

論文の内容の要旨

氏名：若 狭 宏 嗣

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：咬合高径の増加が嚥下時の舌骨筋活動，下咽頭圧，食道入口部圧，および嚥下困難感に与える影響

咬合高径が嚥下に与える影響について，Nagao らは若年者で 4 mm 以上の咬合高径の増加によって，嚥下時の最大舌圧の低下が起こることを報告している。また舌挙上運動時の最大舌圧も咬合高径増加に伴い低下したという報告もあり，咬合高径は舌機能に影響を与える。大前らは舌のアンカー機能の強調と抑制を比べて嚥下動態に影響を与えることを報告しており，咬合高径の増加が舌圧低下を介して咽頭期の嚥下動態に影響を与える可能性があるが，咽頭圧や舌骨筋群の機能にどのような影響を与えるかは明らかではない。そこで本研究では，咬合高径の増加が舌骨上下筋群筋活動，下咽頭および食道入口部の嚥下圧，嚥下困難感に与える影響について検討することを目的とした。

対象は顎口腔機能および摂食嚥下機能に問題のない健常成人男性 10 名（23 歳～29 歳，平均年齢 27.4±2.2 歳）とした。

嚥下の試料としては，空嚥下，5 ml の水嚥下，5 ml のトロミ水（ハチミツ状：水 100 ml にトロミ剤 2.0 g（トロミパーフェクト，日清オイリオ））嚥下の 3 種類を使用した。水およびトロミ水は，シリンジにて口腔底に注水し，口唇を閉鎖した状態で嚥下するように指示した。咬合高径間の検討は，被験者の左右下顎第一大臼歯咬合面に作製した厚径 1 mm のレジンプレート（10 mm（縦）×10 mm（横））を装着した状態での測定値を基準とし，厚径 4 mm と 6 mm のプレート装着時の測定値を比較した。

表面筋電図の計測は，舌骨上筋群は興津らの方法を，舌骨下筋群は Miralles らの方法に準じた。当該部位に表面電極（バイオロード SDC112，GE ヘルスケア・ジャパン社）を貼付した。多チャンネル計測用アンプ（MEG-6108，株式会社日本光電）とデジタル変換（ML825 PowerLab，ADInstruments）を介して，パーソナルコンピュータに嚥下運動開始から終了までの表面筋電波形を記録した（LabChart 5，ADInstruments）。得られた筋電図は全波整流し，低域フィルタ処理（カットオフ周波数 5 Hz）を行った。積分値，最大値，持続時間を評価対象とした。嚥下圧測定には嚥下圧計を使用し，計測された電気信号を筋電図と同様にパーソナルコンピュータに波形を記録した。嚥下圧計にはカテーテルチップ型圧力トランスデューサー（P33-2211C106，Konigsberg Instruments 社製）を用いた。嚥下圧計は 2 箇所（舌）に圧センサーがある。これを右側鼻孔より挿入し，内視鏡画像で尾側の位置を確認した。また被験者に空嚥下を指示し，尾側のセンサー部分で食道入口部の特徴的な 2 相性波形が記録されることを確認した。頭側のセンサーから得られた下咽頭部の嚥下圧波形からは最大圧を下咽頭圧とした。尾側のセンサーから得られた食道入口部の嚥下圧波形からは最大圧を食道入口部最大圧，最小値を食道入口部開大圧，開大時間を食道入口部開大時間として評価対象とした。嚥下困難感の計測には VAS（Visual Analogue Scale）を用いた。各嚥下は 3 回ずつ行い，その平均値を計測値とした。

プレート非装着時と基準プレート装着時の比較には paired *t* 検定を用いた。また，各プレート間の有意差の検定には反復測定一元配置分散分析法を用い，さらに有意差が認められたものについては，多重検定として Bonferroni 検定を行った。なお，有意水準は 5% とした。統計解析ソフトは IBM SPSS Statistics Ver. 21 を用いた。

1 mm 厚径のプレート装着の影響についてはプレート非装着時と比べ，すべての検討項目で有意差を認めなかったことから，プレート装着の影響は少なく，1 mm 厚径プレートをコントロールに用いた。

舌骨上筋群積分値については空嚥下，水嚥下，トロミ水嚥下のすべてにおいて，6 mm プレート装着に有意な増加が認められた（ $p < 0.001$ ）。また，空嚥下，水嚥下においては 4 mm プレート装着時と 6 mm プレート装着時の間にも有意差が見られた（ $p = 0.0387$ ， $p = 0.0052$ ）。舌骨上筋群最大値については，トロミ水嚥下で 6 mm プレート装着時に有意差が認められた（ $p = 0.0281$ ）。舌骨上筋群持続時間

については水嚥下で 6 mm プレート装着時に有意差が見られ、4 mm プレート装着時と 6 mm プレート装着時との間にも有意差が見られた ($p = 0.0031$, $p = 0.0232$)。また、トロミ水嚥下では、6 mm プレート装着時に有意な増加が認められた ($p = 0.0160$)。ただし、空嚥下では増加傾向が見られたものの有意差は認められなかった ($p = 0.0699$)。

