

頭位および体位の側方傾斜に伴う
ヒトの外側翼突筋下頭筋電図の応答

石井 立人

Electromyographic Response of the Inferior Head of the Human Lateral Pterygoid
Muscle to Lateral Inclination of the Head and Changes in Posture

Tatsuto Ishii

日本補綴歯科学会雑誌第38巻2号別刷
(平成6年4月1日発行)

原著論文

頭位および体位の側方傾斜に伴う
ヒトの外側翼突筋下頭筋電図の応答

石井 立人

Electromyographic Response of the Inferior Head of the Human Lateral Pterygoid
Muscle to Lateral Inclination of the Head and Changes in Posture

Tatsuto Ishii

Abstract: To clarify the mechanism controlling human mandibular position as a function of lateral inclination of the head, electromyographic investigations of the muscle activities of the inferior head of the lateral pterygoid muscle (Lpt) were carried out while holding different postures with respect to the frontal plane.

EMG recordings were taken at the Lpt, together with the posterior part of the temporal muscle (Tp) and the anterior belly of the digastric muscle (Dig). EMG, incisal movements, and head movements were recorded simultaneously in 15 normal subjects.

When the head tilted to the side, Lpt muscle activities on the side of head tilt and Tp muscle activities on the side contralateral to the tilt increased, and the lower jaw was displaced towards the tilt. These reactions occurred when the head leaned left or right. However, these did not occur when the neck was flexed. These results indicate that reflex muscle activities are antigravity reactions and control the displaced condyle.

Key words: lateral pterygoid muscle, electromyography, posture, antigravity

1. 緒 言

姿勢にさまざまな崩れや偏りが起こる場合、重力の影響を受けている身体各部の相対的位置関係を保つため、摩擦が非常に小さいという構造的特徴をもった関

節を骨格筋の収縮によって固定する必要がある。また、その筋活動を制御する機構は単一の反射によるものは少なく、いくつかの反射系および上位中枢からの調節による随意運動などが総合された形で行われている^{1,2)}。

一方、下顎位は頭位や体位の変化によって影響を受けること³⁻¹⁷⁾が数多く報告されていることから、頭蓋で唯一の可動結合である顎関節に対しても姿勢が及ぼす影響は少なくないと考えられ、顎頭位の保持に関連した咀嚼筋の抗重力的な活動が注目される。特に側方への姿勢の変化は、正中線をまたいでいるという他の

大阪歯科大学大学院歯学研究科補綴学専攻 (指導: 井上 宏教授)

Graduate School of Dentistry, Third Department of Prosthodontics, Osaka Dental University (Director: Prof. Hiroshi Inoue)

平成5年10月8日受付

関節にはみられない特殊な構造をしている顎関節¹⁰⁾に左右非対称な影響を与えると思われる。そこで本研究では、側方的な姿勢の変化に伴う外側翼突筋の活動について下顎位との関連からEMG的に検討した。

II. 実験方法

1. 被験者

自覚的他覚的に顎口腔機能に異常を認めず、問診により平衡機能に関する疾患の既往がないことを確認した年齢18~27歳の健康男子15名とした。

2. 実験条件

1) 実験1

頭位の側方傾斜に伴う外側翼突筋下頭と側頭筋後部の筋活動の変化をみるため被験者10名(平均年齢21.9歳)を選択した。被験筋は、両側外側翼突筋下頭(Lpt)、両側側頭筋後部(Tp)の計4筋とした。姿勢条件として、背もたれのある安定した椅子に被験者を座らせ、頭部、体幹を直立させた姿勢を垂直頭位、体幹を直立させ頭部を左右側方に30度傾けさせた姿勢を側方頭位とした(図1)。咬頭嵌合位にて上下顎歯列を軽く接触させたまま、7~10秒で垂直頭位から側方頭位へと頭位を変化させた。これらの各試行は、すべて無作為な順でそれぞれ繰り返し3回行った。

2) 実験2

垂直頭位、左右側方頭位の3頭位での、開口時の外側翼突筋下頭、顎二腹筋前腹の筋活動と下顎位の変化を被験者15名(平均年齢22.8歳)で分析した。被験筋は、片側Lptと両側の顎二腹筋前腹(Dig)の計3筋とした。被験者には、それぞれの各姿勢において、咬頭嵌合位より、規定した切歯点での垂直的開口距離(5, 10, 15, 20, 25, 30 mm)をオシロスコープ(SONY TEKTRONIX社製5113)上に表示し、約3秒間ずつ下顎を静止させながら段階的にゆっくりと6つの基準位(段階的開口位)をとらせた。下顎位の測

