咀嚼機能の訓練効果

柿谷幸男, 中村早江, 清水真知男, 山内六男, 長澤 亨

朝日大学歯学部歯科補綴学第一講座 (主任: 長澤 亨教授)

[受付: 平成6年4月8日]

Effect of Chewing Training on Masticatory Function

Yukio Kakitani, Sae Nakamura, Machio Shimizu, Mutsuo Yamauchi and Tooru Nagasawa

Department of Removable Partial Denture Prosthodontics, Asahi University School of Dentistry

(Director: Prof. Tooru Nagasawa)

[Received: April 8, 1994]

Key Words: chewing training, hard chewing gum, EMG, mandibular movement

Abstract: We examined the changes of masticatory function by chewing training using hard chewing gum (gum).

Ten adult males were requested to chew hard gum for 10 minutes after each meal for four weeks. EMG and mandibular movement during gum chewing and masticatory performance were recorded.

The burst duration and interval of EMG were significantly shortened by training. The burst duration of EMG did not recover pre-training level after the end of training for two weeks. Muscle activity and masticatory performance were not influenced by training.

The maximal vertical, antero-posterior and lateral displacement of mandible during gum chewing were not affected by training. The maximal opening and closing velocities tended to be increased by training. Closing, occlusal and opening phase and cycle time were significantly shortened by training.

These results suggested that the masticatory muscle power was promptly produced and not increased by chewing training.

抄録 チューインガムを用いた咀嚼訓練が咀嚼機能に及ぼす影響について検討した。

市販の強化ガムを毎食後10分間、4週間にわたって咬ませた。訓練開始1, 2, 3, 4週間後と訓練終了2週間までの間の咀嚼時の咬筋EMG, 下顎運動および咀嚼値を記録した。

EMG持続時間と間隔は咀嚼訓練により有意に短縮した。また筋放電持続時間は訓練停止2週間後も元の値に戻らなかった。筋活動量ならびに咀嚼値は訓練の影響を受けなかった。

下顎運動の移動量パラメータは咀嚼訓練の影響を受けなかった。開, 閉口相, 咬合相, 咀嚼周期などの時間パラメータは訓練により短縮した。

これらの結果は咀嚼訓練により筋のパワーを迅速に引き出せることを意味している。しかし、効率よく筋が働いたとはいえない。

I. 緒 言

近年、食生活様相は変化し、一般に硬いものより軟らかい食物が好まれるようになった。軟らかい食物では強い咀嚼力は必要とせず、また咀嚼回数も少なくなる。軟らかい食物を摂取していると顎骨の発育がバランスよく行われなくなる¹⁾。船越²⁾はラットに固形食と粉末食を与え、粉末食飼育ラットは学習効果が現れにくいことを報告している。このように咀嚼力ならびに咀嚼回数の不足が生体に与える影響は大きく、この対策の一つとして訓練用にチューインガム（ガム）を咬ませることにより咀嚼力を増強させる試みがなされている³⁾。

小児においてはガム咀嚼訓練により、咬合力ならびに咬みしめ時の筋活動が有意に増加することが報告されている⁴⁾。しかし、成人においてはガム咀嚼訓練により咀嚼能率が向上するという報告⁵⁾と、変化しないという報告⁶⁾があるなどはっきりしていない。さらに、咀嚼訓練が下顎運動ならびに咀嚼筋EMGにどのような影響を及ぼすかについて検討した報告は認められない。

そこで今回、われわれは天然歯列を有する成人男子に市販のガムによる咀嚼訓練が下顎運動、EMGおよび咀嚼能率にどのような影響を及ぼすかについて検討を行ったので、その結果について報告する。

II. 実験材料および方法

1. 被験者

顎口腔系に異常を認めない個性正常咬合を有する若い男性10名（年齢22-25歳、平均年齢23.5歳）を被験者とした。

2. 咀嚼訓練用ガム

咀嚼訓練には市販の強化ガム（ロッテ社製トレーニングガム）を用いた。強化ガムは、縦13mm、横33mm、厚さ3mm、重さ2.0gで甘味料（パラチノース）⁷⁾や香料などが含まれている。これを1日3回、毎食後に10分間ずつ4週間咬ませた。また、EMGならびに下顎運動測定時の試験食品には糖分や香料を含まないロッテ中央研究所製の試作ガムを用いた。

