

## || 原著 ||

## マウスガードが筋力発揮に及ぼす影響に関する研究

稲水 惇

キーワード (Key words) : 1. マウスガード (mouth-guard) 2. 筋力 (muscle strength)  
3. 等速性運動 (isokinetic exercise)

最近スポーツ外傷の予防効果に加えて、マウスガードの筋力発揮増強効果について関心が高まってきている。本研究では市販マウスガード (FMG) とカスタムメイドのマウスガード (CMG) の2タイプのマウスガードを用いて、マウスガードが握力、背筋力、等速性膝関節伸展筋力、等速性膝関節屈曲筋力、最大ペダリングパワーに及ぼす効果について検討した。結果は次の通りである。

1. FMG および CMG のいずれのマウスガードにも握力、背筋力に対する筋力増強の効果はみられなかった。
2. CMG には等速性膝関節伸展筋力に対して有意な増強効果が認められた。しかし FMG および CMG のいずれのマウスガードにも等速性膝関節屈曲筋力に及ぼす効果は認められなかった。
3. CMG には最大ペダリングパワーに対する有意な増強効果が認められたが、FMG には認められなかった。
4. 以上の結果から、CMG にはゆっくりとした速度の等速性運動において筋力発揮に効果のあることが示唆された。

## 緒 言

スポーツ選手にとって運動中にできるだけ外傷を予防することは最善のパフォーマンスを発揮する上で必要不可欠である。実際、外傷を予防するために様々な用具が考案され、利用されている。そのなかで古くから利用されてきたものにマウスガードがある。マウスガードとは、「様々なスポーツ競技、とりわけコンタクトスポーツにおける口腔組織の損傷あるいは顎骨骨折を防止する目的で装着される口腔内保護装置」と定義されているようにマウスガードの口腔軟部組織の損傷、歯の震盪、破折、脱臼、脱落、顎骨骨折、さらには脳震盪などの顎、顔面、口腔領域の外傷予防効果は万人の認めるところである。理想的なマウスガードの作成に向けてその材質、形態などに改良が試みられている<sup>1)</sup>。しかしマウスガード装着による換気機能や発声機能の障害、口腔内違和感、嘔吐感などの理由からアメリカンフットボール、ボクシング、キックボクシング、ラクロス (女子のみ)、インラインホッケー (20歳以下)、ラグビー (関東医歯薬リーグ) など装着が義務付けられているスポーツを除けばその普及率は低いのが現状である。マウスガードには、選手自身がスポーツ用品店などで購入して使用する市販品のマウスガードと歯科医師によって製作管理されるカスタムメイドのマウスガードがある。市販のマウスガードは、選手自身による適切な調整が困難であることから、外傷予防効果や適合性や形態にも問題のあることが多く、前

述のような不満を訴える者が多い。一方、カスタムメイドのマウスガードは市販品に比べて多くの点で優れているとされている<sup>2)</sup>。

最近、マウスガードの外傷予防作用だけでなく、マウスガードの身体バランス機能、筋力の回復・増強作用、さらにはスポーツパフォーマンスの向上に関与することが注目されるようになってきた。例えば石上ら<sup>3)</sup>は、咬合のアンバランスなスポーツ選手に、咬合を安定させるために咬合挙上装置を装着させた場合、装着前よりもバランス感覚が増加したことを報告している。咀嚼筋は頸部、肩部の筋肉と共に頭部の安定に寄与しているが、咬合のアンバランスによって頸部の筋肉や頸部の筋肉に過緊張が生じ、身体や他の筋群とのバランスが崩れて頭部の安定が図れなくなり、バランス能力が低下する。しかし咬合挙上装置によって咬合を安定させることでバランス能力が増加したためと考えている。多くのスポーツの基本姿勢は直立姿勢維持、すなわちバランスであることを考えれば、バランス機能の向上がスポーツパフォーマンスの向上に結びつくことは容易に想像できる。

また、ヒトは重いものを持ち上げる時などには無意識にあるいは意識的に噛みしめることはよく知られており、噛みしめるという行為が日常生活動作やスポーツパフォーマンスに影響することが考えられる。実際重量挙げ、円盤投げ、砲丸投げ、跳躍などの競技場面で競技選手が歯を強く噛みしめている者のいることを目にするところがある。

• Study on the effect of mouth-guards on muscle strength  
• 広島大学大学院保健学研究科  
• 広島大学保健学ジャーナル Vol. 4 (1) : 14 ~ 19, 2004