定には、MKG-K6 Diagnostic system (Myo-tronics社製)を用いた。

さらに15名の被験者の中から6名(平均年齢24.7歳)を選び、以下のような2種類の姿勢条件を設定し、側方頭位での結果について詳しい検討を行った。体幹、四肢を椅子に固定し、垂直頭位から椅子ごと身体全体を左右側方に30度傾斜させた姿勢を側方体位とし、側方体位で頭位のみ水平面に対し垂直となるように頭部を側方に屈曲させた姿勢を側方屈曲位とした(図1)。なお、各姿勢に変化させてから、姿勢が安定したのを確認した後、段階的開口運動を開始した。実験2のこれらの各試行は、すべて無作為な順でそれぞれ繰り返し4回行った。

3. 頭位、体位の測定と記録

分度器と錘を利用した自作の傾斜角測定装置を用い、頭位、体位の側方傾斜の角度を規定した。また、近赤外線発光ダイオード(シャープ社製LED GL 513 F)を前額中央部に設置し、ここから70 cmの位置に半導体位置センサー(浜松ホトニクス社製PSD C 1373)を固定し、頭の動きを連続的に記録した。

4. 筋電図記録

Tp, Digは電極間距離15 mmの表面電極から、Lptは直径0.08 mmのfine wire electrodeを用い、双極誘導を行い、生体電気増幅ユニット(日本電気三栄社製1253 A)を経て、頭位の運動、切歯点運動とともにポータブルデータレコーダー(TEAC社製SR-51)に収録した。Lptの電極刺入と筋電図の同定は、過去の教室の報告¹⁰⁾に従った。

5. データの処理および分析

筋電図は原波形と積分ユニット(日本電気三栄社製1322)で積分したオートリセット波形を、また頭位の変化は、左右方向を、MKGでは三次元曲線をサーマルレイレコーダ(日本光電社製RTA-1300 M)に同時に再生した。

実験1では頭位の傾斜に伴ったLpt, Tpの筋活動の応答を調べた。垂直頭位、側方頭位で2秒静止した区間の積分値について、垂直頭位での各筋の筋電図積分値を100%とし、側方頭位での傾斜側同側、傾斜側対側の筋電図積分値を垂直頭位に対する比率として表した(図2)。被験者10名の3回の平均値を求め、側方傾斜に伴う筋活動量の変動とした。実験2では垂直



図1 姿勢条件

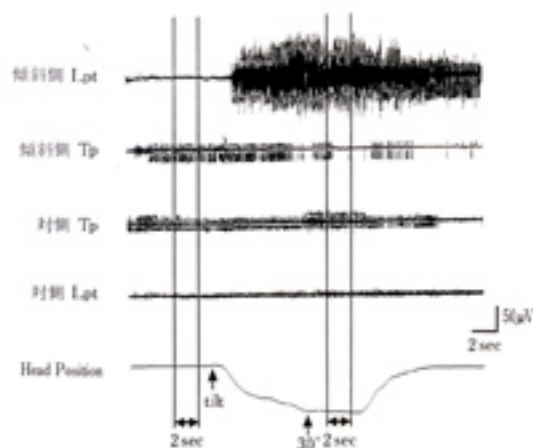


図2 筋活動の計測区間

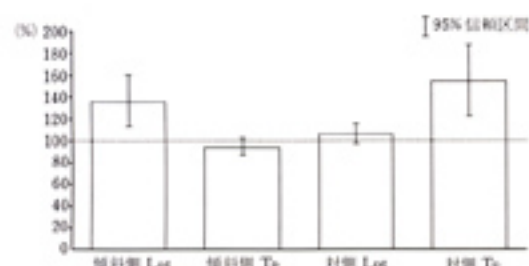


図3 頭位の側方傾斜に伴う筋活動量の変動

の開口距離 5, 10, 15, 20, 25, 30 mm の各段階的開口位で 2 秒静止した区間の筋電図積分値と咬頭嵌合位からの側方的距離、前後的距離を求めた。それぞれ筋活動量、下顎の位置変化として 4 回の平均値を算出した。