舌骨下筋群については、すべての評価項目において咬合高径の増加による影響を認めなかった。

嚥下圧について、下咽頭圧に関しては、アーチファクトの混入により解析不能と判断した被験者が 3 名あり、その分を除外した計 7 名で解析を行った。

トロミ水嚥下の食道入口部最大圧において 6 mm プレート装着時に有意な低下が見られた ($p = 0.0281$)。その他の嚥下圧評価項目において有意差は見られなかった。

嚥下困難感についてはプレートの厚みが増すほど嚥下困難感も増し、空嚥下、水嚥下、トロミ水嚥下時のすべてにおいて、4 mm プレート装着 ($p = 0.0180, 0.0005, 0.0139$), 6 mm プレート装着 ($p = 0.0012, 0.0001, 0.0016$) に有意差を認めた。

嚥下時の舌の動きは、舌尖から周縁部が順に口蓋に接触し、舌背中央部の陥凹に食塊を包み込み、前方から後方へ接触部位を拡大させながら食塊を咽頭に送りこむ。この動きでは舌尖部と口蓋前方部の強い接触が一連の嚥下運動におけるアンカーとして機能していることが示唆されている。

本研究において、6 mm プレート装着時のトロミ水嚥下において、舌骨上筋群最大値と困難感の有意な増加が見られたのは、咬合高径の増加により、舌尖の口蓋に接する位置が上前方へ移動し、舌根部の後退運動を阻害する舌位となったこと、また舌一口蓋間の距離の増加から、食塊封鎖と咽頭移送の困難さが増したことで、努力的な嚥下運動が行われたためと推測される。舌骨上筋群持続時間の延長も食塊移送に時間を要したことが原因と考えられる。同様に、活動電位と持続時間の関数である積分値が、空嚥下、水、トロミ水嚥下のすべてにおいて 6 mm プレート装着時に有意な増加が見られたのも、咬合高径の増加によって通常時よりも多くの筋活動を必要としたことを示している。

舌骨下筋群において、咬合高径による明らかな変化が見られなかった。挺舌の程度によって嚥下時舌骨下筋群への影響が違ったという報告があり、本研究の 6 mm プレートの装着は舌骨下筋群に明らかな影響を及ぼす条件ではなかったと考えられる。

咽頭期の嚥下運動は延髄に局在する嚥下中枢により制御されると考えられている。これにより、咽頭期は時間的、空間的に極めて高い再現性を持ち、嚥下圧もまた一定に保たれるが、食道入口部開大圧と開大時間は食塊の体積や物性などに影響される。食道入口部最大圧の低下が見られる条件に顎引き位がある。6 mm プレート装着時トロミ水嚥下において食道入口部最大圧の低下が見られたのは、プレートの装着により下顎が下方に移動し、嚥下関連筋や舌骨の解剖学的な位置関係が顎引き位に類似した構造となり、同様の効果をもたらした可能性が考えられる。また努力嚥下で食道入口部最大圧の有意な増加が見られたという報告があり、咬合高径増加によるアンカー抑制が食道入口部最大圧の低下に影響を及ぼした可能性も考えられる。その他の嚥下圧評価項目において咬合高径の明らかな影響を認めなかったのは、嚥下時の頭位や顎位、舌運動の変化が必ずしも咽頭内で発生する嚥下圧のすべてに影響するとは限らないためと思われる。嚥下困難感について、舌骨上下筋群の表面筋電図の最大値および持続時間の増加は、嚥下困難感と相関があると言われている。本研究においては、4 mm, 6 mm プレート装着時には、持続時間の増加と有意な嚥下困難感の増加が観察された。今回の嚥下困難感の増加は、舌一口蓋間の距離が開くことによる舌の負荷増加や、咬合挙上にもなう口唇閉鎖のための口腔周囲筋の緊張亢進などが関与していると推測される。

本研究において 6 mm プレート装着時の舌骨上筋群最大値および食道入口部最大圧で有意差が見られたのはいずれもトロミ水嚥下であった。これは空嚥下や水嚥下よりもトロミ水嚥下の方が送り込みや蠕動運動に際して粘性があるため、咬合挙上の影響が強調された結果と推測される。

咬合高径の増加が嚥下動態に及ぼす影響を明らかにする目的で、健常男性 10 名の空嚥下、水嚥下およびトロミ水嚥下を用いた舌骨上筋群および舌骨下筋群表面筋電図、下咽頭圧、食道入口部圧、嚥下困難感を検討し、以下の結論を得た。

1. 基準プレートから 6 mm プレートへの咬合高径の増加によって、舌骨上筋群積分値はすべての試料で、最大値はトロミ水で、持続時間は水およびトロミ水で、有意な増加を認めた。舌骨下筋群には明らかな影響は見られなかった。

2. 嚥下圧については基準プレートから 6 mm プレートへの咬合高径の増加によって、トロミ水で食道入口部最大圧が有意に低下した。下咽頭圧，食道入口部開大圧，食道入口部開大時間には明らかな影響は見られなかった。
3. 嚥下困難感は基準プレートから 4 mm, 6 mm プレートへの咬合高径の増加ですべての試料で有意な増加を認めた。