マウスガード装着が頸部筋力および 頸部筋活動に与える影響

Effects of Wearing a Mouth Guard on Cervical Muscle Strength and Muscle Activity

瀧上 陽登¹⁾ 浦辺 幸夫²⁾ 前田 慶明²⁾ 藤井 絵里²⁾ 森山 信彰²⁾

AKITO TAKIGAMI, RPT¹⁾, YUKIO URABE, RPT, PhD, MA²⁾, NORIAKI MAEDA, RPT, PhD²⁾, ERI FUJII, RPT²⁾,
NOBUAKI MORIYAMA, RPT²⁾

¹⁾ Institute of Health Sciences, Hiroshima University School of Medicine: 1-2-3 Kasumi, Minami-ku, Hiroshima-shi, Hiroshima
734-8551, Japan TEL +81 80-1749-5647 E-mail: a.takigami.1114@gmail.com

²⁾ Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

Rigakuryoho Kagaku 32(4): 467-471, 2017. Submitted Jan. 19, 2017. Accepted Feb. 28, 2017.

ABSTRACT: [Purpose] The use of a mouth guard has been recommended for the prevention of injuries in contact sports such as rugby football. The objective of this study was to clarify whether there was a change in the muscle activity of the masseter and cervical muscles during maximum isometric neck exercise while wearing a mouth guard. [Subjects and Methods] The subjects of this study were 16 healthy male rugby football club members. Cervical muscle strength and muscle activity of the right masseter, sternocleidomastoid, and splenius muscles were evaluated with and without use of a mouth guard during maximum isometric neck exercise in 8 directions. [Results] While wearing a mouth guard, cervical muscle strength and the muscle activity of the masseter muscle significantly increased during exercise in all 8 directions, and the muscle activity of the sternocleidomastoid significantly increased during exercise in 4 directions. On the other hand, the muscle activity of the splenius showed no difference in activity in any direction, with or without a mouth guard. [Conclusion] Mouth guard use is not only protective; it may also enhance cervical muscle strength.

Key words: mouth guard, cervical muscle strength, cervical muscle activity

要旨:〔目的〕ラグビーなどのコンタクトスポーツは、マウスガード（Mouth Guard：以下、MG）の使用が認められている。MGを装着することで、頸部の最大等尺性運動中の咬筋および頸部筋の筋活動量の変化と、運動方向の違いによる筋力発揮の変化があるかを明らかにすることを目的とした。〔対象と方法〕本研究は健康男子ラグビー部員16名を対象とし、8方向への頸部の最大等尺性運動時の頸部筋力、咬筋、胸鎖乳突筋、板状筋の筋活動をMG装着の有無で比較した。〔結果〕MG装着により、頸部筋力および咬筋の筋活動量は全8方向で有意に増大した。また、胸鎖乳突筋の筋活動は主動作筋としての方向で有意に増大したが、板状筋はいずれの方向でも有意差は認められなかった。〔結語〕本研究から、MG装着が顎口腔領域を保護するだけでなく、頸部筋力の発揮にも有効であることが示唆された。
キーワード: マウスガード、頸部筋力、頸部筋活動

¹⁾ 広島大学 医学部 保健学科：広島県広島市南区霞1-2-3（〒734-8551）TEL 080-1749-5647

²⁾ 広島大学大学院 医歯薬保健学研究科

I. はじめに

ラグビーなどのコンタクトスポーツは、頭頸部に外傷をきたしやすい競技であり、頸髄損傷など重篤な疾患を合併する危険性がある¹⁾。タックルなどのコンタクト時に頭頸部が瞬間的に強い外力を受けた際に起こる一過性の神経障害であるバーナー症候群の既往群は、非既往群と比較して頸部屈曲ならびに右側屈の筋力が有意に低かったという報告がなされている²⁾。これらの疾患の予防策としては、頸部の筋力強化や外力による衝撃を吸収する目的でマウスガード（Mouth Guard：以下、MG）（図1）が使用されている。しかしながら、本邦の社会人ラグビー競技では装着が義務化されておらず、MG装着率は67%と低い現状である³⁾。

先行研究では、被検者は補助員により体を固定され測定を行いMG装着によって頸部屈曲筋力は増加するが、伸展筋力に差はないという報告があった⁴⁾。これはMGを装着することで頸部の屈曲動作中に咬合力が高まった結果、屈曲方向で筋力が増加したものと想像できる。これまでにMG装着が、頸部の等尺性運動中に咬筋や頸部筋の筋活動に変化を与えるかは明らかにされておらず、これらを示すことでラグビー競技でのMG装着の有効性を確認し、MG装着率を増加させる一助になると考えた。

