

氏名・(本籍)	笠 嶋 茂 樹 (北海道)
学位の種類	博 士 (歯学)
学位記番号	甲 第44号
学位授与の日付	平成9年3月21日
学位授与の要旨	学位規則第5条1項該当 (課程博士)
学位論文題目	咀嚼筋と四肢筋の疲労とその回復に関する研究
論文審査委員	主 査 教 授 平 井 敏 博 副 査 教 授 坂 口 邦 彦 副 査 助 教 授 太 田 勲

論 文 内 容 の 要 旨

I. 目 的

顎機能の診査・診断において、咀嚼筋筋電図(EMG)を用いて、筋疲労を評価する方法が報告されている。すなわち、「いわゆる顎関節症」患者においては、咬みしめを行わせることによって筋に疲労が発現し、EMGパワースペクトルが低域へシフトすることから、正常者におけるその時間的推移と顎機能障害患者のそれと比較し、顎機能診断の一助とする方法である。しかし、咀嚼筋の筋疲労を顎機能診断のパラメータとするためには、筋疲労の発現部位や原因など、解明されなければならない点が多い。そこで、本研究では、咀嚼筋の疲労特性を明らかにすることを目的として、咀嚼筋と四肢筋を被験筋とし、随意最大等尺性収縮を持続的に行わせた時の筋活動と筋力を記録し、疲労過程およびその回復過程における筋活動電位および最大発揮筋力の経時的な変化を観察した。

II. 方 法

被験者は、身体および顎口腔系に自覚的、他覚的な機能障害を認めない5名(平均年齢 27.4歳)であり、各被験者に対して、①肘関節が90°になるように上腕および前腕を固定した状態で、意識的な最大屈曲運動を、②膝関節が、90°になるように大腿および下腿を固定した状態で、意識的な最大伸展運動を、③安頭台により頭部を支持した状態で、咬頭嵌合位における意識的な最大咬みしめを行わせ、主動筋(両側咬筋、側頭筋前部、上腕二頭筋、大腿直筋)の筋活動と発揮筋力を測定した。なお、記録の採取は、疲労過程およびその回復過程について行った。まず、コントロールとして、実験開始時に5秒

間の各々の運動を行わせ、1回目の記録を採取した(Cont)。この10秒後に30秒間の各々の運動を行わせ、その10秒後に5秒間の各々の運動を行わせ、2回目の記録を採取した(F1)。さらに、同様の過程で、3回目(F2)、4回目(F3)の記録を採取した。その後、10秒経過後(R1)、30秒経過後(R2)、1分経過後(R3)、3分経過後(R4)、5分経過後(R5)に、5秒間の各々の運動を行わせ、記録を採取した。F1~F3は随意最大等尺性収縮運動により疲労が発現して行く過程であり、R1~R5は疲労が回復して行く過程である。

筋電図の導出は、通法に従い、双極誘導により行った。各被験筋の活動電位の収録には、マルチテレメータシステムを用いて、高域遮断周波数1kHz、時定数0.03秒とし、テータ・レコーダにテープスピード9.52cm毎秒にて収録した。なお、筋電図記録の分析は、テータ・レコーダに収録した各測定アナログデータをA/Dコンバータを介してパーソナルコンピュータに入力し、多目的ダイナミックデータ処理・解析システムであるSPIRASと専用ソフトウェアを用いて行った。また、筋活動の分析には、筋線維の活性レベルを評価する指標として筋電図積分値を、運動単位の参画様相を評価する指標としてピーク周波数、Overall値を用いた。なお、ピーク周波数とは、パワースペクトル関数が最大となる周波数である。さらに、筋活動電位を機械的仕事に変換する効率を評価する指標として「筋力/筋電図積分値(筋活動量)比」を用いた。また、咬合力の記録・分析には、咬合力診断フィルム(Dental prescale50Hタイプ)と咬合力が測定システム(オクルーサー)を用いた。また、肘関節屈曲筋力と膝関節伸展筋力の測定には、ロードセルとウェイン

