咀嚼筋 E M G の周波数分析について

Power spectral analysis concerning
the EMG of masticatory muscles

- 累積周波数値による検討 -

- A study of cumulative frequency values -

藤沢 政紀、石橋 寛二

Masanori Fujisawa, Kanji Ishibashi

岩手医科大学歯学部歯科補綴学第2講座

Department of Fixed Prosthodontics,

School of Dentistry, Iwate Medical University

顎機能異常の診査や治療効果、咀嚼機能の評価等に対する筋電図の応用が種々の方法で行われている。コンピュータを応用した分析方法により客観的な情報が短時間で得られる周波数分析では、従来、疲労によるクレンジング時の低域へのシフト¹⁾や咬合力の増加にともなう周波数成分の変化²⁾が確認されている。

表面筋電図は、干渉波形として得られるため高調波に分解し各周波数成分のパワースペクトル分布を比較することによって評価される。その主なものとしては、1.累積周波数値 2.平均周波数値 3.パワー値 4.パワースペクトルの分布及びシフト 5.ピーク周波数 6.筋活動量 7.クロス・スペクトルおよびコヒーレンスによる相関 8.累積周波数値の相関等がある。これらの評価法による顎機能診査法としての期待は大きいものの、臨床的には個人ごとに診断する基準が確立されていない。

本研究は、咬みしめ時を対象とした累積周波数値と周波数の帯域との相関に着目し、臨床応用の可能性を検討することを目的として行ったものである。

【実験方法】

顎口腔系に異常を認めない20歳代の男子歯科学学生12名を被験者として、咬みしめ時の表面筋電図を導出した。

筋電図の導出に際しては、左右の咬筋および側頭筋前腹を対象とし、表面電極の電極間距離を2cmとする双極誘導法により行った(図1)。筋電計はhigh cutを1000Hz、時定数を0.03秒とした。なお、電極間抵抗はすべて2kΩ以下であった。

図1 ブロック・ダイアグラム

実験に先立ち、被験者にはモニター・オシロスコープに現れる筋電図の振幅を見せることにより咬みしめる強さを認識させ、軽度の咬みしめ、中等度の咬みしめ、最大咬みしめの3段階を学習させた。この方法により、被験者は上下歯列間に介在物が存在しない状態で、咬合力の大小関係を短時間で認識することができた。

以上の3段階の咬みしめ時と最大咬みしめの持続にともなう疲労時のEMGに対して周波数分析を行った。なお、疲労時とは、被験者が最大咬みしめを持続させることが困難になったと自覚した時点とした。

【分析方法】

周波数分析は、シグナル・プロセッサ7T-18により行った。分析に用いたプログラムは、FFTのアルゴリズムを応用しプログラム言語シグナル・ベシックにて作成したものである。

いずれの条件においても咬みしめが安定した後に、サンプリング周期 0.5 msec、サンプリング・ポイント128、サンプリング・タイム64msec、分解能15.6Hzで連続する10区間を取り込み、パワーを加算した。

15.6~1000Hzの周波数成分のパワーを100%として、20%、35%、50%、65%、80%の累積周波数値（以下、累積20%値、累積35%値、累積50%値、累積65%値、累積80%値と略す）を求めた。また、帯域は低周波数成分として累積50%値と累積20%値の差（20%~50%値と略す）、高周波数成分として累積80%値と累積50%値の差（50%~80%値と略す）を求め、累積周波数値との相関を調べた。

【結果】

平均値の検定の結果、累積周波数値は、同名筋で左右の有意差が認められなかったため、左右を区別しないで検

討した。

－累積周波数値について－

各咬みしめ時における累積周波数値（±S.E.）を図2~5に示す。ほぼ100%の咬合力と考えられる最大咬みしめ時の累積80%値では咬筋で104.6~306.9Hz（平均212.3Hz、S.D.67.5Hz）、側頭筋で95.2~285.4Hz（平均211.4Hz、S.D.54.2Hz）であり、比較的咬合力にばらつきがあると考えられる、軽度の咬みしめ時の累積80%値では咬筋で216.3~560.0Hz（平均331.8Hz、S.D.80.8Hz）、側頭筋では203.8~615.3Hz（平均307.1Hz、S.D.116.4Hz）であった。

－相関について－

累積50%値と20%~50%値、累積80%値と20%~50%値および50%~80%値の3通りの組合せで相関を調べた。その結果相関係数については、

1)軽度の咬みしめ時は咬筋・側頭筋とも累積80%値と50%~80%値との相関係数が0.9以上と高い相関を示した。

累積50%値と20%~50%値、累積80%値と50%~80%値は低い相関であった。

2)中等度の咬みしめ時は、咬筋・側頭筋の累積80%値と50%~80%値との相関係数が0.8前後であった。

3)最大咬みしめ時は、咬筋・側頭筋とも累積50%値と20%~50%値との相関係数は0.9以上と高い相関を示した。

累積80%値と50%~80%値との相関係数は、0.8前後であった。

咬筋の累積80%値と20%~50%値の相関係数は0.9以上と高い相関を示した。

4)疲労時の累積周波数値は最大咬みしめ時より低域にシフトしているものの咬筋の累積80%値と50%~80%値の相関は高くなっている。側頭筋の累積50%値と20%~50%値の相関が疲労時でも高いままであったことも併せて、疲労時は咬筋と側頭筋では異なった様相を呈した。

