

令和元年6月23日現在

機関番号：34408

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K17199

研究課題名(和文) 正確度(Accuracy)と精度(Precision)に着目した咬合高径決定法

研究課題名(英文) A physiological method to determine the vertical dimension of occlusion based on accuracy and precision of isometric contraction of masseter muscles

研究代表者

田中 佑人(TANAKA, Yuto)

大阪歯科大学・歯学部附属病院・助教

研究者番号：10711038

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、必要な力を的確なタイミングで発揮する能力すなわち巧緻性調節能力に着目し、咬合力の正確度(Accuracy)と精度(Precision)を評価することで顎間関係を生理学的に決定する方法を開発することを目的として研究を行った。被験者は、様々な顎間関係条件において、画面上に映し出されるターゲットフォースを狙って、自身の咬合力を調節する。ターゲットフォースと、発揮された咬合力とのずれを正確度(Accuracy)とし、発揮された咬合力の安定性を精度(Precision)とし、巧緻性のパラメータとして選択した。そして両パラメータと顎間距離との関係を検討し、顎間距離との関係を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

時々刻々と変化する状況の中での確な機能運動を遂行するためには、従来着目されていた最大力の発揮というよりも、必要な力を的確なタイミングで発揮する能力すなわち巧緻性調節能力に着目することが重要だと考えている。また、臨床的に広く使用されている器具を多く使用するので、安価でありながら安全性が高い。本研究により、運動生理学的根拠に基づき、かつ広く普及できる顎間関係の記録法を提供できる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Previous studies focused on the “power element” of jaw closing muscles, when it comes to the vertical dimension of occlusion (VDO), however, the “manipulative element” of the isometric contraction of the muscles has not been considered. We believe that the VDO should be determined by physiological aspects, therefore, we examined the effects of altering VDO in edentulous subjects on accuracy and precision of the isometric contraction of masseter muscles. With an increased VDO, the activity of masseter muscles kept the target force level less precisely and accurately compared to the original VDO. Similarly, with a decreased VDO, the activity of masseter muscles also kept the target force level less precisely and accurately compared to the original VDO. Thus, the edentulous subjects displayed an impairment of the estimation presumably due to the distraction of the sensory information from the muscle spindle of jaw-closing muscle caused by altering the VDO.

研究分野：補綴歯科学

キーワード：咬合高径

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

無歯顎者や咬合支持を喪失した有歯顎者に対して、歯科医師によって新たな顎間関係が決定されるが、その際、顎間関係は静的なもしくは解剖学的な指標から決定されることが多く、その運動生理学的根拠が検証されることは少なかった。しかし、その顎間関係において咀嚼や嚥下、発音などの機能運動が遂行されているという動的な側面を考慮すると、顎間関係は神経筋調節機構を考慮した運動生理学的根拠に基づいて決定されるべきだと考えられる。顎間関係の客観的な記録法についての研究は過去にいくつか行われているが、いずれの方法も、運動生理学的根拠は検証されておらず、また、その妥当性・再現性を検証した研究は少ない。例えば、Niswonger らはヒトを対象として開・閉口筋が平衡状態にある時の下顎位を下顎安静位とし、計測値から 3 mm 差し引いた値を至適の垂直的顎間関係とする方法（安静空隙利用法）を提案した。しかし、Woda らによれば、この方法は、下顎骨体の重量と咀嚼筋の弾性とが平衡状態にあるに過ぎないため運動生理学的手法とは言えないと指摘されており、さらに個人内・個人間変動が大きいと、妥当性・再現性を得るためにはある程度の熟練度を要すると指摘されている。こうした背景を受け、筋の長さセンサである筋紡錘に着目し、以下の 2 段階にわたって顎間距離の生理学的意義を検証した。

- (1) 筋紡錘により構成される反射回路が、咀嚼筋随意運動の調節に関与することを明らかにした。これは、少なくとも咀嚼筋においては、筋紡錘が反射運動だけではなく随意運動の調節にも関与していることを明らかにした、運動生理学的に極めて重要な発見であった。
- (2) 垂直的顎間距離の変化が噛みしめ運動の調節機構に及ぼす影響を明らかにするために、1 の研究で使用した機器を使用して、ヒト被験者の垂直的顎間距離を変化させた時の、開口方向の単調増加負荷に対する咬筋随意性等尺性収縮活動を調べた。その結果、顎間関係が不適切である時、筋紡錘は負荷増加を正しく評価できず、過剰な咬合力を発揮してしまう可能性が示唆された。つまり、筋紡錘により構成される反射回路は、筋の長さを変えることで変調する可能性が示唆された。

