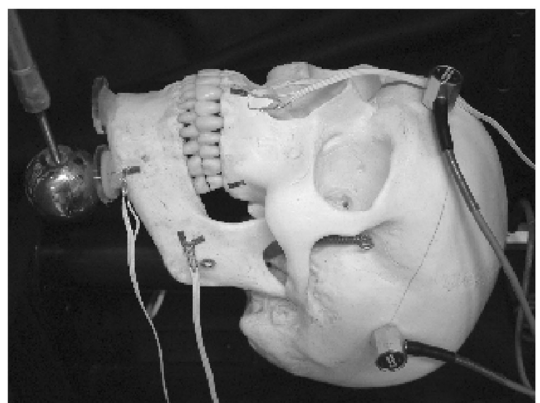


図3 加衝装置と頭蓋模型

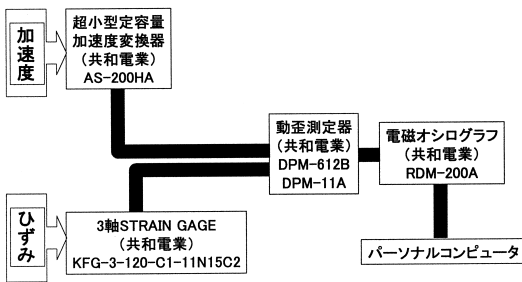


図4 測定装置のブロックダイアグラム

装着時の条件でランダムに行い、それぞれについて3回ずつ測定した。データサンプリングレートは50kHzとした。

測定は、頭部の加速度を3次元的に捉えるため、頭頂部(縦軸)、側頭部(横軸)、前額部(前後軸)の3ヶ所に超小型定容量加速度変換器(AS-YG-2768 100G:共和電業社製)を付与した。さらに、下顎骨のひずみを、右側第1小臼歯部および左側下顎角部の下顎骨体頰側中央部ならびに加衝部直下下顎骨頰側の4箇所に付与したひずみゲージ(KFG-1-120-D171-11N30C2:共和電業社製)を用いて測定した。頭蓋模型に加えられた衝撃力は、上記の加速度変換器およびひずみゲージにより導出、動ひずみ測定器にて増幅し、オシログラフィックレコーダーRDM200A(共和電業社製)にて記録した。解析は、記録した値をパーソナルコンピュータに転送した後、波形分析ソフト、トゥースピース(アミシステムズ社製)を用い、各条件における最大衝撃波振幅値よりそれぞれ最大加速度および最大ひずみを求めた。統計解析は、SPSS Version10(SPSS Inc.社製)を用いて、マウスガードの装着の効果については、T検定を、咬合状態の相違の影響については一元配置分散分析、その後の多重比較はTukeyのHSD検定を行った。

その結果、頭部加速度の原波形において、NON(マウスガードなし)に比べ7/7マウスガードの装着では、振幅の減少と持続時間の若干の延長を

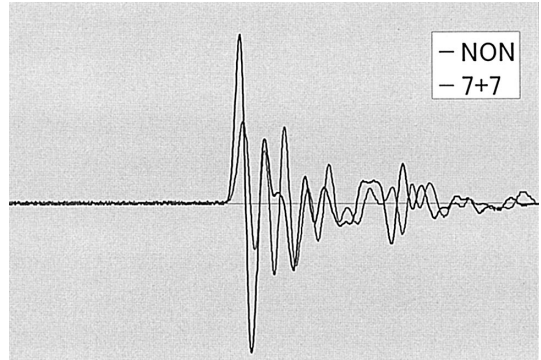


図5 マウスガード(MG)の頭部加速度への影響(原波形)

認められた(図5)。また、7/7の装着は、NONに比べ頭部の最大加速度ならびに下顎骨における最大ひずみを減少させた。また、頭部加速度の前額部を除き1%危険率において有意差が認められた(Dental Traumatologyに投稿中)。

