

咬合挙上の運動効果に関する研究 (2)

—咬合挙上と大脳活動の関係についての検討—

前 田 剛 司**・福 味 廣 員*

The study of the effects by bite-raising for ability of sports

Takeshi Maeda and Kazuhiro Fukumi

The effect of bite-raising by custom-made mouthpiece to a cerebrum activity was studied. Improvement of activity was observed in the case of 5mm height rising.

1. 緒論

歯列調整とスポーツ・パフォーマンスに関する研究は数多くあるが、スポーツ・パフォーマンスに対する咬合挙上の正の効果については、三角筋の等尺性筋力の向上(*1)、腕立て伏せの回数や短距離走のタイムの向上(*2)、長距離走脚力・持久力の向上やリラクゼーションの増進(*3)、利き腕筋力の向上(*4) 重心動揺度の現象(*5)等が報告されている。一方、否定的な報告としては、マウスピースの使用はプラセボ効果に過ぎないとしたものや(*6)、等尺性および等速性全身運動筋力の向上は認められなかった(*7)とするものもある。このような背景を踏まえて、我々は咬合挙上の運動効果とくに未だ解明されていないその効果発現のメカニズムの研究の過程として、咬合挙上による大脳活動性について研究し、正の効果の存在を示唆する結果を得たので報告する。大脳活動量の測定には大脳活動計(稲葉人間工業研究所社製)を使用した(*8)。これはフリッカーテストのように単なる刺激-反射系によるものではなく、刺激入力に対する脳判断力を加えたもので、作業能力低下や脳疲労の測定に使用されていてその実態とよく一致しているとされているものである。本学でも、長濱が自動車運転に関して検討を行っている。

2. 目的

咬合を挙上することにより、全身運動機能にどのような効果を与えるのかを明らかにすると同時に、そのメカニズムを明確にし、スポーツ分野への応用効果について研究することである。今回は、マウスピースを用いて咬合を挙上することが、大脳活動量にどのような影響を与えるかを検討した。

3. 実験方法

被験者として、健康な本学カヌー部の男子学生を選択し、マウスピースを作成した。日

** 応用理化学専攻大学院生 * 応用理化学科

歯部における咬合挙上量を 3mm、5mm、7mm と調整して咬合挙上効果を検討した。マウスピースへの順応は、1 日目から 3 日目までは 1 日あたり 2 時間、4 日目以降は 1 日あたり 4 時間マウスピースを装着させることにした。装着開始より 1 週間後に装着状態の再検査を行った。再検査の際に、被験者は全員マウスピースに順応していることを確認した。

(1) マウスピースの製作

以下の写真に示すように、臼歯部の咬合支持部に常温即時重合性レジン（ユニファスト II：GC 社製）を用い、それらの連結をコバルトクロム合金によるリングルバーで行った。これは、以前の我々の研究結果から、装着感等を改良したものである。