本研究の目的は、MGを装着することで、頸部の最大等尺性運動中の咬筋および頸部筋の筋活動量の変化と、運動方向の違いによる筋力発揮の変化があるかを明らかにすることである。仮説は、久野ら⁴⁾の報告から頸部の運動方向を後方から左右そして前方へと変化させるほど、MG非装着と比較しMG装着時の咬筋および頸部屈曲筋の筋活動量が増大し、頸部筋力も増加するとした。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、頭頸部と顎口腔領域に疾患および外傷がなく、大学に所属する健康な男子ラグビー部員16名とした。

図1 マウスガード

対象の年齢、身長、体重、Body Mass Index（以下、BMI）の平均値 ± 標準偏差はそれぞれ 21.3 ± 2.2 歳、 174.8 ± 5.8 cm、 73.0 ± 8.2 kg、 23.6 ± 2.7 kg/m² であった。

本研究は、広島大学大学院医歯薬保健学研究科心身機能生活制御科学講座倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号1524）。研究に先立ち、対象に研究の目的および方法を文書にて説明し、書面により同意を得た。

2. 方法

MGは、同一の専門医師によって作成されたカスタムメイドのものを使用した。

頸部筋力の測定には徒手筋力測定器（ μ Tas F-1、アニメ社製）を使用した。測定時の体位は椅座位とし、バックレストと座面に胸部と肩、腰部および大腿部をベルトで固定した。頸部は矢状面・前額面上で中間位とし、対象の眉間直上の高さに徒手筋力測定器のセンサーパッドを当て、運動方向と180°反対方向に設置した支柱にベルトの一端を固定した。図2に0°および右90°測定の方法を示す。

運動課題は、MG装着とMG非装着の2条件で3秒間、頸部の最大等尺性運動を行った。頸部の運動方向は前（0°）後（180°）ならびに左右（90°）方向、さらにその中間の方向を加えた計8方向とし、各3回測定した。測定中の咬合のしかたについては指示しないものとした。図3に運動方向を示す。各測定間には、30秒間の休息をとらせた。解析値（N）は3回の平均値とした。MG装着、非装着条件と各運動方向の測定順序は無作為とした。

表面筋電図（Personal-EMG plus、追坂電子機器社製）を用い、右側の咬筋、胸鎖乳突筋、板状筋を被験筋として、運動課題中の筋活動を記録した。加えて、MG装着とMG非装着の2条件で3秒間の最大努力での咬合を行った。筋電位の導出には表面筋電極（Blue sensor、Ambu社製）を用いて、双極誘導にて行った。電極は測定前処理をしたのち、下野の方法⁵⁾に準じて筋腹に貼付した。アース電極は右側尺骨茎状突起に貼付し、サン

図2 測定方法

図3 頸部の運動方向

表1 頸部の等尺性最大筋力

	MG 装着	MG 非装着
0°	144.8 ± 37.5*	135.0 ± 35.6
右 45°	148.3 ± 30.0*	138.9 ± 29.8
右 90°	178.2 ± 31.5*	157.5 ± 31.7
右 135°	219.4 ± 34.9*	203.5 ± 36.1
180°	277.6 ± 52.0*	261.5 ± 49.1
左 135°	209.4 ± 32.7*	193.0 ± 37.2
左 90°	168.2 ± 27.8*	151.6 ± 33.0
左 45°	149.7 ± 32.7*	141.3 ± 28.6

平均値 ± 標準偏差. MG: マウスガード. *: $p < 0.05$.

表2 咬筋および頸部筋の筋活動量

	右咬筋		右胸鎖乳突筋		右板状筋	
	MG 装着	MG 非装着	MG 装着	MG 非装着	MG 装着	MG 非装着
0°	115.6*	80.7	109.3*	100.0	72.9	66.9
右 45°	129.2*	82.5	104.8*	98.7	117.7	115.0
右 90°	127.8*	86.5	95.5*	87.2	156.5	144.1
右 135°	107.9*	72.6	59.1*	49.3	151.4	144.1
180°	93.8*	46.7	18.6	16.0	103.4	100.0
左 135°	91.6*	51.8	17.2	21.2	34.7	32.7
左 90°	116.2*	51.8	46.3	42.6	25.5	28.9
左 45°	119.5*	68.1	83.8	80.7	34.2	37.1
最大での咬合	131.7*	100.0				

平均値. 略称は表1と同様. *: $p < 0.05$.

プリング周波数を 1,000 Hz とした.