以上のように口腔機能と身体運動機能との関連性についての研究が注目され、咬合状態と生活体力<sup>4)</sup>、咬合と筋力<sup>5,6)</sup>、マウスガードを含む咬合挙上装置と筋力に関する研究<sup>7,9)</sup>が精力的になされてきているが、マウスガードと筋力との関連についての見解は必ずしも一定していない。そこで本研究では、マウスガードが筋力発揮に及ぼす影響について、市販のマウスガードとカスタムメイドのマウスガードを用いて比較検討した。

## 方 法

### 1) 対象

対象は、広島大学体育会ラグビー部部員 14名で、全員男性で、身長は  $170.9 \pm 4.7$  cm、体重  $73.4 \pm 8.5$  kgである。

### 2) マウスガードの作成

本研究で使用したマウスガードは次の 2 種類である。

市販マウスガード (以下 FMG と略)

今回使用した Canterbury-Japan 社製マウスガード FMG (ポイル&バイトタイプ) は、40秒間熱湯に浸してマウスガード素材を軟化し、口腔内で直接形態の修正を行って適合を図るもので、添付の作成マニュアルに従って被検者自身で作成した。これは、スポーツ用品店で販売されており、大学生のスポーツの現場において、入手・成型の容易性、価格の面からこのタイプが一番頻用されている。

カスタムメイドマウスガード (以下 CMG と略)

関東ラグビーフットボール協会・メディカルソサエティ・歯科委員会の推奨する「ラグビー用マウスガード製法」<sup>10)</sup> に準じておおたに歯科医院 (東広島市)・大谷裕幸博士によって数回の微調整を経て製作されたマウスガードである。

### 3) 筋力測定

マウスガード非装着時 (以下 Control 群)、CMG 装着時 (以下 CMG 群)、FMG 装着時 (以下 FMG 群) の 3 条件で筋力測定を行った。測定順序はランダムに行った。

#### 握力の測定

デジタル握力計 (竹井機器工業) を用いて、左右それぞれ 2 回ずつ測定し、大きい方の値を採用した。

#### 背筋力の測定

デジタル背筋力計 (竹井機器工業) を用いて、2 回ずつ測定し、大きい方の値を採用した。

#### 等速性筋力の測定

Cybex770 を用い、角速度を 60 度/秒で、左膝の伸展および屈曲を連続 2 往復を 20 秒のインターバルで行った。伸展時および屈曲時のピークトルクをそれぞれ等速性膝関節伸展筋力、等速性膝関節屈曲筋力とした。

### 最大ペダリングパワーの測定

Combi 社製 Power Max V を使用し、最大無酸素パワーテストを行った。すなわち、最大ペダリング 10 秒、インターバル 120 秒の繰り返しを 3 回行った。本研究では算出された最大無酸素パワー値を短時間最大ペダリングにおける最大発揮筋力値とみなし最大ペダリングパワー値とした。

### 4) 統計処理方法

マウスガード非装着時の筋力を 1 としてマウスガード装着時の筋力を規準化したものを用いて分析した。Control 群、CMG 群、FMG 群のそれぞれの比較には対応のある一元配置分散分析を行った。3 群間の比較には Sheffe の方法を用いて多重比較を行った。p<0.05 をもって有意とした。

## 成 績

成績は 14 名の実測値および括弧内に規準化した値の平均値 ± 標準偏差 (Mean ± SD) で示す。マウスガード非装着時の測定値に比べて 1 SD 以上の増加がみられた場合を増加、1 SD 以上の減少がみられた場合を減少、±1SD 以内の増減を不変と判定した。

### 1) 握力 (Fig. 1)

右握力は、Control 群  $44.1 \pm 5.9$  kg、CMG 群  $44.5 \pm 6.4$  kg ( $1.01 \pm 0.06$ )、FMG 群  $43.6 \pm 6.2$  kg ( $0.99 \pm 0.06$ ) で、右手握力の平均値には 3 群間で有意な差はみられなかった。また右手握力について、マウスガード非装着時に比べてマウスガード装着時に右握力が増加した者、不変の者、減少した者はそれぞれ CMG 群で 3 名、9 名、2 名、FMG 群で 0 名、11 名、3 名であった。

