咀嚼筋の硬さに関する研究

第2報 下顎位の垂直的、水平的変化が咀嚼筋の 硬さに及ぼす影響について

The Stiffness of Masticatory Muscles

Part 2 : Influence of Vertical and Horizontal Jaw Positions on the Stiffness of Masticatory Muscles

高井清史 田中昌博 川添堯彬

Kiyoshi TAKAI, Masahiro TANAKA, Takayoshi KAWAZOE

大阪歯科大学歯科補綴第2講座

The 2nd Department of Prosthetic Dentistry, Osaka Dental University

緒言

術者の五感に頼った触診法は、客観性に乏しいながら得られる情報は多く、筋活動状態把握などの診査の一つとして今日頻繁に用いられている。

触診は、対象物に触れ、指を押し込み、その時の生体の反発力を感知して、対象物の硬さを判定している。また、筋は弛緩している時は軟らかく、収縮しているときは硬く触れることは一般に知られている。したがって、筋の硬さを定量化すれば、従来の触診を客観的に評価することができ咀嚼筋活動把握の一助となると考えられる。

工学においても絶対的硬度標準は存在せず、各測定試験機によって硬度が定義されているのが実情であり、従来から、生体における筋の硬さを *in situ* で測定した報告は少ない。

静的測定法として、高谷らは測定部位を圧迫し、そのときの力と変位を測定して硬さを定義した¹⁾。また、佐渡山は変位-荷重方式を用いて上腕二頭筋、大腿直筋を対象に収縮時硬さを静的に測定した^{2,3)}。動的測定法としては、塚原が機械インピーダンスを筋の硬さの尺度とした⁴⁾。

これらの中で変位-荷重方式は触診に近い形で硬さの測定法と考えられることから、演者らは、佐渡山らの方法をもとに、新たに筋硬さ計を開発し咀嚼筋の硬さの定量化を図り、咀嚼筋活動が筋の硬さに反映されていることを報告してきた^{5,6)}。

今回は、正常者を対象に、下顎位の変化が筋の硬さにどのように反映されているかを検索するために本実験を行った。

実験方法

被験者として、歯列にすべての第3大臼歯が存在せず、その他の欠損や補綴物のない健全有歯顎者で、既往歴および現症で顎口腔系に異常を認めない年齢25歳から29歳の男性5名、そして本学付属病院補綴科にて上下顎総義歯を作製し、自覚的にも他覚的にも機能上問題を有しない年齢60歳の女性1名と年齢65歳の男性1名を選んだ。

図1に今回の実験に用いた測定器の構造図を示す。本器の動作原理は、まず先端部分のフランジ状当接子を測定部に当て、本器全体を押しつけると、球状押圧子だけが測定部に圧入される。フランジ状当接子は、押圧子に対して相対的に後退した位置で測定部皮膚面に密接する。この当接子の相対的変位量、すなわち圧入変位量を一定にした時に、球状押圧子にかかる荷重量を硬さと定義した。

図1 測定装置の構造

下顎位を後退位から、前方へ5 mmまで1 mmごとに移動させ、顎位保持と最大随意収縮を行わせた結果を図6～9に示した。それぞれ習慣的閉口位での硬さの値を1.0として、各顎位での値の比を求め、被験者5名の平均値と標準偏差で表した。正常有歯顎者において、各下顎位で、顎位保持を行わせた場合には、硬さに大きな変化は認められなかった。しかしながら、最大随意収縮を行わせると、習慣的閉口位において、筋の硬さが最も硬くなる傾向を認めた。この傾向は、習慣的開閉路上で咬合高径を変化させても同様であった。被験者固有の歯のガイドにより移動させた場合は、中心咬合位からわずかに偏位しただけで急激に硬さは低下した。シーネを介在させた場合でも、習慣的閉口位から偏位するにつれて硬さが低下する傾向は認めるものの、その低下の程度が緩やかであった。特に、シーネを介在させ挙上量が4, 6 mmの場合には、前方へ5 mmまで移動させた場合の硬さの低下が小さいのが認められた。

総義歯使用者で、習慣の閉口位から前方へ 3 mm, 1 mm ごとに移動させ、顎位保持と最大随意収縮を行わせた結果を図 10, 11 に示す。なお、両被験者も後退位と習慣の閉口位とは一致していた。正常有歯顎者と同様に、前方運動に伴って、硬さが漸次低下するのが認められた。

上下顎総義歯使用者（顎位保持）

図 10 下顎前方移動時の筋の硬さの変化
(上下顎総義歯使用者の平均値と標準偏差)

上下顎総義歯使用者（最大随意収縮）

図 11 下顎前方移動時の筋の硬さの変化

3. 下顎の側方移動

下顎位を習慣的閉口位から、左右へ5 mm まで1 mm ごとに移動させ、顎位保持と最大随意収縮を行わせた結果を図12～15に示した。

正常有歯顎者では、いずれの咬合挙上顎位でも、習慣的閉口位において最も筋の硬さが大きい傾向が認められた。被験者固有の歯のガイドにより習慣的閉口位から左右側方にわずかに移動させただけで急激に硬さは低下した。また、シーネを介在させた場合は側方への移動とともに硬さが低下する傾向は同様であるが、その程度は緩やかであるのが認められた。さらに、咬合挙上量が4, 6 mm の場合は側方へ5 mm まで移動させた場合の硬さの低下傾向が緩やかであるのが認められた。