これは、マウスガードの効果が歯、歯列に留まらず周囲の骨ならびに頭蓋の外傷の予防、脳震盪の予防にも繋がるとする報告と同様の結果^{27-31,51)}であった。マウスガードの効果は、ひとつには上下歯列間に介在するマウスガードの衝撃力に対する吸収、分散⁴⁰⁻⁴⁸⁾により下顎骨に加わった衝撃力が頭蓋に伝達されるのを緩和できることより得られるものと思われる。また他の要因として、生体においてはマウスガードの装着に咀嚼筋ならびに頸部筋の活動性亢進および反応時間の短縮による頭頸部の固定効果向上⁵²⁻⁵⁴⁾などが考えられる。通常、歯、顎骨などに大きな衝撃力が作用すれば、その部位に大きな運動エネルギーが生じ、それを止めるには歯、歯周組織、骨あるいは顎関節部等の一部を破壊させるかしかないとされている⁶⁸⁾ため生体の許容範囲を超えた外力が加わった場合には、力の大きさ、衝撃部位などにより様々な外傷が生じる。しかし、マウスガードの使用が、エネルギーを吸収、分散し身体の破壊に至らない、または外傷の程度の軽減、範囲の縮小に役立つ可能性を示すものである。また今回、下顎骨のひずみにおいてもマウスガードの有効性が示されており、マウスガードの装着が下顎骨の外傷の軽減に

有効であるとする Dorney の報告⁶⁹⁾を支持するものであり、特に下顎骨骨折後におけるマウスガード使用の必要性を明確にするものである。

このようにマウスガードの装着は外傷予防に効果があることが再確認できた。しかし咬合状態が不適切なタイプでは、咬合部位の減少は頭部加速度を有意に減少させ、さらに多重比較の結果 7.17 の値に比べ 7.13 より咬合部位が少ないマウスガードの場合には有意な減少となった。また、咬合部位の減少は下顎骨のひずみを増大させる傾向であったが、その発現は複雑なものとなり、咬合部位の減少とひずみの増加は、単純な比例関係とはならなかった。これは加衝部位とマウスガードの咬合部位の違いによる作用点と支点の関係、下顎骨の形態が曲線の連続であること、また厚みが均一ではないことなどのためと思われる。しかし、部位別に見ると加衝部直下では負の比例関係を認め、右側小臼歯部、下顎角部でも咬合部位の減少に伴いひずみは増大する傾向であった。また、右側小臼歯部では 7.1 で応力の集中が認められた。特に加衝部直下のひずみにおいて 7.6 は 7.17 の約 2 倍のひずみを示した。(Dental Traumatology に投稿中)

このように、咬合部位の減少にともない、頭部に加わる加速度が減少する反面、下顎の局所にひずみが増大、集中する傾向であった。大きな衝撃がゆっくりと作用した場合には、その瞬間、瞬間で全体的に力がバランスした状態になるので、一番弱い所が耐えられなくなった時に破壊を生ずる⁶⁸⁾とされているため、特にラグビー、バスケットボールなどのように、選手同士の接触で外傷が発生しやすい種目では、歯列不正や埋伏歯を放置したままのプレーでは下顎骨の弱い部分に骨折を起しやすいものと思われる。したがって、歯列不正の是正や埋伏歯の予防的な抜歯は勿論、適切なタイプのマウスガードの使用を促す必要がある。

ま と め

適切なマウスガードには外傷予防効果が十分にある反面、咬合不十分なマウスガードの使用は、

下顎骨の骨折を招く恐れがあり、顔面頭蓋にマイナスに作用することが明らかとなった。したがって、市販のボイル・アンド・バイトのマウスガードや咬合不十分なマウスガードの使用を避ける、また使用中にマウスガードに変形や穴が開いたり、歯の治療などにより不適合が生じたりした場合には調整が必要であることならびに定期検診の必要性を選手に十分に理解してもらう必要がある。一方、適切なマウスガードの製作法の普及と各種競技団体、チーム、学校単位での管理体制の充実を進め、適切なマウスガードのみを選手が使用できるような環境を早期に確立する必要があるものと思われる。

本稿の一部は平成11年度東京歯科大学学長奨励研究として、第271回東京歯科大学学会例会(平成千葉)において発表した。

謝 辞

稿を終るにあたり、本研究を学長奨励研究にご推挙くださいました石川達也学長、ならびに本研究の遂行にあたり御協力をいただきました石上主任教授スポーツ歯学研究室の方々に深甚なる謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 江田昌佑監修: スポーツライフ白書改訂版, 9~15, ぎょうせい, 東京, 1998.
- 2) 林 誠一, 藤田浄秀: 顎骨骨折・歯槽骨骨折ならびに歯牙外傷について. 臨床スポーツ医学, 9: 25~31, 1992.
- 3) 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学術大会講演集: 71~74, 1996.
- 4) 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学術大会講演集: 65~68, 1996.
- 5) 瀧田正亮, 西山知英, 西川典良, 高田静治: 顎・顔面骨骨折 1. 集計報告(平成3年10月~平成6年9月). 済生会中津年報, 5: 46~51, 1994.
- 6) 中西千草, 額田純一郎, 井出進策, 土居敏英, 松山博道, 松村達志, 山田朋弘, 藤本耕二, 作田正義: スポーツに起因する口腔顎顔面外傷131例の臨床特徴. 日本口腔外科学会雑誌, 45: 208~210, 1999.
- 7) Lombardi, S., Sheller, B., Williams, B. J.: Diagnosis and treatment of dental trauma in a children's hospital. Pediatric Dent., 20: 112~120, 1998.