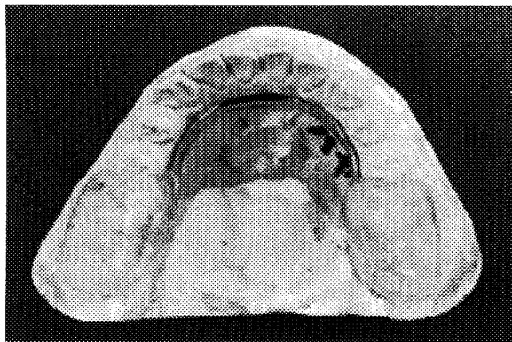


写真1 下顎歯列模型上のマウスピース

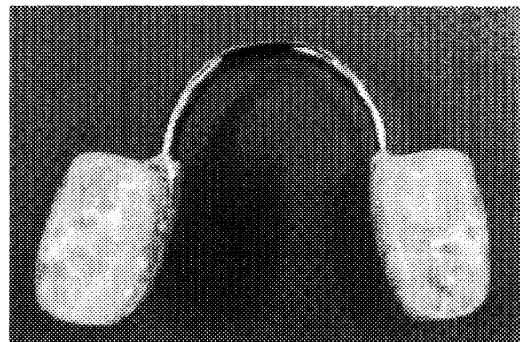


写真2 マウスピース

(2) 大脳活動量の測定

本学に設置されている大脳活動計（稲葉人間工業研究所社製）を使用した。この装置は、光刺激を与えたときに、その刺激認識に対する大脳の前頭部、頭頂部、後頭部などの諸機能の連合性能の変化を測定するものである。具体的には、光刺激として 0～9 までの数字順列の中で一部を逆転させたものを 1～10Hz まで、0.5Hz ごとに各 20 秒間ずつ発生させた。数字の順列の逆転が認識できた時点で被験者に答えさせ、認識できた最高周波数を 5 回測定し、その平均を弁別周波数として表示した。日常生活状態の前記被験者のマウスピース装着時と否装着時について同一条件下でこの測定を行った。その測定結果を、F 検定を用いて装着群と否装着群の分散が等しいかどうかを検定し、Student の t 検定を用いて有意差検定を行った。また、弁別周波数の測定値より、稲葉の提唱している大脳の疲労度を求め、その結果を Mann-Whitney の U 検定による有意差検定を用いた考察を行った。

4. 実験結果

咬合挙上量を臼歯部において 5mm とした時の弁別周波数は、表 1 に示した。マウスピース否装着時の平均周波数は 6.56Hz ($\pm 0.799\text{Hz}$)、マウスピース装着時の平均周波数は 8.00Hz ($\pm 0.63\text{Hz}$) であった。よって、マウスピースの装着により、弁別周波数は 1.44Hz 上昇した。この 2 群の分散が等しいかどうかを F 検定を用いて検定すると F 値は 3.49 であり、等しいと仮定できる。従って、得られた測定結果を Student の t 検定を用いて有意差検定を行ったところ、t 検定値は 0.00003 であり、マウスピースの装着により弁別周波数は有意に上昇した。

表1 咬合挙上量 5mm 時の弁別周波数 (Hz)

被験者	否装着	装着
A	6.4	7.6
B	6.4	8.2
C	5.8	7.2
D	8.0	8.6
E	6.0	7.4
F	5.2	7.8
G	7.2	9.2
H	6.6	7.4
I	7.2	8.4
J	6.8	8.2
平均	6.56	8.00
標準偏差	0.799	0.632
t 検定値	0.00003	

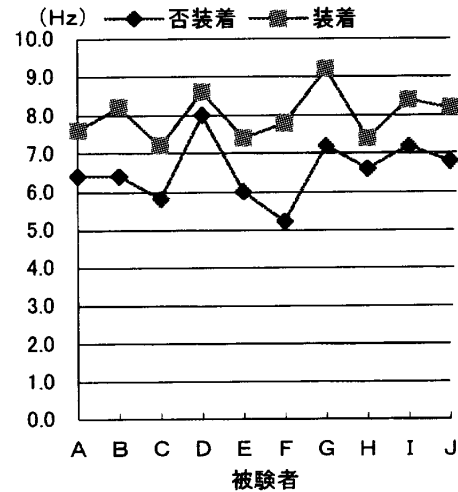


図1 咬合挙上量 5mm 時の弁別周波数

次に、咬合挙上量を臼歯部において 7mm とした時の弁別周波数は表 2 の様であった。マウスピース否装着時の平均周波数は 7.34Hz (± 0.962 Hz)、マウスピース装着時の平均周波数は、6.76Hz (± 0.515 Hz) で、マウスピースの装着により弁別周波数は 0.58Hz 低下した。この 2 群の分散についての F 検定による F 値は 1.60 であり、両者は等しいと仮定できる。得られた測定結果を Student の t 検定を用いて有意差検定を行ったところ、t 検定値は 0.043 であり、マウスピースの装着により弁別周波数は有意に低下した。

表2 咬合挙上量 7mm 時の弁別周波数 (Hz)

被験者	否装着	装着
A	6.6	6.8
B	6.1	6.4
C	6.9	6.2
D	7.6	7.6
E	6.7	6.4
F	7.1	6.2
G	8.5	7.6
H	6.9	6.8
I	9.3	7.0
J	7.7	6.6
平均	7.34	6.76
標準偏差	0.962	0.515
t 検定値	0.043	

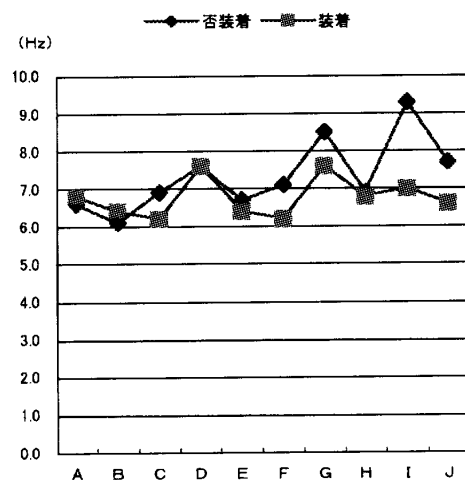


図2 咬合挙上量 7mm 時の弁別周波数

最後に咬合挙上量を臼歯部において 3mm とした時の弁別周波数は、表 3 の様であった。マウスピース否装着時の平均周波数は 6.74Hz (± 0.499 Hz)、マウスピース装着時の平均