実験 1, 2 のこれらの平均値について繰り返しのない二元配置の分散分析法によって有意性の検定を行った。

III. 結 果

1. 実験 1

図 3 は被験者 10 人における垂直頭位での筋活動量を 100% とした時の側方頭位での傾斜側、対側における筋活動量の比率の平均値を示す。傾斜側 Lpt の筋活動が 36.7% 有意に増大し ($p < 0.01$)、対側 Tp の筋活動も 55.1% 有意に増大した ($p < 0.005$)。対側 Lpt と傾斜側 Tp の比率には、有意な変化は認められなかった。このように頭位の側方傾斜に伴って傾斜側の Lpt と対側の Tp の筋活動が増強する応答パターン

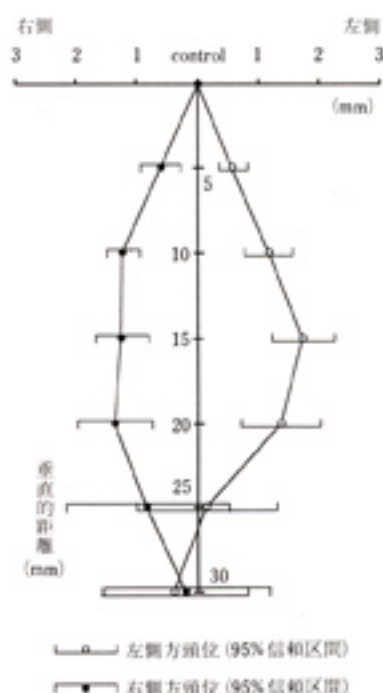


図4 側方頭位における段階的開口運動の側方的偏位量の平均軌跡

が認められた。

2. 実験 2

1) 段階的開口位の変化

図 4 は被験者 15 人の垂直頭位での各段階的開口位における平均側方的距離 (control) と、側方頭位での各段階的開口位における平均側方的距離の差を平均側方偏位量として示している。なお、control、平均側方偏位量を連ねた軌跡をそれぞれ段階的開口運動の平均軌跡として表している。段階的開口位 5~20 mm 間で下顎は有意に傾斜側方向へ偏位した ($p < 0.005$)。図 5 は図 4 と同様に側方頭位での前後方向への平均偏位量を示している。前後的には、ほぼ同様の位置を移動したが、25, 30 mm では右側方頭位において control より有意に下顎が前方に偏位した ($p < 0.05$)。

図 6 は被験者 6 人での側方体位、頸部屈曲位における段階的開口運動の平均側方偏位量について、左右側をまとめて側方体位で傾斜側同側と対側、頸部屈曲位で屈曲側同側と対側として表している。側方体位では、側方頭位と同様に 5~20 mm 間で有意に傾斜側へ