筋電図の解析はEMG研究用ソフトウェア (BIMUTAS-Video, キッセイコムテック社製) を用いた. 波形が安定した 1 秒間を全波整流し, 積分値 (mV/sec) を算出した. 咬筋は最大努力での咬合時, 胸鎖乳突筋は 0° 測定時, 板状筋は 180° 測定時の MG 非装着でのデータを 100% として正規化し, % MVC を求めた. 解析値 (%) は 3 回の平均値とした.

統計的検定には, Excel アドインソフト Statcel 3 (オーエムエス出版社製) を使用した. Shapiro-Wilk 検定を行い, 正規性を認めた場合は対応のある t 検定, 認めなかった場合は Wilcoxon 符号付順位検定を用いて MG 条件間での比較を行った. いずれも有意水準は 5% とした.

III. 結果

MG 装着と MG 非装着の 2 条件で各運動方向に対する頸部筋力を表 1 に示す. 正規性を認めなかったのは咬筋の筋活動量 0° および 180°, 胸鎖乳突筋の筋活動量右 45° および右 135° と左 90°, 板状筋の筋活動量 0° およ

び右 90° と左右 135° であった. 上記以外はすべて正規性を認めた. MG 装着時の頸部筋力は, MG 非装着時と比較し, 全方向で有意に高値を示した ($p < 0.01$).

MG 装着と MG 非装着の 2 条件で各運動方向に対する咬筋および頸部筋の筋活動量を表 2 に示す.

咬筋について, % MVC は MG 非装着と比較し MG 装着は最大努力での咬合で 100% から 131.7% へ, また全方向において, MG 非装着時と比較して MG 装着時が有意に高値を示した ($p < 0.05$).

胸鎖乳突筋について, MG 非装着と比較し MG 装着では 0° と右 45° ($p < 0.01$), 右 90° と右 135° ($p < 0.05$) で有意に高値を示した. また, 他の方向については有意差は認められなかった.

板状筋は, いずれの運動方向でも 2 条件間に有意差は認められなかった.

IV. 考察

本研究では, MG を装着することで頸部筋力および咬筋の筋活動量が全 8 方向で有意に増加するという結果を

得た。また、胸鎖乳突筋の筋活動量は主動作筋としての運動方向、つまり屈曲および同側への側屈で有意に増加したが、板状筋の筋活動量に差は認めなかった。以下に、MG装着が頸部筋力と咬筋および頸部筋の筋活動量に与えた影響について考察する。

最大努力で咬合した時の咬筋の筋活動量は、MG装着でMG非装着と比較し、有意に増大した(表2)。さらに、運動課題中の咬筋の筋活動量も有意に増大した。MGには外力から顎口腔領域を保護するだけでなく咬合接触面積を増加させ、咬合を安定させる作用がある⁶⁾。長澤ら⁷⁾は咬合接触面積が増加すると、噛みしめ時に咬合力が分散し、咬筋の筋活動量が増大するとしている。本研究では咬合力の測定は行っていないが、咬筋の筋活動量と咬合力には正の相関関係があること⁸⁾から、MG装着により、運動課題中の咬合力が増加していたことが推測される。

これまで、咬合を行うと四肢の等尺性筋力が有意に増加することが明らかにされている^{6,9)}。また、総咬合接触面積や咬合力と握力の間には正の相関があると報告されている⁶⁾。本研究でも、MGを装着することで総咬合接触面積や咬合力が増加した結果、頸部筋力が増加したのではないかと考えた。先行研究では、MG装着による頸部伸展筋力の変化はないとしている⁴⁾。筋力計を用いた徒手筋力測定の抵抗は30 kg(約294 N)が限界とされており¹⁰⁾、本研究では、頸部伸展時に対象の半数近くが290 N以上の筋力を発揮していた。先行研究⁴⁾では補助員による徒手抵抗での測定であったことに対し、本研究ではベルトを用いて抵抗を与えたことで正確に頸部伸展筋力の差を捉えることができたと考えられる。

筋力発揮に影響する基本因子には、神経性、筋断面積、筋線維組成の3つがある¹¹⁾。後者の2つを変化させるには継続した筋力トレーニングが必要であることから、本研究では神経性因子が影響したと考えられる。咬合が筋力を増加させる機序として、Hoffmann反射(H反射)に関する生理学的研究で、前脛骨筋とヒラメ筋についての報告がある。これによると、噛みしめを行うと前脛骨筋やヒラメ筋の相反性Ia抑制回路が有意に減弱し、脊髓運動ニューロンの興奮性の指標であるH反射が促進されることが確認されている¹²⁾。先述した通り、本研究ではMGを装着すると胸鎖乳突筋の筋活動量が主動作筋としての4つの運動方向で有意に増大した。運動を行うために筋が収縮するには、筋を支配する脊髓運動ニューロンが興奮することで活動電位が発生し、これを筋に伝達しなければならない¹¹⁾。噛みしめに伴い、H反射が促進されることで導入される運動単位数が増加していると考えられる。