周波数は 6.96Hz ($\pm 0.430\text{Hz}$) であった。よって、マウスピースの装着により、弁別周波数は 0.22Hz 上昇した。この2群の分散についてのF値は1.35であり、両者は等しいと仮定できる。得られた測定結果のStudentのt検定値は0.07であり、マウスピースの装着により弁別周波数には有意性のある変動は示されなかった。

表3 咬合挙上量 3mm 時の弁別周波数 (Hz)

被験者	否装着	装着
A	7.0	7.0
B	6.8	6.4
C	5.6	6.4
D	6.8	7.4
E	6.6	6.8
F	6.6	7.0
G	7.6	7.8
H	6.8	6.8
I	6.6	6.8
J	7.0	7.2
平均	6.74	6.96
標準偏差	0.499	0.430
t 検定値	0.07	

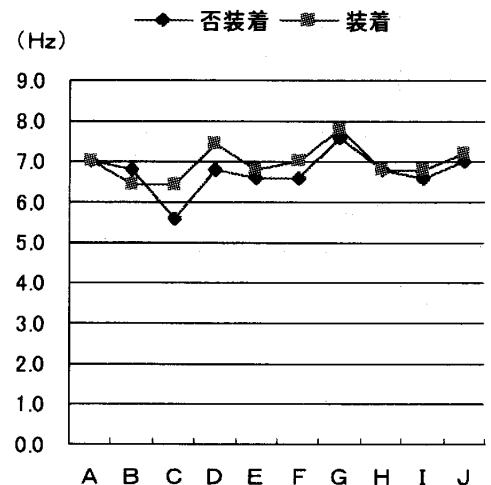


図3 咬合挙上量 3mm 時の弁別周波数

5. 考察

今回測定に使用した大脳活動計は、作業疲労の測定を目的としたもので、フリッカー法などの視覚機能の低下のみでは大脳活動に伴う疲労等が十分に反映されないので、視覚刺激応答に正誤判断力を組み合わせて大脳活動変化の影響も加えようとしたものである。そして稲葉の研究では測定周波数変化は身体・脳作業疲労時の身体状況とよく一致している。従って測定で得られた弁別周波数変動は具体的には何を表しているかは不明であるが、大脳活動度と対応していると考えられる。同時に後記するような疲労尺度への転換と云う考えも出てくると思われる。

日常の学生生活を送っている健康な被験者にマウスピースを装着して咬合を挙上させて弁別周波数を測定すると、臼歯部における咬合挙上量を 5mm とした時が最も高い効果が表われた。また、咬合挙上量が 7mm の時には弁別周波数が低下するなどの生体為害性が表われ、それが 3mm の時には有意差を持って効果が表われなかった。これらのことから弁別周波数を上昇させるのに効果がある一定の咬合挙上量が存在しており、過大な咬合挙上量は有効であるどころか、かえって悪影響を及ぼすということがいえる。今回の実験に使用したマウスピースは、口腔内外傷の予防は考慮に入れてないが、実際に使用されるスポーツの現場では、口腔内の外傷や脳震盪などのスポーツ障害を予防することも重要とな

ってくる。このようなマウスピースの製作に際しても咬合を挙上させ過ぎないように留意する必要がある。

表4 大脳活動量と疲労度の対応

測定 Hz	疲労度
7.0 以上	なし
5.0~6.9	軽度
4.0~4.9	中度
2.0~3.9	やや重度
2.0 未満	重度

また、得られた弁別周波数から、この大脳活動計の開発者である稲葉の提唱する疲労尺度に転換し、マウスピースの装着のそれに対する効果を Mann-Whitney の U 検定を用いて検討すると、以下のようになった。

表5 咬合挙上量 5mm 時の疲労度

被験者	否装着		装着	
	測定 Hz 数	疲労 度	測定 Hz 数	疲労 度
A	6.4	軽い	7.6	なし
B	6.4	軽い	8.2	なし
C	5.8	軽い	7.2	なし
D	8.0	なし	8.6	なし
E	6.0	軽い	7.4	なし
F	5.2	軽い	7.8	なし
G	7.2	なし	9.2	なし
H	6.6	軽い	7.4	なし
I	7.2	なし	8.4	なし
J	6.8	軽い	8.2	なし
平均	6.56	軽い	8.00	なし
標準偏差	0.799		0.632	
t 検定値	0.00003			
Mann- Whitney's U test	15			

