



Title	咀嚼筋電図による咬合力推定システムの構築に関する検討 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	高橋, 奏多
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第14997号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85203
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	takahashi_sota_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（歯学） 氏名 高橋 奏 多

学 位 論 文 題 名

咀嚼筋筋電図による咬合力推定システムの構築に関する検討

キーワード 咀嚼筋筋電図, デンタルプレスケール, 咬合力の推定, 回帰式, 最大咬みしめ

咬合力の測定方法は、①人工歯冠内に荷重計を組み込み測定する方法、②超小型の荷重計を上下顎歯列間に挟み測定する方法、および③薄膜上の圧センサーを上下顎歯列間に挟み測定する方法の 3 種に大別される。上記の測定法はいずれも検査室内という限られた環境下でのみ測定可能なものであり、食事やブラキシズムなどの日常動作時の中で歯にどれくらいの咬合力が生じているかを簡便に測定することは現状では難しい。本研究では、そのような咬合力推定システムを構築するため、予め同時測定しておいた筋電図と咬合力の関係を利用して、別日に測定した筋電図データから咬合力を推定する場合、誤差がどの程度となるかを検討した。

対象は顎口腔系に異常を認めないボランティアの被験者計 17 名（21-30 歳、平均 24.6 歳）である。電極はディスポ電極 F ビトロード（日本光電工業株式会社）を使用した。測定機器には Power Lab 2/26 および 4/26 を使用した。電極貼付部皮膚に対してスキנקリーナー OA-426（フクダ電子株式会社）にて清掃、アルコール消毒を行い、両側咬筋、側頭筋、顎二腹筋前腹相当部に電極を貼付し、通法に従い表面電極にて筋電図を導出した。

最大随意咬みしめ（maximum voluntary clenching, MVC）までの 10 段階の力での咬みしめを行った。感圧咬合フィルム（GC 社デンタルプレスケール 50H: 以下プレスケールとする）を用いて咬合力を筋電図と同時に測定した。その他ガム咀嚼、グミ咬み潰しの際の筋電図も測定した。ガム咀嚼は 1 分間の自由咀嚼で

ガムを軟化してもらい、その後主咀嚼側による咀嚼を行った。グミ咬み潰しは主咀嚼側臼歯での咬み潰しを行った。測定は異日に 2 回行った。筋電図波形はデジタルフィルタにより平滑化 101 ポイント、絶対値化、ハイパスフィルタ 20Hz の処理を施し、手動でそれぞれの波形を抽出した。波形処理後、各種運動時の主咀嚼側咬筋最大振幅値(以下振幅)を抽出した。

主咀嚼側咬筋振幅と咬合力との間には一次線形的な関係が見られたので回帰式には 1 次式を採用した。2 日目の測定で得られた 10 段階の咬みしめ振幅を 1 日目の回帰式に代入して咬合力の推測値を求めた (N:補正なしの回帰式による推測値)。推定精度向上のため、各種補正条件を施行した。(A) MVC 振幅, (B) MVC 振幅/咬合力, (C) 主咀嚼側ガム咀嚼時の振幅, (D) グミの咬み潰しの振幅の 4 項目を両測定日に行い、1 日目と 2 日目の比率を算出し、その比率を使用して補正した咬合力推定を行った。プレスケールによる実測値 (T) と各推測値との差を求め、被験者毎の平均値を計算した (実験①)。2 回 (1 日目, 2 日目) の測定が終了した被験者のうち、7 名に対しては 3 回目 (3 日目) の測定を行った。1 回目の主咀嚼側咬筋電極を約 2 センチ後方にずらした位置に貼付して 3 回目の測定を行った (実験②)。