左握力は、Control 群  $42.8 \pm 8.0$  kg、CMG 群  $42.4 \pm 8.2$  kg ( $0.99 \pm 0.09$ )、FMG 群  $41.4 \pm 8.3$  kg ( $0.97 \pm 0.10$ ) で、左手握力の平均値には、3 群間に有意な差はみられなかった。また左握力について、マウスガード非装着時に比べてマウスガード装着時に左握力が増加した者、不変の者、減少した者はそれぞれ CMG 群で 0 名、12 名、2 名、FMG 群で 1 名、9 名、4 名であった。

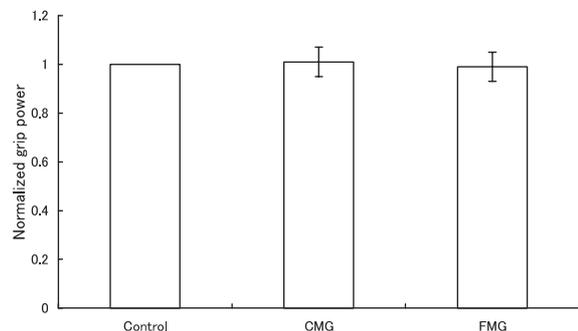


Fig.1. Effect of CMG and FMG on grip power

## 2) 背筋力 (Fig. 2)

背筋力は、Control 群  $141.7 \pm 24.3$  kg, CMG 群  $144.6 \pm 23.4$  kg ( $1.02 \pm 0.09$ ), FMG 群  $138.9 \pm 23.8$  kg ( $0.98 \pm 0.08$ ) で、背筋力の平均値には3群間に有意の差はみられなかった。またマウスガード非装着時に比べてマウスガード装着時に背筋力が増加した者、不変の者、減少した者はそれぞれ CMG 群で3名、9名、2名、FMG 群で0名、11名、3名であった。

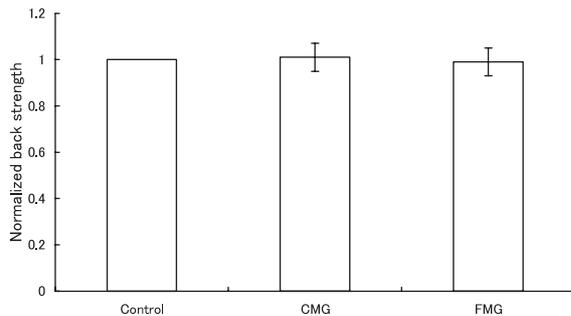


Fig.2. Effect of CMG and FMG on back strength

## 3) 等速性膝関節伸展筋力 (Fig. 3)

等速性膝関節伸展筋力は、Control 群  $212.3 \pm 35.9$  Nm, CMG 群  $236.2 \pm 33.5$  Nm ( $1.13 \pm 0.14$ ), FMG 群  $226.4 \pm 29.4$  Nm ( $1.08 \pm 0.10$ ) で、CMG 群の等速性膝関節伸展筋力は、Control 群に比べて有意な増加がみられた ( $p < 0.05$ )。しかし、FMG 群と Control 群、および CMG 群と FMG 群との間には有意な差はみられなかった。またマウスガード非装着時に比べてマウスガード装着時に等速性膝関節伸展筋力が増加した者、不変の者、減少した者はそれぞれ CMG 群で6名、8名、0名、FMG 群で6名、8名、0名であった。

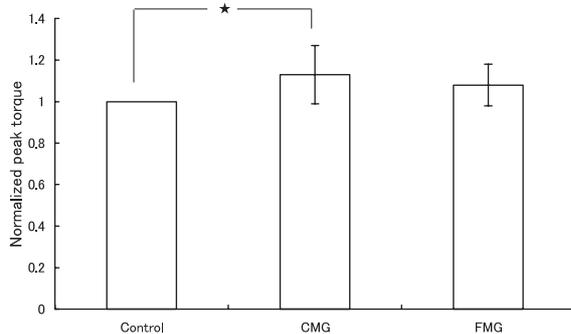


Fig.3. Effect of CMG and FMG on peak torque in isokinetic knee extension

:  $p < 0.05$

## 4) 等速性膝関節屈曲筋力 (Fig. 4)

等速性膝関節屈曲筋力は、Control 群  $136.4 \pm 21.1$  Nm, CMG 群  $145.2 \pm 29.8$  Nm ( $1.06 \pm 0.11$ ), FMG 群  $137.4 \pm$

$24.6$  Nm ( $1.01 \pm 0.09$ ) であった。等速性膝関節屈曲筋力の平均値には3群間で有意の差はみられなかった。またマウスガード非装着時に比べてマウスガード装着時に等速性膝関節屈曲筋力が増加した者、不変の者、減少した者はそれぞれ CMG 群で3名、11名、0名、FMG 群で3名、11名、0名であった。