グ・インジケータからなる装置を用い、データ・レコーダに筋活動電位と同時に収録した。

III. 結果および考察

咬合力、肘関節屈曲筋力、膝関節伸展筋力の疲労過程、回復過程における各測定時の値を、実験開始時 (Cont) のそれを100%とした相対値と比較したところ、疲労過程 (F1～F3) におけるすべての筋の発揮筋力は、実験開始時 (Cont) に比して、低下していた。また、回復過程 (R1～R5) における相対値は、すべての筋においてF3のそれよりも高い値を示した。なお、R1, R2, R3において、咬合力の相対値は、肘関節屈曲筋力および膝関節伸展筋力のそれよりも有意に高い値を示した。さらに、R5における咬合力は実験開始時 (Cont) の値とほぼ同じであったが、肘関節屈曲筋力および膝関節伸展筋力では、実験開始時 (Cont) の約85～90%であった。すなわち、咬筋、側頭筋により発揮される咬合力は、上腕二頭筋、大腿直筋により発揮される肘関節屈曲筋力および膝関節伸展筋力に比較して、その回復は速やかであった。

筋活動量の変化を相対値により検討した結果、疲労過程における咬筋、側頭筋の筋活動量は漸次減少する傾向が認められた。なお、上腕二頭筋、大腿直筋においては、疲労に伴う顕著な傾向は認められなかった。また、回復過程における咬筋、側頭筋の筋活動量は漸次上昇し、実験開始時 (Cont) の値に回復する傾向が認められた。

ピーク周波数の変化を相対値により検討した結果、全ての筋について、疲労過程における低周波帯域へのシフトと回復過程における高周波帯域へのシフトが認められた。

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

顎口腔系機能は、咬合、咀嚼筋、顎関節の3要素と、これらを統合する中枢神経系の調和のもとに営まれている。この概念は機能的咬合系とよばれ、いわゆる顎関節症患者に対しては、これらの各要素に対する種々の診査の後、総合的な検査結果から診断が下される。通常、いわゆる顎関節症患者に見られる咀嚼筋の異常の原因は、臨床的には、咬合異常やブラキシズムであるとされており、これらには筋疲労が関連することが報告されているが、咀嚼筋は筋自体の特殊性や支配神経の走行部位などの点から、疲労様相に関しては不明な点が多い。

そこで、本研究では、咬筋および側頭筋の疲労特性を明らかにすることを目的として、上腕二頭筋、大腿直筋を対照として、同一被験者に対し同一条件で随意最大等尺性収縮を行わせた時の疲労過程およびその回復過程に

Overall値の変化を相対値により検討した結果、上腕二頭筋を除く全ての被験筋において疲労過程における減少傾向と、回復過程における増加傾向が認められた。

以上の結果から、発揮筋力と筋活動量の両者の変化を同時に評価する「筋力/筋活動量比」、すなわち、筋活動電位を機械的仕事に変換する効率を筋疲労評価のパラメータとすることが有効であると考えた。なお、筋力/筋活動量比の変化を相対値により検討した結果、疲労過程においては、咬筋、側頭筋では増加傾向が認められたのに対し、上腕二頭筋、大腿直筋においては、減少傾向が認められた。また、咬筋、側頭筋、大腿直筋、上腕二頭筋の順に耐疲労性が高いことが示された。

本研究により、咬合力、膝関節伸展筋力、上腕屈曲筋力を発揮させる筋が、この順に耐疲労性が高く、筋線維の構成の違いが疲労に伴う筋力の変化に関連していると考えられた。また、上腕二頭筋は、疲労に伴う変化が大きい速筋主体の筋であり、筋力の低下を補うために運動単位の活動状態が変化しているにも拘らず、運動単位の作業能力が低下していると考えられる。一方、大腿直筋は、遅筋線維を多く含む筋であり、筋力を補うための、運動単位の活動状況の変化は上腕二頭筋と同様であるが運動単位の作業能力が低下しにくい遅筋が主体なために疲労に伴う筋力の低下の発現が遅く、その程度も少ないと考えられた。これに対し、咀嚼筋では、筋活動量の増加は認められておらず、また、筋力の低下も上腕二頭筋、大腿直筋に比較して著明ではなく、腱により細分化されていること、筋線維も耐疲労性を有することが報告されており、これらの構造的な特徴が四肢筋と異なる疲労特性を有する要因と考えられる。

における最大発揮筋力および筋活動電位の経時的な変化を分析した。なお、筋活動電位は、筋電図積分値による運動単位の活動状況の分析、周波数分析による運動単位の参画様相の分析を行い、各筋を比較、検討した。さらに、筋力・筋活動量比の分析を行い、筋活動電位を機械的仕事に変換する効率について分析した。