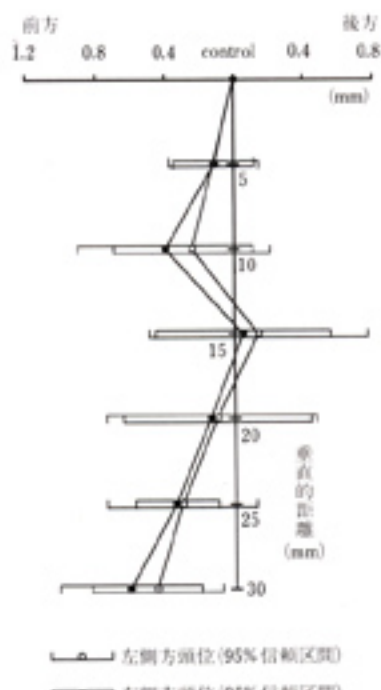


図 5 側方頭位における段階的開口運動の前後的位置量の平均軌跡

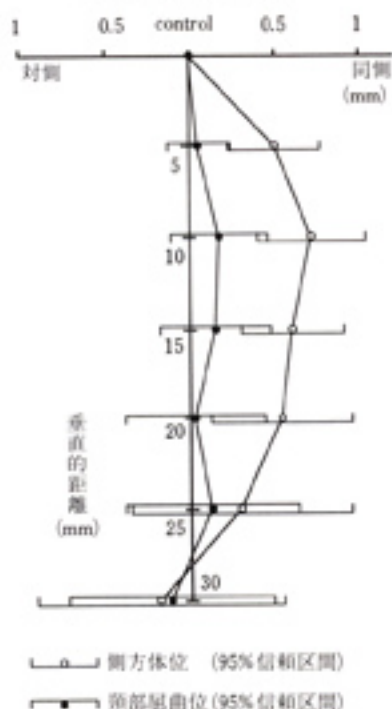


図 6 側方体位と頸部屈曲位における段階的開口運動の側方的位置量の平均軌跡

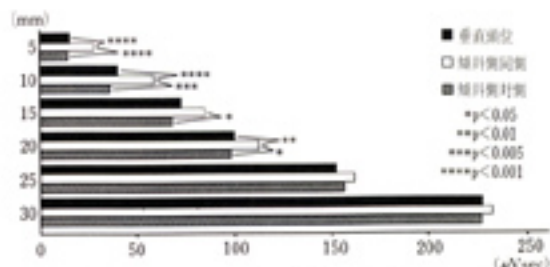


図 7 被験者 15 人における垂直頭位と側方頭位での各段階的開口位の Lpt 平均筋活動量

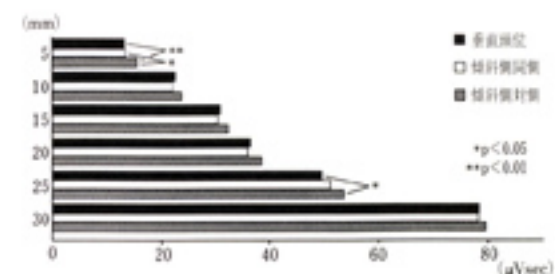


図 8 被験者 15 人における垂直頭位と側方頭位での各段階的開口位の Dig 平均筋活動量

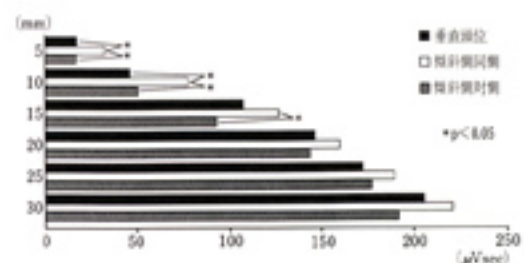


図 9 被験者 6 人における垂直頭位と側方体位での各段階的開口位の Lpt 平均筋活動量

下顎が偏位した (5, 10, 15mm : $p < 0.005$, 20mm : $p < 0.01$) が、しかし、頸部屈曲位ではどの開口位でも有意な変化はなく、下顎の偏位傾向は認められなかった。

2) Lpt ならびに Dig の筋活動

側方頭位において 5, 10, 15, 20 mm での傾斜側 Lpt 筋活動量は、15 mm の垂直頭位での Lpt 筋活動量との関係を除いて、有意に垂直頭位、対側での筋活動量より増大した (図 7)、Dig の筋活動では対側が、5 mm において垂直頭位との間と傾斜側との間で有意に増大し、また 25 mm においても対側と垂直頭位との間に同様の傾向がみられた (図 8)。

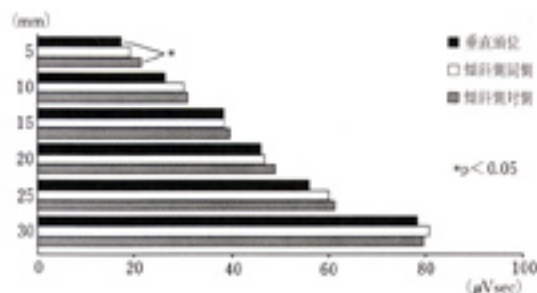


図 10 被験者 6 人における垂直頭位と側方体位での各段階的開口位の Dig 平均筋活動量

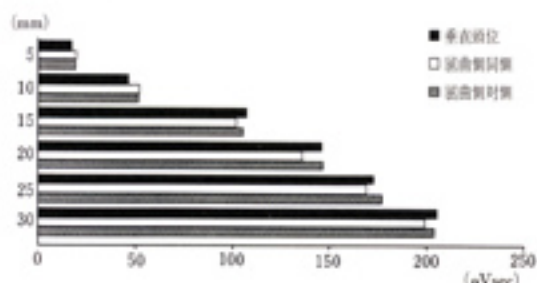


図 11 被験者 6 人における垂直頭位と頸部屈曲位での各段階的開口位の Lpt 平均筋活動量

側方体位の Lpt 筋活動において傾斜側は、5、10 mm の垂直頭位との間で、また 5、10、15 mm の対側との間で有意に増大した (図 9)。また Dig の筋活動では、5 mm で対側が垂直頭位より有意に増大した (図 10)。一方、頸部屈曲位における Lpt、Dig の筋活動は、いずれの開口位でも屈曲側、対側、垂直頭位の平均値間に有意な変化は認められなかった (図 11、12)。