咬筋（顎位保持）

図 12 下顎側方移動時の筋の硬さの変化
(正常有歯顎者の平均値と標準偏差)

咬筋（最大随意収縮）

図 13 下顎側方移動時の筋の硬さの変化

側頭筋前部（顎位保持）

図 14 下顎側方移動時の筋の硬さの変化

側頭筋前部（最大随意収縮）

図 15 下顎側方移動時の筋の硬さの変化

総義歯使用者では、現在使用中の義歯の咬合高径において、左右側方に1 mmごとに3 mmまで移動させて、顎位保持と最大随意収縮を行わせた結果を図16、17に示す。

習慣的閉口位の値を1.0として各下顎位の値の比を求め、被験者2名の平均値と標準偏差を示してある。側方移動に伴って漸次硬さが低下するのが認められた。この傾向は咬筋において著明に認められた。

図16 下顎側方移動時の筋の硬さの変化
(上下顎総義歯使用者の平均値と標準偏差)

図17 下顎側方移動時の筋の硬さの変化

考 察

咀嚼筋の活動性を把握する客観的な手段として、電気的には筋電図法が用いられ、機械的には咬合力の測定が行われてきた。しかしながら、再現性や測定の複雑さなど種々の問題点があり、臨床应用到十分活用されているとは言い難い。

この硬さ計を用いることにより、口腔内に何ら測定装置を介在させることなく、非侵襲的に筋の活動性を簡便に把握できる。したがって、歯科診療の場において筋活動の客観的評価への応用が可能である。

1. 咬合高径の変化について

正常有歯顎者、総義歯使用者いずれにおいても、各下顎位で顎位保持を行わせた場合、筋の硬さの変化はほとんど認められなかった。しかし、最大随意収縮を行わずと、正常有歯顎者では、下顎位が1 mm挙上されると咬筋において中心咬合位での硬さより、わずかに硬さが上昇した。さらに、2, 4, 6 mmと挙上量が増加しても1 mm挙上時の硬さと大きな変化は認められなかった。一方、総義歯使用者では、中心咬合位（咬頭底合位）における硬さの絶対値は、有歯顎者に比べ小さい値を示した。これは性差や、年齢的な違いも考えられ、一概に有歯顎者と無歯顎者の比較はできない。⁷⁾

津留(1959)は、総義歯使用者において、基準義歯より、低位の義歯では、最大咬合力は低下すると報告している。長谷川(1964)は顎間距離が中心咬合位（咬頭底合位）より減少する場合は、最大咬合力および筋作業量が減少し、数mm開口した位置で最大値を示すと報告している。今回の実験の結果でも、低位咬合位に、咬筋において明らかに硬さが低下するのが認められた。また、咬合高径を高位にした場合は、有歯顎者、無歯顎者ともに筋の硬さは上昇し、長谷川(1964)の報告と一致した。以上の結果から、低位咬合では咀嚼筋の活動が発揮されにくく、わずかに開口した下顎位において筋の活動性が高まることが示唆された。

2. 水平的移動について

a) 前方移動について

正常有歯顎者においては、下顎位を中心咬合位からわずかに移動させただけで、咬筋、側頭筋前部ともに中心咬合位での硬さの40%にまで急激に低下し、筋電図から検討したMøller(1966)⁹⁾、河野(1982)¹⁰⁾の報告とよく一致している。しかし、この傾向について上下顎歯列間に全歯列支持のレジンスーネを介在させて前方クリステンゼン現象を除外した場合を、スーネなしの場合と比較してみると、前者での前方移動時の硬さの低下傾向は緩やかであり、1 mm前後移動させた場合、中心咬合位の硬さと比較して80~90%の硬さを保っており、スーネを介在させない場合の約2倍の硬さを認めた。また、移動に伴う硬

結果

1. 咬合高径の変化

レジシーネを用いて下顎を習慣的開閉路上で1, 2, 4, 6 mm 挙上し、各々の下顎位で顎位保持と最大随意収縮を行わせ、その結果を図2, 3に示した。中心咬合位での硬さの値を1.0として、各下顎位での値の比を求め、5名の平均値と標準偏差で表した。

正常有歯顎者において、各咬合高径の下顎位で顎位保持を行わせた場合は、各被験者ともに両筋の硬さの変化はほとんど認められない。しかしながら、最大随意収縮を行わせると、咬筋において、1 mm 挙上した下顎位においてわずかに硬さの上昇を認め、中心咬合位における硬さよりも硬い傾向がいずれの被験者においても認められた。しかし、側頭筋前部においては、この傾向は認められなかった。

顎位保持

図2 咬合挙上時の筋の硬さの変化
(正常有歯顎者の平均値と標準偏差)