以上の先行研究から、筋紡錘は、随意性運動の調節機構の主体を成し、その調節機構は、顎間距離の変化に応じて変調することが分かった。一方、咀嚼や嚥下、発音などの機能運動を円滑に遂行するためには、必要な力を的確なタイミングで発揮する能力すなわち巧緻性調節能力が必要とされるが、顎間距離を変化させることでその巧緻性調節能力が変調するかどうかはまだ検証されていない。

2. 研究の目的

顎間関係の決定は、咬合のリハビリテーションを計画する上で最も重要なステップの一つであるにもかかわらず、静的なあるいは解剖学的な指標のみから決定されることが多い。決定された顎間関係において咀嚼や嚥下、発音などの機能運動が遂行されているという動的な側面を考慮すると、顎間関係は神経筋調節機構に基づいて決定されるべきだと考えられる。本研究では、必要な力を的確なタイミングで発揮する能力すなわち巧緻性調節能力に着目し、咬合力の正確度 (Accuracy) と精度 (Precision) を評価することで顎間関係を生理学的に決定する方法を開発することを目的とする。

3. 研究の方法

安静時空隙利用法(Niswonger)を利用して咬合高径を決定した上下全部床義歯を製作し、良好な経過を得ている無歯顎者9名を選択した。被験者の咬合高径を変化させるために、小型シリンダー状圧力センサ安静時空隙利用法で決定された高径、そこから高い高径、低い高径を設定した。被験者には、様々な顎間関係条件において、画面上に映し出されるターゲットフォースを狙って、自身の咬合力を調節するよう指示した。ターゲットフォースと、発揮された咬合力とのずれを正確度(Accuracy)とし、発揮された咬合力の安定性を精度(Precision)とし、両パラメータと顎間距離との関係性を評価した。その結果、適正な咬合高径の条件では、咬合高径を変化させた条件と比較して、有意に高い正確度と精度が認められた。以上の結果から、あるターゲットフォースに対して咬合力を発揮させた場合に、有意に優れた精度、正確度となるのは、至適な咬合高径においてのみであると考えられる。従って、この関係性を利用すれば、咬合高径を機能的に決定することが可能であると考えられる。

次年度には、以下の計画で脱負荷反射に関する研究を行った。閉口筋等尺性収縮運動の調節に筋・腱紡錘反射が重要な役割を担うことは明らかにされてきたが、食品破碎前に行われる食品の位置付けに必要な弱い力の調節、食品破碎時に必要な強い力の調節、そして食品破碎後即座に力を消失させる脱負荷反射の何れの段階に関わっているかは不明である。また、閉口筋は全身平衡等について他の筋との関連が注目されているが、閉口筋以外の筋の筋・腱紡錘反射の変調が閉口筋等尺性収縮運動の調節に遠隔的に関与するか否かも不明である。そこで本研究は、上記問題を調べることを目的に実験を行った。15名の若年健常有歯顎被験者に、ピーナッツを上下前歯で3秒間程度最小限の力で挟みそれを保持し、その後それを咬み切るよう指示した。歯が食品に触れた時(Initial相)の咬合力の増加速度と最大値、保持している間(Hold相)の咬合力の平均値、咬み切る時(Split相)の咬合力の増加速度と最大値、咬み切った後(Post相)に持続して検出される咬合力をフォーストランスデューサで測定し、咬筋、側頭筋、胸鎖乳突筋、大腿四頭筋に80Hzの振動刺激を与えた条件と、振動刺激無しの5条件間で比較した。

4. 研究成果

(1) 適正な咬合高径の条件では、咬合高径を変化させた条件と比較して、有意に高い正確度と精度が認められた。また、Bland-Altman分析によって、術者内信頼性と術者間信頼性を明らかにした。以上の結果から、あるターゲットフォースに対して咬合力を発揮させた場合に、有意に優れた精度、正確度となるのは、至適な咬合高径においてのみであると考えられる。咬合挙上時すなわち閉口筋が伸展されている時、負荷増加に対して過大評価をしてしまい、必要以上に速く強い応答を引き起こしたことが示唆された。これは、咬合挙上により閉口筋が伸展され、その結果筋紡錘が持続的に活性化され、筋紡錘 歯根膜情報の較正曲線が右側にシフトしたため生じたものと考えられる。また、咬合高径を低下させた時、閉口筋がわずかに持続的収縮状態にあるために閉口筋筋紡錘がすでに活性化されていると考えられ、そのために負荷増加が与えられるや否や伸張反射様の反応が生じたと考えられる。これらのことから、筋紡錘の働きとその時の歯根膜感覚を主とした噛み応えの感覚との間にある関係は、咬頭嵌合位においてのみ存在すると考えられる。

(2) Initial相における咬合力の最大値と増加速度は、刺激無し条件と比較して、咬筋と側頭筋刺激時に、有意に増加した(図1)。Hold相における咬合力の平均値は、振動無し条件と比