本研究において、申請者はまず、対照とした4筋において、疲労の定義にもとづく運動負荷による一過性の作業能力の低下と、疲労過程における低周波帯域へのシフトと回復過程における高周波帯域へのシフト傾向を確認した。また、咀嚼筋における疲労の発現は上腕二頭筋、大腿直筋のそれよりも遅く、回復は速いことを確認し、咀嚼筋は上腕二頭筋、大腿直筋に比して、耐疲労性に優れていることを明らかにした。さらに、咀嚼筋は大腿直

筋, 上腕二頭筋に比して, 筋活動電位を機械的仕事に変換する効率が高いことを確認し, 大腿直筋と上腕二頭筋は筋活動量を増加させることによって筋の運動単位を数的に増加させ, 疲労による機能低下を補完しているために短時間に運動単位全体が疲労し, 持久的運動が困難となること, 一方, 咬筋と側頭筋は, 筋活動の周波数成分

を低周波帯域に変化させることにより, 筋活動を維持し, 持久的な運動が可能となるものと推測している。

本研究によって得られたこれらの結果は歯科補綴学ならびに関連諸学科の進歩発展に寄与するところが大きく, 審査の結果, 本論文は学位授与に値すると判定した。

氏名・(本籍)	北 所 恵 (北海道)
学位の種類	博 士 (歯学)
学位記番号	甲 第45号
学位授与の日付	平成9年3月21日
学位授与の要旨	学位規則第5条1項該当 (課程博士)
学位論文題目	ヒト乳歯歯根吸収過程の組織細胞学・組織細胞化学的研究
論文審査委員	主 査 教 授 矢 嶋 俊 彦 副 査 教 授 武 田 正 子 副 査 教 授 五十嵐 清 治

論 文 内 容 の 要 旨

1. 緒 言

乳歯の生理的脱落は, 主に多核巨細胞である破歯細胞による歯根吸収と歯冠象牙質吸収によってもたらされる。この吸収過程は, 活発な吸収が行われている吸収期, 基質の新生・添加がなされる修復期, その移行・転換期である休止期が繰り返され, 間欠的に進行することが既に報告されている。

吸収面に存在する吸収組織には, 破歯細胞, その前駆細胞と多数の間葉系細胞が存在する。破歯細胞は形態的, 機能的に破骨細胞に類似し, 石灰化セメント質・象牙質の吸収も破骨細胞による骨吸収と同様な機序によって起きると考えられている。また, 破骨細胞の機能調節・制御は直接作用する因子と共に, 骨芽細胞などを介した間接作用によることが明らかにされている。しかし, 乳歯歯根吸収とそれに伴う象牙質吸収過程において, 非石灰化象牙質前質の吸収機序, 修復期におけるセメント質様組織の添加や破歯細胞の機能調節・制御機構は明らかにされていない。

そこで, ヒト乳歯の歯髄側象牙質の生理的吸収過程を

光学顕微鏡 (光顕), 共焦点レーザースキャン顕微鏡 (CLSM), 走査型電子顕微鏡 (走査電顕) と透過型電子顕微鏡 (透過電顕) を用いて組織細胞学・組織細胞化学的に検索した。

2. 材料と方法

材料には, 吸収が歯根長の1/2以上に達し, 歯髄側象牙質にまで進行した歯根吸収中期の6~12歳の小児乳切歯, 乳犬歯を用いた。浸潤麻酔下で抜歯し, 直ちに4%パラホルムアルデヒド, または, 2%パラホルムアルデヒド-2%クルタールアルデヒド混合固定液で浸漬固定後, 2群に分けた。

第1群は, 試料を唇舌的に半切し, 一方は非脱灰研磨標本を作成し, 顕微X線像 (CMR) を撮影後, 光顕で観察した。他方は10%EDTAで脱灰後, 走査電顕と透過電顕で観察した。第2群は, 脱灰後, マイクロスライサーで厚切り切片とし, 破歯細胞のマーカー酵素である酒石酸耐性酸性ホスファターゼ (TRAPase) 活性と基質形成系細胞のマーカー酵素であるアルカリ性ホスファターゼ (ALPase) 活性を組織細胞化学的に検出し, 光顕と