強化ガム、試作ガムおよび市販の一般ガム（ロッテ社製グリーンガム）の咀嚼に伴う粘性の変化を粘度計（島津社製flow tester, CFT-500）を用いて測定した結果を図1に示す。なお、本研究ではガムの粘度を硬さと表現した。強化ガムは、市販ガムを1分間咀嚼した場合の硬さよりも大きい値を示し、咀嚼開始1分後から5分後までの硬さの変化も小さく安定していた。また、実際に強化

図1 各種ガムの咀嚼に伴う粘性の変化

ガムを被験者に咀嚼させた場合かなり咬みごたえがあると述べており、咀嚼訓練の実験に十分適用できると思われる。試作ガムはそれより多少軟らかく、咀嚼に伴う変化は小さかった。

3. EMGならびに下顎運動の記録、分析

被験者をフランクフルト平面と床面を平行になるよう歯科用治療椅子に座らせ、試作ガムを2分間以上咬ませてから実験に供した。

EMG記録はポリグラフ（日本光電社、RM-6000）を用い、両側咬筋中央部から表面電極により双極誘導しデータレコーダに収録した。下顎運動はMandibular kinesiograph (Myo-tronics Res., K5AR)によりEMGと同時にデータレコーダに収録した。記録したデータは記録計（日本光電社製WS6826）により再生後EMGから筋放電時持続時間、筋放電間隔の時間パラメータと筋活動量を、下顎運動からは移動量パラメータ（最大上下移動距離、前後移動距離、側方移動距離）、速度パラメータ（最大開口速度、閉口速度）、時間パラメータ（閉口、咬合、開口の各相と咀嚼周期）を20ストロークについて計測し、1ストロークあたりの平均値を求めた。

4. 咀嚼値の測定

Manlyら⁸⁾の方法に従い、ピーナツ3gを咀嚼側を指定しないで自由に20回咀嚼後ピーカーにはきださせ、これを5回繰り返す。ついで10メッシュの篩でこし残ったものの乾燥後重量を計測し、3gの5回、15gに対する通過量の百分率を咀嚼値とした。

5. 計測時期

EMG、下顎運動および咀嚼値の測定は咀嚼訓練前、開始1週後、2週後、3週後、4週後、訓練停止1週後、2週後の計7回とした。

図2 咀嚼訓練による筋放電間隔の変化

図4 咀嚼訓練による最大開口速度の変化

図3 咀嚼訓練による咬筋活動量の変化

図5 咀嚼訓練による閉口相時間の変化

III. 実験結果

1. EMG

時間的パラメータの筋放電持続時間は訓練開始1週後に有意に短縮し、4週後に最も小さな値を示した。訓練停止2週後は訓練前の値に近づく傾向はあるがまだ有意に短縮したままであった。一方、筋放電間隔は図2に示すように訓練開始1週後より有意に短縮し、4週後に最も小さな値を示したが、訓練停止により速やかに訓練前の値に戻った。

この間、筋活動量には変化が認められなかった(図3)。

2. 下顎運動

下顎の移動量パラメータには咀嚼訓練による変化は認められなかった。速度パラメータにも変化はなかったが、

咀嚼訓練により増加する傾向が認められた(図4)。

一方、EMGに認められたように時間パラメータは咀嚼訓練によりいずれも短縮した。閉口相時間(図5)、咬合相時間(図6)、開口相時間(図7)は訓練開始1-2週後に有意に短縮し、訓練停止後は訓練前の値に徐々に近づく傾向を示した。閉口相時間については、訓練停止2週後もなお訓練前の値とは有意差があった。

これら各相の合計時間である咀嚼周期は、図8に示すように当然訓練による短縮は1週後より認められ、訓練停止2週後は訓練前の値に近づいたが、なお訓練前より有意に短縮傾向にあった。