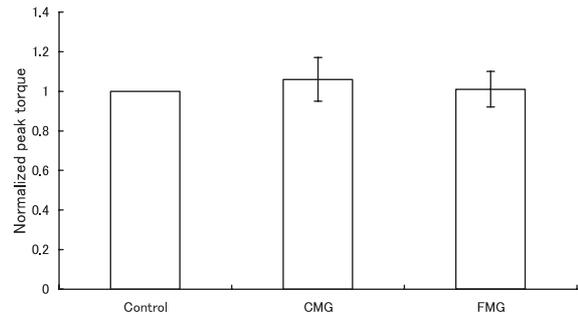


Fig.4. Effect of CMG and FMG on peak torque in isokinetic knee flexion

## 5) 最大ペダリングパワー (Fig. 5)

最大ペダリングパワーは、Control 群  $893.6 \pm 102.6$  w, CMG 群  $956.4 \pm 129.6$  w ( $1.07 \pm 0.09$ ), FMG 群  $932.9 \pm 118.3$  w ( $1.05 \pm 0.07$ ) で、CMG 群は Control 群に比べて有意に高値であった ( $p < 0.05$ )。しかし Control 群と FMG 群および CMG 群と FMG 群の間には有意の差はみられなかった。またマウスガード非装着時に比べてマウスガード装着時に最大ペダリングパワーが増加した者、不変の者、減少した者はそれぞれ CMG 群で6名、8名、0名、FMG 群で5名、8名、1名であった。

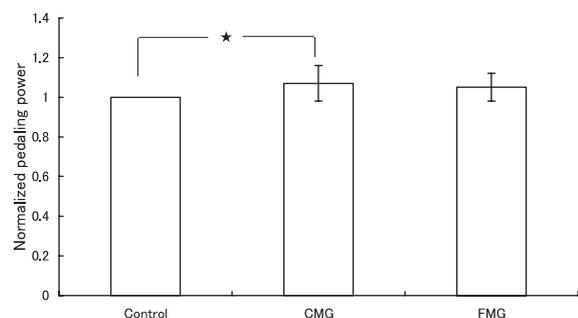


Fig.5. Effect of CMG and FMG on pedaling power

:  $p < 0.05$

## 考 察

四肢の等尺性運動中の発揮筋力および関与筋筋活動量と噛みしめの程度との間には関連があり、特に咬頭嵌合位で最大に、あるいは最大近く噛みしめることによって

四肢の等尺性筋力は増強されることが明らかにされている<sup>6,11)</sup>。

顎口腔領域の機能障害の治療目的でオクルーザルスプリントや MORA (mandibular orthopedic repositioning appliance) などの咬合挙上装置がしばしば用いられている。運動中に頻りに歯を噛みしめるスポーツ選手の中には咬合不全、顎関節機能不全、咀嚼筋や頭頸部領域の疼痛などを訴える者が多く、これらの選手に咬合挙上装置を装着させることによって局所症状の改善とともに運動能力を回復させることが報告されるようになってきた<sup>7,9)</sup>。また咬合挙上装置を装着し、噛みしめることによってさらに上肢および下肢等尺性運動中あるいはある条件下の等速性運動中の発揮筋力および関与筋活動が増強されることが明らかになってきた<sup>12,13)</sup>。これらを背景にして、顎口腔系に特に異常の無い健康スポーツ選手のスポーツパフォーマンスの向上を目的に様々な咬合挙上装置あるいは咬合挙上とスポーツ外傷予防効果を備えたマウスガードが濫用されるようになってきている。

斎藤<sup>14)</sup>は、大学野球選手10名を対象に、マウスガード非装着とFMG装着の条件下で握力の測定を行った。その結果、右手が非装着時  $52.5 \pm 5.2$  kg から FMG 装着時  $54.0 \pm 4.3$  kg に、左手が非装着時  $49.4 \pm 5.4$  kg から FMG 装着時  $50.7 \pm 5.9$  kg に増加したが、有意な増加ではなかったと報告している。本研究の結果も斎藤の研究と同様の結果であり、握力測定のような瞬間的な筋力発揮に対してはマウスガードの影響は少ないものと考えられた。しかし被検者の個々についてみると CMG 群の3名にマウスガードの装着によって有意に握力が高まる者もいることから、本研究の結果はマウスガード装着の握力への影響を否定するものではない。本研究では、筋力測定中の噛みしめの程度をチェックしていないため、噛みしめの程度が被検者によって異なっている可能性、運動中の噛みしめ習慣のある者となない者が混在している可能性、マウスガード装着前の咬合状態に差のある可能性等の問題点が考えられ、これらの問題点を考慮したうえでさらなる検討が必要である。