最大随意収縮

図3 咬合挙上時の筋の硬さの変化

上下顎総義歯使用者では、現在使用中の義歯の咬合高径を基準位 (h) として、高位 3 mm, 低位 3 mm の咬合高径の変化を与えて、顎位保持と最大随意収縮を行わせた。その結果を図4, 5に示した。基準位 (h) での硬さを1.0として、各顎位での値の比を求め、被験者2名の平均値と標準偏差を表した。顎位保持時に、咬合高径の変化の影響は、特に認められなかった。しかし、最大随意収縮を行わずと、基準位 (h) より高位の場合、わずかに硬さは上昇し、低位の場合に硬さは著明に低下した。この傾向は特に咬筋において著明であった。

上下顎総義歯使用者 (顎位保持)

図4 咬合高径と筋の硬さの変化
(上下顎総義歯使用者の平均値と標準偏差)

上下顎総義歯使用者 (最大随意収縮)

図5 咬合高径と筋の硬さの変化

さの漸次減少の傾向はシーネの有無を問わず認められた。一方、総義歯使用者においても同様に、習慣的閉口位において最も筋の硬さが大きく、前方移動に伴って硬さは漸次低下した。下顎を垂直的、水平的に移動させ、その下顎位を保持させるだけでは、有歯顎者同様、筋の硬さに変化は認められなかった。

b)側方移動について

正常有歯顎者では、側方移動においても中心咬合位からわずかに移動しただけで、咬筋、側頭筋前部ともに中心咬合位での硬さの60%前後まで低下した。しかし、この傾向も前方運動時と同様に全歯列支持のレジンシーネを上下顎間に介在させて、側方クリステンゼン現象を除外した場合を、シーネなしの場合と比較してみると、前者での側方移動時の硬さの低下傾向は緩やかであり、1mm前後移動させた場合、中心咬合位での硬さの80%前後の硬さを示している。また、移動に伴う硬さの漸次減少の傾向はシーネの有無を問わず同様に認められた。

総義歯使用者では、有歯顎者とはほぼ同様に習慣的閉口位において最も硬さが大きく、側方移動に伴って、漸次硬さは低下した。

正常有歯顎者では、前方運動、側方運動ともに、シーネを介さない場合は被験者固有の歯のガイドにより下顎が移動しており、この時の急激な硬さの低下傾向は、移動側の上下顎歯の咬頭斜面のみが直接に接触しあう状態で咬合し、不安定な状態であるためと考えられる。負担する歯の咬頭傾斜や、上下顎歯の咬合接触点、接触部、および自己防御作用の影響を受けることが考えられる。一方、シーネを介在させた場合において、水平移動時に、挙上量の増加とともに移動に伴う硬さの低下傾向が緩やかになるのが認められるが、これは、挙上につれて、力の作用線方向が筋の長軸方向と並行に近づくためではないかと考えられる。

以上の前後的、側方的な下顎移動をさせた結果をまとめると、最大随意収縮を行わせた時に下顎位の移動による硬さの変化が認められ、水平的に、習慣的開閉路上が最も筋の硬さが大きくなる位置であることが分かった。

考 察

1. 下顎を三次元的に移動させても、顎位保持を行っただけでは硬さに変化は認められなかった。
2. 最大随意収縮を行わせると、下顎位の垂直的な変化において、有歯顎者、無歯顎者ともに、咬合挙上すると咬筋の硬さはわずかに上昇した。無歯顎者における低位咬合時では、咬筋において著明に硬さが低下した。
3. 水平的な下顎位変化においては、有歯顎者ならびに無歯顎者いずれにおいても、最大随意収縮時に、習慣的閉口位において最も筋の硬さが大きかった。

本研究の一部は文部省科学研究費補助金(課題番号61480412)によるものである。

文 献

- 1) 高谷 治, 赤塚孝雄: 生体の硬さの臨床的測定法, 計測と制御, 14: 281~292, 1975.
- 2) 佐渡山亜兵: 等尺性収縮における筋の硬さ測定について, 製科研報告, 81: 37~41, 1977.
- 3) 佐渡山亜兵, 宮埜寿夫: 筋肉の収縮特性を利用した筋硬度センサ, メカトロニクス, 6: 47~47, 1981.
- 4) 塚原 進: 筋コンプライアンス計, 医用電子と生体工学, 1: 233~235, 1963.
- 5) 田中昌博, 川添堯彬: 咀嚼筋の硬さに関する研究 第1報 測定システムならびに正常顎機能者咬筋の収縮時硬さについて, 補綴誌, 28: 486~490, 1984.
- 6) 高井清史: 筋の硬さからみた下顎位と咀嚼筋活動の様相について, 補綴誌, 31 (掲載予定)
- 7) 津留宏道: 義歯機能に関する生理学的研究 (1) 咬合の高さと義歯機能との関係, 補綴誌, 8: 482~496, 1959.
- 8) 長谷川誠: 咀嚼筋作業能に関する補綴学的研究, 歯科学報, 64: 106~147, 1964.
- 9) Møller, E: The chewing apparatus, Acta physiol scand, 69: suppl, 280, 1966.
- 10) 河野正司, 坂東永一, 田中伐平, 他: 咀嚼筋の筋活動を指標とした咬合位の推定, 補綴誌, 26: 175~190, 1982.