- 8) 小松栄一, 栗生雄二, 笹野高嗣, 半沢和雄, 丸茂町子, 三条大助: 外傷歯の診断に関する臨床統計. 日口診誌, 1: 136~140, 1988.
- 9) Garron, M. W., Merkle, A., Wright, J. T., et al.: Mouth protectors and oral trauma, a study of adolescent football players. J. A. D. A., 112: 663~665, 1986.
- 10) Marrow, R. M., Kuebker, W. A.: Sports dentistry, A new role. Dent. Sch. Q Univ. of Texas, 2: 11~13, 1986.
- 11) Kvittum, B., Hardie, N. A., Roettger, M., et al.: Incidence of orofacial injuries in high school sports. J. Public Health Dent., 58: 288~293, 1998.
- 12) 大頭孝三: 学校管理下におけるスポーツ歯牙外傷の現状. 日歯会誌, 47: 17~22, 1994.
- 13) 三条大助, 砂田今男: 外傷を受けた歯の歯髄の状態に関する研究. 日本保存学会誌, 13: 238~243, 1971.
- 14) 末井良和, 藤田 實, 田口 明, 和田卓郎: 若年者の下顎骨骨折に含まれた歯胚とその予後に関するX線学的検討. 口腔外科学会雑誌, 42: 739~744, 1993.
- 15) 田中信幸, 林 さゆみ, 鈴木和彦, 内出尚里, 冨塚謙一, 平田 康, 吉増秀實, 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. 口腔病学会雑誌, 59: 571~577, 1992.
- 16) 栗田 浩, 倉科憲治, 小林啓一, 小木曾暁, 田村稔, 峰村俊一, 田中廣一: 顎機能の回復に関する臨床的研究第一報: 下顎骨骨折治療後の顎機能について. 口腔外科学会雑誌, 43: 270~276, 1994.
- 17) 平出隆俊, 富田史彦, 小澤浩之, 須澤徹夫, 有島常雄, 陳青蓉, 柴崎好伸: 学童期におけるスポーツ外傷と咬合・顎機能異常 高校3年次514名のアンケート調査より. 第6回スポーツ歯学研究学会学術大会講演集: 91~96, 1996.
- 18) Southmayd, W., Hoffman, M. 共著, 中嶋寛之の総監修: スポーツ・ヘルス, 77~79, ブックハウス・エイチディ, 東京, 1985.
- 19) 石川梧朗監修: 口腔病理学 改訂版, 344~345, 末永書店, 京都, 1982.
- 20) 森井秀男: マウスプロテクターに関する研究 歯に対する衝撃吸収能について. 日大歯学, 72: 331~338, 1998.
- 21) WATERMEYER, G. J. J., THOMAS, C. J., JO-OSTE, C. H.: The protective potential of mouthguards. Journal of dental Assoc. of South Africa, 40: 173~177, 1985.
- 22) Bemelmans, P., Pfeiffer, P.: Shock absorption capacities of Mouthguards in different types and thickness. Int. J. Sports Med.: 149 - 153, 2001.
- 23) Grreasily, A., Karet, B.: Towards the development of a standard test procedure for mouthguard assessment. Br. J. Sports Med., 31: 31~35, 1997.
- 24) Grreasily, A., Imalach, G., Karet, B.: Application of a standard test to the in vitro performance of mouthguards. Br. J. Sports Med., 32: 17~19, 1998.
- 25) Warnet, L., Grreasily, A.: Transient forces generated by projectiles in variable quality mouthguards monitored by instrumented impact test. Br. J. Sports Med., 32: 256~262, 2001.
- 26) Johnston, T., Messer, L. B.: An in vitro study of efficacy of mouthguard protection for dentoalveolar injuries in deciduous mixed dentitions. Endod. Dent. Traumatol., 12: 277~285, 1996.
- 27) De Wet, F. A., Heyns, M., Pretorius, J.: Shock absorption potential of different mouth guard materials. J. Prosthet. Dent. 82: 301~306, 1999.
- 28) Ou, M., Taniguchi, H., Ohyama, T.: Analysis on decay rate of vibration following impact to human dry skull with and without mouthguards. The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University, 43: 13~24, 1996.
- 29) 住吉周平, 南部敏之, 宮島陽一, 堤 定美, 本田武司: スポーツ外傷に対するマウスガードの効果 有限要素法を用いた衝撃解析. 第6回スポーツ歯学研究学会学術大会講演集: 43~47, 1996.
- 30) 武田友孝, 石上恵一, 月村直樹, 島田 淳, 太見義寿, 豊嶋建広, 大木一三: 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究 ボクシングのパンチ力に対するマウスプロテクターの効果. 臨床スポーツ医学, 12: 569~578, 1995.
- 31) 武田友孝, 月村直樹, 島田 淳, 石上恵一, 太見義寿, 大木一三, 豊嶋建広: 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究ボクシングのパンチ力に対するマウスプロテクターの効果(その2). 臨床スポーツ医学, 13: 1152~1160, 1996.
- 32) De Young, A. K., Robinson, E., Godwin, W. C.: Comparing comfort and wearability: custom-made vs. self-adapted mouthguards. J. Am. Dent. Assoc., 125: 1112~1118, 1994.
- 33) 中島一憲, 島田 淳, 武田友孝, 保科早苗, 深町元秀, 石上恵一: 顎口腔系状態と全身状態との関連に関する研究 -70 女子ラクロス競技におけるマウスガードの認識および臨床調査. 第4回日本頭蓋下顎障害学会学術大会プログラム・抄録集: 18, 1999.
- 34) Southmayd, W., Hoffman, M. 共著, 中嶋寛之の総監修: スポーツ・ヘルス, 77~79, 東京: ブックハウス・エイチディ, 1985.
- 35) 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予防効果 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: 85~94, 1991.
- 36) Morton, J. G., Burton, J. F.: An evaluation of the effectiveness of mouthguards in high-school rugby players. New Zealand Dental Journal, 75: 151~153, 1979.
- 37) 片山幸太郎, 高橋 博, 石上恵一: 空手道競技における口腔顎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. ザ・クインテッセンス, 11: 1011~1015, 1992.