本研究では、マウスガードの背筋力に対して有意な効果はみられなかったが、月村ら<sup>15)</sup>は、咬合に異常のない者4名を対象に、咬合支持用スプリントを使用して咬合を2 mm 挙上することにより背筋力が  $182.9 \pm 31.9$  kg から  $201.5 \pm 36.2$  kg へ増加したことを報告している。月村の報告と本研究の差の原因として、1つには研究対象の差が考えられる。本研究における背筋力の平均値は  $141.7 \pm 24.3$  kg に対し、月村らのそれは  $182.9 \pm 31.9$  kg で大きな差がある。他に本研究における噛みしめの程度が不明であること、咬合挙上距離2 mm に対して本研究では2.5 mm との咬合挙上距離に違いのあること等が考えられる。

Sumitaら<sup>16)</sup>はさまざまな角速度(30, 60, 150, 300 および 450度/秒)における等速性膝関節伸展筋力に対する噛みしめの効果について検討し、30, 60, 150度/秒の等速性運動では下顎安静位時に比べて、最大噛みしめ時にはピークトルクおよびアベレージパワーが有意に増大するが、300 および 450度/秒では有意な差はみられなかったことを報告している。すなわち、噛みしめの等速性筋力に対する効果は、ゆっくりとした速度では認められるが、速度が速くなると効果がみられなくなることが明らかになった。本研究では、60度/秒の速度で検討したが、マウスガード装着時、特にCMG装着時には、非装着時と比べてピークトルクが有意に増加し、CMGの等速性膝関節伸展筋力発揮への有効性が認められた。この結果はSumitaらの報告を支持する結果である。アスリートの走行中の膝関節角速度は711度/秒、歩行時の膝は233度/秒で伸展しているといわれ、また上述のように噛みしめは静的運動や等尺性運動に効果があることと考え合わせると、噛みしめは静止性の運動および歩行速度以下の動的運動、例えばラグビーでいえばスクラムにおいて押している場面や体操の吊り輪競技における十字懸垂などに効果があらわれるものと考えられる。上述の握力や背筋力の瞬間的動作の筋力増強にマウスガードの効果が認められない理由も運動スピードが関与しているものと考えられる。CMG群における等速性筋力増加の割合は、非装着時に比べて4~51%(平均13%)であった。一方、Sumitaらは30~150度/秒の角速度の範囲では、噛みしめによる等速性筋力増加は、4.9~7.7%と報告していることから、マウスガードを装着するほうが等速性筋力増加作用は大きいことが考えられる。

CMG群の等速性膝関節伸展筋力はFMG群に比べて高値であったが、有意な差ではなかった。しかし、FMG群はControl群に比べて有意な増加はみられなかったことから、CMGのほうがスポーツ外傷予防効果と同様に等速性筋力発揮の面でもFMGより優れているといえる。

一方、等速性膝関節屈曲筋力はControl群に比べてCMG群、FMG群共に筋力は増加しているが、有意な増加ではなかった。また、CMG群は、FMG群に比べて有意な差はみられなかった。このことから、等速性膝関節屈曲筋力は等速性膝関節伸展筋力ほどマウスガードの効果は得られていないといえる。ラグビーにおいては、走動作、ボールを蹴る動作、ジャンプする動作など膝関節伸展動作の連続であり、屈曲時に力を加える動作は少なく、日頃のトレーニングにおいても伸展動作は鍛錬されている。そのため等速性膝関節屈曲筋力は、伸展筋力に比べてマウスガードの効果が少なかったものと考えられる。

最大ペダリングパワーは、Control 群に比べて CMG 群では有意な増加がみられた。これは CMG の最大ペダリングパワー発揮に対する増強効果を示すものである。CMG 群と FMG 群の間には有意な差はみられないが、FMG 群は Control 群に比べても有意の差はみられず、等速性膝関節伸展筋力に対する効果と同様に CMG の方が FMG より優れているものといえる。対象者の個々で見ると、Control 群に比べて最大ペダリングパワーの増加のみられた者は、CMG 群では 6 名、FMG 群では 5 名で、等速性膝関節伸展筋力と同様な傾向であった。