表6 咬合挙上量 7mm 時の疲労度

被験者	否装着		装着	
	測定 Hz 数	疲労 度	測定 Hz 数	疲労 度
A	6.6	軽い	6.8	軽い
B	6.1	軽い	6.4	軽い
C	6.9	軽い	6.2	軽い
D	7.6	なし	7.6	なし
E	6.7	軽い	6.4	軽い
F	7.1	なし	6.2	軽い
G	8.5	なし	7.6	なし
H	6.9	軽い	6.8	軽い
I	9.3	なし	7.0	なし
J	7.7	なし	6.6	軽い
平均	7.34	なし	6.76	軽い
標準偏差	0.962		0.515	
t 検定値	0.043			
Mann-Whitney's U test	60			

臼歯部における咬合挙上が 5mm の場合は、弁別周波数は向上し疲労度は軽減されていることが有意差を持って示されている。しかし、咬合挙上量が 7mm の場合は弁別周波数が低下していることは有意差を以って示されているが、疲労度が増大していることは示されていず、咬合挙上量が 3mm の場合には弁別周波数と疲労度の両方の変化が有意差を持って示されていなかった。

咬合挙上が身体に与える効果は、口腔より発生する刺激が大脳へ影響を及ぼした結果であると考えられる。

この刺激としては咬合を挙上したことによる総咬合力あるいは平均咬合力の変化、またはマウスピースを装着したことによる咬合接触面積の変化などが考えられる。今後は、これらのデータと咬合挙上量、そして身体へ与える効果とを総合的に比較・検討していく必要がある。

6. まとめ

- 1) 大脳活動量は、臼歯部における咬合挙上量が5mmの場合に最も向上効果があり、7mmでは生体に為害性があり、3mmでは効果が表われない。
- 2) 今後は、口腔より発生する刺激である総咬合力、平均咬合力、咬合接触面積との関連を検討していく必要がある。
- 3) 弁別周波数変化で示される大脳活動向上が、どのような運動機能として表現されてくるのかを明らかにする必要がある。
- 4) 測定した弁別周波数を稲葉の疲労尺度に読み換え3・5・7mmの咬合挙上時の本疲労状態について考察を試みた。

7. 参考文献

- 1) Smith, S.D.: Muscular Strength Correlated to Jaw Posture and the Temporomandibular Joint. NY State Dent. J., 44: 278-285, 1978
- 2) Schwartz, et al.: The athlete's mouthpiece. Am. J. Sports Med., 8: 357-359, 1980
- 3) Garabee, W. F. Jr.: Craniomandibular Orthopedics and Athletic Performance in the Long Distance Runner: A Three Year Study. Basal Facts, 4: 77-81, 1981
- 4) Williams, et al.: The effect of a mandibular position on appendage muscle strength. J. Prosthet. Dent., 49: 560-579, 1981
- 5) 佐藤武司: 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究 垂直的顎間関係の挙上が姿勢、とくに重心動揺および抗重力筋に及ぼす影響, 補綴誌, 35: 574-587, 1991
- 6) Greenberg, et al.: Mandibular position and upper body strength: a controlled clinical trial. JADA, 103: 576-579, 1981
- 7) Yates, et al. Effect of a mandibular orthopedic repositioning appliance on muscular strength. JADA, 108: 331-333, 1984
- 8) 稲葉正太郎: 新しい疲労計の開発とその性能、労働衛生, 1975 No 6, 26-29

表7 咬合挙上量3mm時の疲労度

被験者	否装着		装着	
	測定 Hz 数	疲労 度	測定 Hz 数	疲労 度
A	7.0	軽い	7.0	なし
B	6.8	軽い	6.4	軽い
C	5.6	軽い	6.4	軽い
D	6.8	軽い	7.4	なし
E	6.6	軽い	6.8	軽い
F	6.6	軽い	7.0	なし
G	7.6	なし	7.8	なし
H	6.8	軽い	6.8	軽い
I	6.6	軽い	6.8	軽い
J	7.0	なし	7.2	なし
平均	6.74	軽い	6.96	軽い
標準偏差	0.50		0.43	
t 検定値	0.07			
Mann-Whitney's U test	40			

(平成14年12月4日受理)