- 38) Maestrello - deMoya, M. G., Primosch, R. E. : Orofacial trauma and mouth - protector wear among high school varsity basketball players. *J. Dent. Child*, 56 : 36 ~ 39, 1989 .
- 39) Marrow, R. M., Conci, T., Seals, R. R. et al. : Oral injuries in southwest conference women basketball players. *Athletic training*, 26 : 344 ~ 345, 1991 .
- 40) Craig, R. G. and Godwin, W. C. : Physical Properties of Materials for Custom - Made Mouth Protectors. *J. Michigan State Dent. Assoc.*, 49 : 34 ~ 40, 1967 .
- 41) Godwin, W. C. and Craig, R. G. : Stress transmitted through mouthprotectors, *J. Am. Dent. Assoc.*, 77 : 1316 ~ 1320, 1968 .
- 42) Going, R. E., Loehman, R.E. and Ming S. C. : Mouthguard materials : their physical and mechanical properties ; *J. Am. Dent. Assoc.*, 89 : 132 ~ 138, 1974 .
- 43) Bishop, B. M., Davies, E.H. and Fraunhofer, J. A. : Materials for mouth protectors ; *J. Prosthet. Dent.*, 53 : 256 ~ 261, 1985 .
- 44) Joon, B. P., Kenneth, L. S., Brett, O., Kwvin, J. D. : Improving Mouth Guards. *Journal of Prosthetic Dentistry* : 373 ~ 380, 1994 .
- 45) 石島 勉, 月村雅史, 山口敏樹, 越野 寿, 平井敏博, 平沼謙二 : カスタムメイド・マウスガード材料に関する基礎的研究第2報衝撃吸収能について . *日補綴歯会誌*, 36 : 361 ~ 366, 1992 .
- 46) 武田友孝, 島田 淳, 月村直樹, 大岩陽太郎, 西川修弘, 豊田將盟, 高橋伸尚, 星野浩之, 石上恵一, 大木一三, 太見義寿 : 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究 - 18 マウスプロテクターの衝撃吸収能について . *日大歯学*, 67 : 870, 1993 .
- 47) 前田守隆 : マウスプロテクターに関する研究 ポリオレフィン系材の物性について . *日補綴歯会誌*, 38 : 372 ~ 382, 1994 .
- 48) Westerman, B., Stringfellow, P. M., Eccleston, J. A. : Forces transmitted through EVA mouthguard materials of different types and thickness, *Australian Dental Journal*, 40 : 63898 ~ 91, 1995 .
- 49) Westerman, B., Stringfellow, P. M., Eccleston, J. A. : An Improved Mouthguard material. *Aus. Dent. Journal*, 42 : 189 ~ 91, 1977 .
- 50) Bulsara, Y. R., Matthew, I. R. : Forces transmitted through a laminated mouthguard material with a sorbothane insert. *Endod. Dental Traumatol*, 14 : 45 ~ 47, 1998 .
- 51) Hickey, J. C., Morris, A.L., Carlson, L. D. et al. : The relation of mouth protectors to cranial pressure and deformation. *J. Am. Dent. Assoc.*, 74 : 735 ~ 740, 1967 .