本研究の一部は平成14年度広島大学教育学研究科リサーチ・オフィス共同研究プロジェクトによるものである。

なお本研究の遂行にあたり、筋力測定をはじめ全面的に研究を補助してくれた教育学部教科教育学科・体育学専修・金本倫明君と CMG を製作してくださった大谷裕幸博士に深謝いたします。

## 文 献

1. 前田芳信, 山田純子: マウスガード用新素材の応用開発: 理想的な構造と材質を求めて. 臨床スポーツ医学, 20: 1391-1399, 2003
2. 越野 寿, 石島 勉, 平井敏博: マウスガードの選択基準: 既製品(市販品) vs. カスタムメイド(オーダーメイド). 臨床スポーツ医学, 20: 1385-1390, 2003
3. 石上恵一, 武田友孝: 咬合と身体平衡機能. 臨床スポーツ医学, 16: 1411-1416, 1999
4. 松本 勝, 安井利一, 田中園治 他: 成人期の咬合状態と生活体力に関する研究. スポーツ歯学, 1: 9-15, 1998
5. Forgione, A.G., Metha, N.R. and Wescott, W.L.: Strength and bite, part : an analytical review. J. Craniomandibular Practice, 9: 305-315, 1991
6. 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. 口病誌, 62: 212-253, 1995
7. Allen, M. E.: Occlusal splints (MORA) vs. placebos show no difference in strength in symptomatic subjects : double blind / crossover study. Can. J. Appl. Sports Sci., 9: 148-152, 1984
8. Schubert, M.M., Hall, R. and Guttu, R.L. et al.: Changes in shoulder and leg strength in athletes wearing mandibular orthopedic repositioning appliances. J. Am. Dent. Assoc., 108: 334-337, 1984
9. 横堀大六, 堀居 昭: 咬合挙上装置(Splint)の装着が運動選手の筋力および平衡性に与える影響. 体力科学, 42: 285-291, 1993
10. 関東ラグビー協会メディカルソサエティー歯科委員会編: ラグビー用マウスガード製作法, p.23-24, 1998
11. Sasaki, Y., Ueno, T. and Taniguchi, H. et al.: Effect of teeth clenching on isometric and isokinetic strength of ankle plantar flexion. J. Med. Dent. Sci., 45: 29-37, 1998
12. Wang, K., Ueno, T. and Taniguchi, H. et al.: Influence of isometric muscle contraction during shoulder abduction by changing occlusal situation. Bull. Tokyo Med. Dent. Univ., 43: 1-12, 1996
13. Taniguchi, H., Ueno, T. and Sasaki, Y. et al.: Influence of MORA on isometric muscle strength of upper appendage during shoulder abduction. J. Sports Dent., 1: 31-39, 1998
14. 斎藤雅和: マウスガード装着におけるパッシングへの影響. 広島大学教育学部体育教育学専修・平成7年度卒業論文集
15. 月村直樹, 武田友孝, 島田 淳 他: 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究. - 咬合支持領域の相違が背筋力と重心動揺に及ぼす影響 -. スポーツ歯学, 1: 16-23, 1998
16. Sumita, Y., Sasaki, Y. and Ueno, T. et al.: Effect of teeth clenching on force-velocity relationships in isokinetic knee extension. Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med., 48: 365-374, 1999

# Study on the effect of mouth-guards on muscle strength

Tsutomu Inamizu

Graduate School of Health Sciences, Hiroshima University

Key words : 1 . mouth-guard 2 . muscle strength 3 . isokinetic exercise

As well as for their protective effect against sports injuries, interest is increasing in the value of mouth-guards for augmenting muscle strength. In this study the influence of two types of mouth-guards - commercial mouth-guards (FMG) and custom-made mouth-guards (CMG) - on grip power, back strength, peak torque in isokinetic knee extension, peak torque in isokinetic knee flexion and peak pedaling power in rugby players are examined. The results are as follows.

1. No augmentation effect for grip power or back strength were noted in either of FMG and CMG.
2. A significant augmentation effect for peak torque in isokinetic knee extension was observed in CMG. However, neither FMG and CMG showed any affect on peak torque in isokinetic knee flexion.
3. A maximal pedaling power augmentation effect was noted in CMG but not in FMG.
4. From the above-mentioned results, it was concluded that CMG had an augmentation effect on the muscle strength displayed in slow speed isokinetic exercises.