頸部伸展方向への筋力測定時にMG装着で筋力は増加し、板状筋の筋活動量は有意な差は認められなかった。頸部の伸展筋群には板状筋の他に、深層の筋である

半棘筋や最長筋がある。MGを装着することで、板状筋だけでなくこれらの深層の筋も筋活動量が増大した結果、筋力が増加したと推察する。本研究では、筋活動量の測定に侵襲がなく対象の負担が少ないこと、比較的簡便であることから表面筋電図を用いた。このため、皮膚に近い表層の筋の筋活動のみの測定となり、本研究の限界であったと考える。

本研究では、MG装着とMG非装着での頸部の等尺性運動中の筋力と筋活動量を測定したが、ラグビー競技中に頸部は関節運動を伴う動作を行っている。今後はこれらを想定した等速性、等張性運動時、さらには量的な評価に加えて頸部筋の反応時間など、さらに質的な変化について検討する必要がある。本邦のラグビー競技では1999年度より関東医歯薬大学ラグビーリーグの試合で、2011年度より夏合宿で高校生ラグビー部員に重傷事故が発生するなど、安全確保に対する意識をさらに強く求めて高校生以下の試合でMG装着が義務化されたが、社会人・大学・クラブチームでは、義務化されていない。MGの装着は、ラグビー競技での顎口腔領域の外傷発生率を8.5%から1%台へと有意に低下させている¹³⁾。しかし、社会人ラグビー選手を対象とした調査では練習と試合で装着している者は5割に満たないという報告がある³⁾。また、実際の競技では相手との衝突の際、頭頸部に300 N以上の外力が生じることが予想される¹⁴⁾。このため、競技でのMG装着が頭頸部外傷の予防に実際に効果があるかさらに検証する必要がある。現場での正しい使用についての指導や装着率の向上に役立てたい。

引用文献

- 1) 諫山和男:各スポーツでの頭部外傷の現状と対策, ラグビー, 臨床スポーツ医学, 2008, 25: 361-368.
- 2) 西村 忍, 入江一憲:バーナー症候群既往歴の違いによってみられる身体的特性と頸部等尺性筋力との関係について, 日本体育大学紀要, 2010, 39: 101-108.
- 3) 南部貴志, 中北清吾, 洪里周作・他: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.
- 4) 久野陽治, 橋本裕介, 山崎真哉・他:マウスピース使用によるラグビー選手の頸部筋力変化, 日本臨床スポーツ医学会誌, 2011, 19: 211.
- 5) 下野俊哉:表面筋電図マニュアルー基礎・臨床応用, 酒井医療, 東京, 2010, pp131-145.
- 6) 鯨 吉夫, 八木まゆみ, 河野稔広・他:咬合接触面積および咬合力が握力に及ぼす影響, 九州歯科学会雑誌, 2011, 65: 76-82.
- 7) 長澤 亨, 小松育弘, 呉 世旭・他:マウスピースの硬さと厚さが咀嚼筋活動に及ぼす影響, 日本補綴歯科学会雑誌, 1994, 38: 696-700.
- 8) 羽田 勝, 松本直之, 山口和憲・他:咬合力発現機構に関する研究—第2報—生体における筋電図学的研究, 日本補

- 綴歯科学会雑誌, 1980, 24: 432-441.
- 9) 上野俊明：噛みしめと上肢等尺性運動の関連性に関する研究. 口腔病学会雑誌, 1995, 62: 212-253.
- 10) Hyde SA, Goddard CM, Scott OM: The myometer: The development of a clinical tool. *Physiotherapy*, 1983, 69: 424-427.
- 11) 勝田 茂, 秋間 広：運動生理20講, 第2版. 勝田 茂(編著), 朝倉書店, 東京, 1999, pp9-20.
- 12) 高田典孝：噛みしめ時におけるヒト前脛骨筋H反射の促進とヒラメ筋に対する相反性Ia抑制の減弱. 口腔病学会雑誌, 1998, 65: 64-73.
- 13) Suzuki H, Kuroki T, Asano T, et al.: The incidence of oral injury before and after wearing mouthguards in rugby. *Int J Sports Dent*, 2009, 2: 57-61.
- 14) 下篠仁士：バイオメカニクスからみたアメリカンフットボールの頸椎損傷予防. 臨床スポーツ医学, 2001, 18: 59-64.