IV. 考 察

1. 被験筋について

頭位の側方傾斜に伴って下顎安静位、タッピングポイント、下顎閉口路など、下顎位が傾斜側方向へ偏位することが多数報告されており^{7,12,14,16,17)}、藤田⁷⁾によれば、頭位の側方傾斜に伴う顎位の変化は、Funakoshi ら²⁰⁾がその存在を明らかにした緊張性頸反射由来の咀嚼筋活動亢進に起因するとしている。しかし、藤田が正常者 10 名で記録した所見では、なんらかの形で咀嚼筋活動の変化をみとめたものの、明確な筋活動パターンを提示するにはいたらなかった。それに対し小室¹⁴⁾は下顎の側方移動に強く関連する側頭筋後

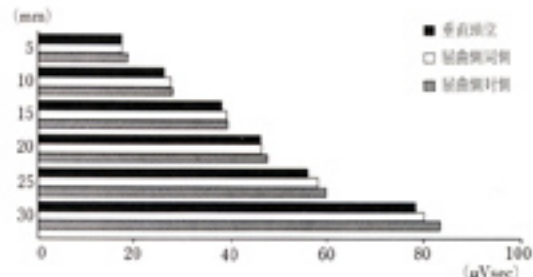


図 12 被験者 6 人における垂直頭位と頸部屈曲位での各段階的開口位の Dig 平均筋活動量

部²¹⁻²³⁾を被験筋に用い、頸部屈曲の条件下で下顎安静位、自由開閉運動、咀嚼運動のいずれにも左右相反的な一定パターンの筋電図の変化を観察した。

このことから頭位の側方傾斜に伴う下顎位の側方偏位の神経機構を理解するためには、下顎の側方的な機能に関連する筋の活動を観察する必要があると思われる。そこで本研究では下顎頭に直接付着して顎頭の移動に鋭敏に反応し^{24,25)}、しかも下顎の側方移動に主導的に働く外側翼突筋下頭^{21,24,27-32)}を被験筋とした。実験 1 では頭位の側方傾斜にตอบสนองする筋活動パターンを観察するため側頭筋後部を被験対象として加え、実験 2 では開口運動時に外側翼突筋下頭と協調して活動する顎二腹筋前腹³³⁾を被験対象として選択した。また、姿勢条件間における各筋の筋電図の変化を検討するため、運動速度の影響を除いた等尺性収縮時の筋活動量の比較を行った。すなわち実験 1、2 とも下顎の静止状態での区間における筋活動を計測対象とした。

2. 運動および姿勢条件について

頭位の側方傾斜に伴って下顎位が傾斜側に偏位する要因について考えると、下顎への重力の影響^{16,18)}、前述した緊張性頸反射や緊張性迷路反射の関与^{7,14,20)}、顎下部の軟組織の圧縮や伸展による解剖学的要因¹⁴⁾などが挙げられる。これらの要因を別の見方でまとめてみると、頭軸の重力方向からの傾斜と顎下部、頸部の組織の圧縮や伸展という 2 つの要素に大別できる。そこで本研究では、その要素を可及的に分離して検討するため、前者については側方体位を、後者については頸部屈曲位を姿勢条件に加えた。さらに詳しく述べると、側方体位では、側方頭位での要素の 1 つである頭軸の重力方向からの傾斜を頸部を曲げずに行わせる条件を設定し、そして頸部屈曲位では、頭軸の鉛直方向からの傾斜のない、つまり頭部に対する重力の影響が

垂直頭位と同じで、かつ顎下部、頸部を構成している器官、組織の解剖学的状態のみを側方頭位と類似させる条件を設定した。

随意運動の遂行のためには、フィードバック情報が関与する閉ループコントロールとフィードバック情報を用いずに短時間に終了するはやい運動時に利用される開ループコントロールの2通りが利用されている^{12,20}。本研究の実験1では、随意運動に伴う末梢からの体性感覚フィードバック情報が関与する咀嚼筋筋電図活動の観察をしている。すなわち、頭位を側方に傾斜させる運動に伴った下顎位の変化に関連する反射性のLpt, Tp筋活動を分析の対象としている。このため、フィードバック情報の処理時間を設定することにより閉ループコントロールが利用されることを期待して、ゆっくりと頭位を傾斜させ急激な運動変化をさせた。