3. 咀嚼値

咀嚼訓練による咀嚼値の変化は認められなかった。

図6 咀嚼訓練による咬合相時間の変化

図8 咀嚼訓練による咀嚼周期の変化

図7 咀嚼訓練による開口相時間の変化

IV. 考 察

咀嚼訓練用食品として過去種々のものが用いられてきたが、本研究では成人が比較的慣れていると思われるチューインガムを用いた。強化ガムは通常のガムに比べて硬く、本研究の目的に十分合致するものと思われた。なお、このガムは甘味料として低齲蝕原性のパラチノース⁷⁾が用いてあるため、カロリー摂取過多あるいは齲蝕に対する心配はない。

訓練のために毎日ガムを咬ませる時間は研究者によって異なり、約10分⁴⁾から1時間以上^{3), 6)}と幅がある。長く咬ませた方が訓練になるかもしれないが、1日1時間以上咬ませるのは現実には困難なため本研究では毎食後10分、1日で30分咬ませることにした。また、訓練期間は過去の研究を参考に4週間とし、訓練停止2週間

まで訓練効果の持続について検討した。

実験の結果、EMG、下顎運動ともに時間的パラメータは訓練によって短縮したが、咬筋の筋活動や咀嚼値には有意な変化はみられなかった。河村ら⁵⁾は成人において咀嚼訓練により咀嚼能率が向上すると報告している。この差は咀嚼訓練の時間、期間の他に訓練用の食品の差などによるものであろう。事実、1カ月の咀嚼訓練で咀嚼能率に変化はないとする報告⁶⁾もある。また、咀嚼訓練により咬合力が増加したとする報告^{5), 9)}もあるが、今回の実験では咀嚼中の筋活動の増加は認められなかった。咀嚼は半ば反射的に行われるもので、咀嚼時に発揮される力はすでに各個人で獲得されており、今回程度の訓練で変化しなかったのは当然かもしれない。

咀嚼訓練により変化したパラメータも訓練停止によりもとのレベルに戻る傾向を示した。

河村ら⁵⁾、Brekhusら⁹⁾も訓練停止2週間で元に戻ることを報告しており、今回行った程度の咀嚼訓練では持続的な訓練効果はないといえよう。

V. 総 括

チューインガムによる咀嚼訓練を4週間にわたって行い、EMGと下顎運動に与える影響を検討し次の結果を得た。

1. EMG、下顎運動ともに時間パラメータは短縮した。
2. EMG活動量、下顎運動の速度ならびに移動量パラメータには変化がみられなかった。
3. 訓練により変化したパラメータは、訓練停止2週間後には元の値に戻る傾向を示したが、まだ訓練効果

の持続するパラメータもあった。

4. 成人では咀嚼訓練効果は持続しないと結論できる。

以上の結果, 咀嚼訓練により筋力を迅速に発揮できるようになるといえる。

文 献

- 1) Watt, D.G. and Williams, H.M.; The effects of the physical consistency of food on the growth and development of the mandible and maxilla of the rat. *Am J Orthod*, 72: 895-928, 1951.
- 2) 船越正也：咀嚼と脳, 咀嚼システム入門（文部省特定研究「咀嚼システムの基礎的研究」総括班編）, 風人社, 東京, 211-224, 1987.
- 3) Ingervall, B. and Bitsanis, E: A pilot study of the effect of masticatory muscle training on facial growth in long-face children. *Eur J Orthod*, 9: 15-23, 1987.
- 4) 平木健史：上顎前突を呈する児童の咬合力と閉口筋活動に関する研究：チューインガムによる咀嚼訓練の効果, 阪大歯学誌, 36:389-414, 1991.
- 5) 河村洋二郎, 堀尾 強：咀嚼機能強化食品 による咀嚼訓練の効果, 歯基礎誌, 31:281-290, 1989.
- 6) Tzakis, G.M., Kiliaridis, S. and Carlsson, G.E.: Effect of chewing training on masticatory efficiency. *Acta Odontol Scand*, 47: 355-360, 1989.
- 7) 池田 正：歯科領域からみた甘味料—う蝕予防の立場から—, 臨床栄養, 71: 736-741, 1987.
- 8) Manly, R.S. and Braley, L.C.: Masticatory performance and efficiency. *J Dent Res* 39:448-462, 1950.
- 9) Brekhus, P.J., Armstrong, W.D. and Simon W.J.: Stimulation of the muscles of mastication. *J Dent Res*, 20: 87-92, 1941.