推定の演算を行った結果、1 日目の回帰式から 2 日目の咬みしめ時の咬合力がある程度の精度で推定する事が可能であった。推測値と実測値の誤差は補正なしのもので 17 人の平均約 124N (標準偏差 72.9) となった。補正なしと補正を行った推測値との間でウィルコクソンの符号付順位和検定を行った結果、いずれの群間でも有意差をみとめなかった。補正を行って推測しても、誤差が著しく少なくなるような傾向はみられなかった。主咀嚼側咬筋電極を後方にずらして測定し、咬合力の推測を行った場合では、補正なしの推測値と比較して、(A) MVC 振幅, (B) MVC 振幅/咬合力によって補正を行った推測値について対応のある t 検定を行うと誤差が有意に小さくなる結果となった。(C) 主咀嚼側ガム咀嚼時の振幅, (D) グミの咬み潰しの振幅による補正を行った推測値では有意差なしの結果となった。

筋電図検査で測定される波形に影響を与える因子はいくつかあり、同一被験者においても別日測定値間を評価する際には注意が必要である。電極やペーストの種類, 皮膚-電極間抵抗, 脂肪層の違い, 電極貼付位置, 電極間距離など様々な条件の影響を受けることが分かっている。また、測定日間の条件に差があった場合を想定し、筋電図波形を規格化できるよう、各種補正を検討した。最大咬みしめによる評価は筋電図データを取り扱うときに頻繁に行われるが、随意による最大咬みしめがどの程度再現性があるかは不明である。そこで、他の補正項目の候補としてガム咀嚼やグミの咬み潰しの項目を検討した。実験①で補正なしの推測値と各種補正を行った推測値との間での誤差に大きな変化が無かった。

実験①の結果より、測定条件を統一することができれば、測定で得られた振幅をそのまま回帰式に当てはめて、ある程度の精度で咬合力の推測を行えることが分かった。推定の誤差の平均は各補正で約 100~120N であった。今回の実験のように咬合力が推定できれば、実験室を離れた環境、日常動作の中でも簡便に咬合力の推測が可能となり、異日測定値間の筋電図データからでも咬合力の評価ができるようになる。日常の中での咬合力の実態をより詳しく把握できるようになると期待できる。また、測定日間の条件を変化させた状態での推測を検討するため、実験②を行った。電極貼付位置を変化させることにより、測定される筋電図波形は大きく変化した。これにより補正なしの推測値では実測値よりも咬合力が小さい値に計算され、誤差が大きくなった。補正なしの推測値では誤差は平均で約 186N であった。各種補正の中で A (最大咬みしめによる補正) と B (最大咬みしめとプレスールによる補正) では有意に誤差が減少した (A:P=.00730 B:=0.0236)。誤差の平均値は A で約 72N, B で約 90N 減少した。C (ガム咀嚼による補正), D (グミ咬み潰しによる補正) と補正なしの推測値間では有意差はみとめなかったが (C:P=0.282 D:P=0.202), 誤差の平均値は C で約 40N, D で約 63N 減少していた。

本研究から、最大咬みしめが安定している正常者では、異なる測定日間で電極の位置をほぼ咬筋中央に貼った場合は、特に補正を行わなくても、誤差約 100N で咬合力を推定することが可能であることが分かった。一方、最大咬みしめが安定している正常者でも、測定日間で電極の位置が大きく異なる場合には、各々の測定日の MVC 振幅、MVC 振幅/咬合力の比率によって補正することにより、推測値の誤差は大幅に少なくなることが明らかとなった。

今回の被験者では最大咬みしめが安定していたことにより A, B による補正が精度向上につながったと考えられるが、最大咬みしめが安定しないようなケースも想定できる。そのような場合には最大咬みしめによらない補正を検討することが必要である。推定の精度に影響を与える因子としては回帰式自体の精度も考慮しなければならない。今後は被験者数を増やしガム咀嚼、グミ咬み潰しによる補正の効果を検討することや最大咬みしめにばらつきがある人をどのように補正するかを課題としていく予定である。また、今回は一変数、一次式による回帰式を用いたが、多変数にすることや、咬みしめ強さのレベルにより複数の回帰式を用いるなど、回帰式自体の検討も行う予定である。