- 52) 月村直樹, 武田友孝, 島田 淳, 石上恵一, 大木一三 : 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究 - 33 ベンチプレスの荷重量とスプリントの相違が頭頸部に及ぼす影響 . *日本臨床スポーツ医学会誌*, 3 : 109, 1995 .
- 53) 武田友孝, 石上恵一, 島田 淳, 月村直樹, 高山和比古, 大木一三 : 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究咬合支持領域の大小が頭頸肩部筋力に及ぼす影響 . *デサントスポーツ科学*, 18 : 89 ~ 100, 1997 .
- 54) 中島一憲, 小川 透, 島田 淳, 武田友孝, 石上恵一 : 咬合挙上が身体運動反応時間に及ぼす影響 . 第12回日本臨床スポーツ医学会学術集会抄録集 : 106, 2001 .
- 55) Howard, H. : Latex football mouthpieces. *J. Am. Dent. Assoc.*, 49 : 445 ~ 448, 1954 .
- 56) Watts G., Woolard A., Singer C. : Function mouth protector for contact sports. *J. Am. Dent. Assoc.*, 49 : 7 ~ 11, 1954 .
- 57) Paul JW., Davis H. : Maximum Prevention and Preservation : An Achievement of Intraoral Mouth Protectors. *The Dental Clinics of North America*, July : 493 ~ 498, 1965 .
- 58) Craig, O'Brien, Powers. : Dental materials ; properties and manipulation. Mosby year book 5 th edition : 45 ~ 56, Missouri, USA, 1992 .
- 59) Dorney B, Dreve V, Richer T. : Signature Mouthguards, *PHILLIP J*, 9 : 311 ~ 319, 1994 .
- 60) Padilla R, Dorney B, Baikov S. : Prevention of Oral Injuries. *J CALIF DENT ASSOC*, 24 : 30 ~ 36, 1996 .
- 61) Padilla RR, Lee TK. : Pressure Laminated Athletic Mouth Guards. A Step - by - Step Process. *J CALIF DENT ASSOC*, 27 : 200 ~ 209, 1999 .
- 62) 大山喬史, 篠塚 修, 鈴木るり : コンタクトスポーツにおけるカスタムメイドマウスガード . *日歯医師会誌*, 44 : 576 ~ 586, 1991 .
- 63) 額賀康之, 石島 勉, 鄭 漢忠 : ラグビーフットボールにおけるマウスガードとその普及について . *北海道歯医師会誌*, 52 : 169 ~ 174, 1997 .
- 64) 関東ラグビーフットボール協会メディカルソサエティ歯科委員会 : ラグビー用マウスガードの製作法 29 ~ 44, 東京 : 大和印刷, 1998 .
- 65) 武田友孝, 石上恵一, Brett Dorney, 島田 淳, 中島一憲, 小川 透, 小野寺久典, 保科早苗, 深町元秀, 長谷川英美, 月村直樹, 石川達也 : ラミネートマウスガードの製作法(エリートタイプ) . *スポーツ歯学*, 3 : 49 ~ 56, 2000 .
- 66) 武田友孝, 石上恵一, Dorney, B., 島田 淳, 中島一憲 : 改良2層タイプラミネートマウスガードの製作法 . *臨床スポーツ医学*, 9 : 210 ~ 8, 2001 .
- 67) 吉田幸夫 : ボクシング ; *J. J.Sports Sci.*, 12 : 436 ~ 442, 1993 .
- 68) 佐藤 武 : 身体に作用した衝撃はどこに行くか . *バイオメカニズム学会誌*, 14 : 68 ~ 72, 1990 .
- 69) Dorney, B., Dreve, V., Richer, T. : Signature Mouthguards. *Phillip Journal*, 9 : 311 ~ 9, 1994 .