【 考 察 】

FFT のアルゴリズムを用いコンピュータを利用することによって、表面筋電図の周波数分析は短時間で客観的なデータが得られるという利点があり、多くの研究者によってその成果が報告されている。

累積周波数値による評価は経日的に安定しているといわれ³⁾、Mitaniら⁴⁾は周波数分布の比較値として累積80%値による検討を行っている。今回、正常者を対象とした咬みしめ時の累積80%値に関しては、平均値でみると咬合力の増加にともない低い値を示す傾向が認められ、さらに疲労の負荷により低い値を示した。しかし、分散が大きいことや、個人ごとにまたは筋ごとに比較した場合は前述した傾向と逆の結果を示しているところもみられた。これは咬合力をパラメータとして直接測定しなかったことが一因と考えられる。

しかし、ほぼ100%の咬合力と考えてよい最大咬みしめ時の累積80%値にもかなりのばらつきが認められたことに加えて、実際の顎機能診査を想定すると、今回のような咬合力のフィードバック法が、臨床的であろうと思われる。

以上の点から、評価方法として高周波数成分を反映する指標と考えられる累積80%値と50%～80%値の相関と低周波数成分を反映する指標と考えられる累積80%値および累積50%値と20%～50%値の相関を求めることにより検討を加えた。

軽度の咬みしめ時は累積80%値と50%～80%値の相関が高く、高周波数成分が優勢であり、最大咬みしめ時は累積50%値と20%～50%値の相関が高く、低周波数成分が優勢であった。特に咬筋では累積80%値が50%～80%値より20%～50%値との相関が高かった。

このように咬合力の増加にともない低周波数成分が優勢になる原因としては、Motor Unitの活動性の差が考えられる。その活動性の差に関しては、

- ①咬合力の変化にともない、活動するMotor Unitに違いがある可能性がある、
- ②咬合力の変化によりMotor Unitの動員および同期が異なる、などの理由が考えられ、Pallaら²⁾は、咬合力の増加により低周波数成分のMotor Unitが動員され、さらにMotor Unit間で同期が生じ、周波数成分としては低域にシフトすることが考えられると考察している。筋張力によりこれらの原因の関与

図2 軽度咬みしめ時の累積周波数値

図3 中等度咬みしめ時の累積周波数値

図4 最大咬みしめ時の累積周波数値

図5 疲労時の累積周波数値

の度合が異なるという報告⁵⁾もあるが、今回の結果からは、この点については言及できない。

累積周波数値と周波数成分の相関を調べる方法は、累積周波数値のみによる評価と比較して、ばらつきが小さく一定の傾向を示すことが理解された。このことは、軽度の咬みしめ時および最大咬みしめ時で特に著明であった。

顎機能異常者の中には、強い咬みしめを指示しても本来の咬合力を発揮できないことがあるが、今回行った評価方法はこのような状態を評価する場合の筋電図学的方法としての応用が考えられる。

【まとめ】

咀嚼筋EMGの周波数分析による顎機能診査法の臨床的応用を目的として、正常顎機能者に咬みしめを行わせEMGの導出・分析を行ったところ、以下のことがわかった。

1)累積周波数値は、咬合力の増加により低い値を示し、疲労によりさらに低域にシフトした。

2)累積周波数値と高・低周波数成分との相関を求めた結果、軽度の咬みしめ時は累積80%値と50%~80%値との相関が高く、最大咬みしめ時は累積50%値と20%~50%値との相関が高かった。

3)今回用いた周波数分析法は、顎機能診査法の一つとして臨床的に有用と思われる。

参考文献

- 1)Palla,S.and Ash,M.M.Jr. :
Power spectral analysis of the surface electromyogram of human jaw muscles during fatigue.
Arch Oral Biol ,26:547-553,1981
- 2)Palla,S.and Ash,M.M.Jr.:Effect of bite force on the power spectrum of the surface electromyogram of human jaw muscles.
Arch Oral Biol ,26:287-295,1981
- 3)前田照太, 他:咀嚼筋表面筋電図のパワースペクトルの変動要因について, 補綴誌, 24:322-328,1980.
- 4)Mittani,H.,et al.: On the power-spectra of the surface electromyograms of masticatory muscles.
J Osaka Dent Univ ,8:8-14,1974.
- 5)De Luca :Physiology and mathematics of myoelectric signals.IEEE Trans Biomed Eng 26,313-325,1979