較して、咬筋刺激時に有意に増加した(図2)。Split相における咬合力の増加速度は、振動無し条件と比較して、咬筋と側頭筋刺激時に有意に増加した(図3)。Post相における食品咬み切り終了後に持続的に発揮された咬合力は、振動無し条件と比較して、咬筋と側頭筋刺激時に有意に増加した(図4)。胸鎖乳突筋、大腿四頭筋刺激条件では、有意な変化を認める項目は無かった。

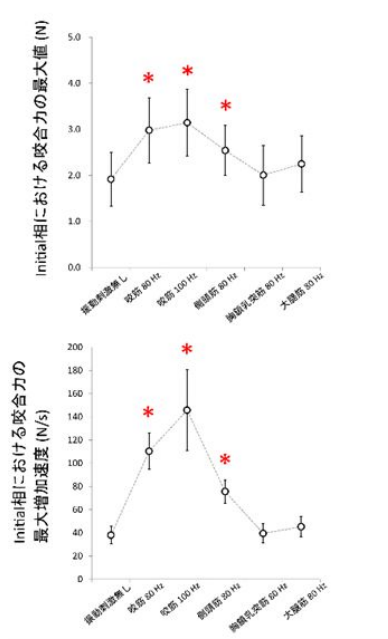


図1：Initial相における咬合力の最大値と増加速度

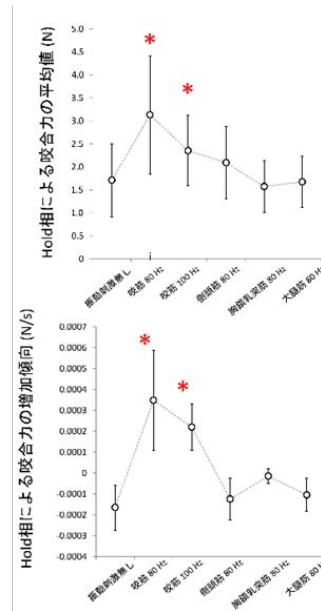


図2：Hold相における咬合力の平均値と増加速度

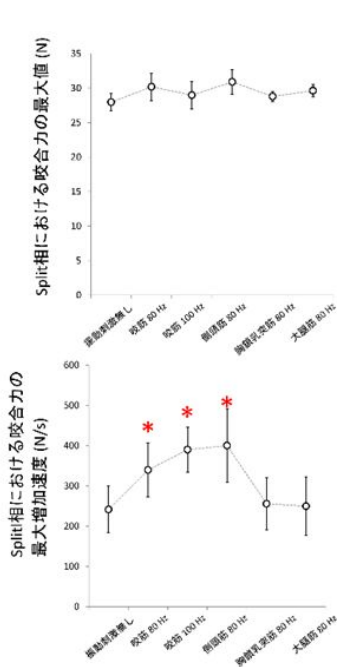


図3：Split相における咬合力の最大値と増加速度

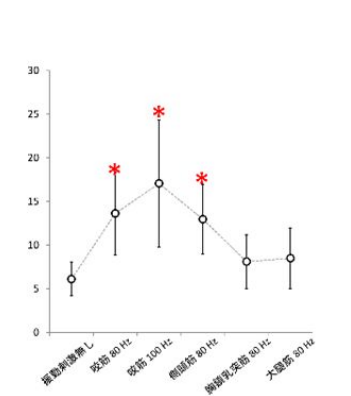


図4：Post相における咬合力の最大値

以上の結果より、咬筋と側頭筋の筋・腱紡錘反射は、弱い力と強い力、脱負荷の調節に関与していると考えられる。ただし、咬筋刺激時の Hold 相の咬合力の平均値は振動無し条件と比較して増加したにもかかわらず、側頭筋刺激時には同様の变化を認めなかったことから、側頭筋の筋・腱紡錘反射は閉口筋等尺性収縮運動のトリガーもしくは速度の調節に関与していることが考えられ、一方、咬筋においてはそれらに加えて力の維持にも関与している可能性がある。また、食品破砕時の閉口筋等尺性収縮運動の調節には、胸鎖乳突筋と大腿四頭筋からの促通は存在しないか、かなり小さいことが示唆される。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

Kumar A, Tanaka Y, Takahashi K, Grigoriadis A, Wiesinger B, Svensson P, Trulsson M. Vibratory stimulus to the masseter muscle impairs the oral fine motor control during biting tasks. J Prosthodont Res. in press 査読有

〔学会発表〕(計1件)

田中 佑人, 前田 芳信, 中嶋 正博 . 筋・腱紡錘反射の変調が食品の破砕と脱負荷反射に及ぼす影響 第28回日本スポーツ歯科医学会学術大会プログラム 2017年6月

6 . 研究組織

(1)研究協力者

Mats Trulsson 教授 (スウェーデン カロリンスカ研究所)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。