ヒトの姿勢は、体性感覚系、前庭迷路系、視覚系などからの情報の中樞統合により制御されている^{19,21}。実験2では一定姿勢を保持した時の各姿勢条件がLpt, Digの筋活動と開口位に与える影響を分析している。そのため姿勢維持と開口運動に関与する感覚情報以外の上位中枢あるいは末梢からの情報が影響するのは望ましくない。そこでそれらの影響を可及的に排除するために、いくつかの点について考慮した。

前庭迷路に加わる加速度の影響^{26,27}を排除するために、姿勢変換完了時点と開口運動開始時点との間に一定の時間をおいた。

視覚からの情報は姿勢代償効果として姿勢を安定させる効果²⁷があるので閉眼の条件を与えた。

座位条件で支持底面を広くし、重心の安定を図った¹⁹。

側方体位、頸部屈曲位は日常生活にみられない姿勢であり、被験者の心理的不安感の軽減²⁸および姿勢の補助のために胸、腹、腰、大腿部をベルトにて椅子に固定した。

3. 実験結果について

1) 側方頭位における筋活動の応答について

実験1における頭位の側方傾斜に伴う傾斜側Lptと対側Tpの筋活動が増大するパターンは、傾斜側への移動ではなく傾斜反対側への下顎の側方移動に関与する左右協調性の筋活動パターン^{19,21-24,27-31}に符合している。前述したように下顎が傾斜側方向へ偏位す

ること^{7,12,14,16,37}が知られていることから、この応答パターンは、下顎を偏位させようとする力に拮抗する、頭位あるいは顎頭位の維持のための筋活動と推察できる。図7に示すように側方頭位での段階的開口運動においても実験1の応答と同様に5~20mm間で傾斜側Lptが増大するパターンが認められた。また開口位が傾斜側方向へ偏位する傾向を示しており、実験2の反応も傾斜側への顎頭の偏位に拮抗するための筋活動の増加と考えられる。

2) 筋活動と下顎位の変動要因について

段階的開口運動時に下顎が傾斜側に移動し、傾斜側のLpt筋活動が増大するパターンは、外側翼突筋の活動亢進が傾斜側への下顎の偏位を引き起こすのではないかと述べた藤田の予想²²とは、反対の結果となった。つまり筋活動によって傾斜側へ下顎が偏位するならば、対側のLpt筋活動が傾斜側より増大するパターンが観察されるはずである。ところが実際には、図4のように5~20mmで傾斜側へ下顎が偏位しているにもかかわらず、図7の垂直的開口距離5~20mmに示すようなLpt筋活動パターンとなった。このことから緊張性頸反射、緊張性迷路反射が傾斜側への下顎の偏位を引き起こす可能性は低いと推察される。

楡²³は正常人において、錐体外路性の緊張性頸反射は意図する運動目的の必要性に応じ、促進または抑制されており、たとえば頭を傾げたり、前後屈する場合など、見境もなく頸反射が出現することは、日常生活の妨げとなるので、錐体路がそれを抑制することは合目的であると述べている。下顎での緊張性頸反射の意義についてFunakoshiら²⁹が動物が硬いものを噛む場合に必要ではないかと論述していることから、本実験のような随意運動に対して頸反射が顕現する必要性がないのかもしれない。さらに頸部屈曲位で頭部が体幹に対して側屈しているにもかかわらず、下顎位、筋活動に変化がみられない事実は、側方頭位では緊張性頸反射の明瞭な発現が認められにくいことを示唆すると考えられる。

次に側方頭位で下顎の側方偏位を引き起こす他の要因には、前述したように下顎への重力の影響と顎下部の軟組織の圧縮や伸展による解剖学的要因の2つが考えられる。図6に示すように、側方体位においては、側方頭位と同様に5~20mmで傾斜側方向への下顎の偏位がみられたが、しかし頸部屈曲位では、下顎の偏位傾向が認められなかった。側方頭位と側方体位に共通する要素は、頭軸の重力方向からの傾きであり、側

方頭位と頸部屈曲位に共通する点は顎下部の軟組織の圧縮や伸展の状態である。そのため、下顎の傾斜側への偏位には、顎下部や頸部の組織の圧縮や伸展という解剖学的状態の影響は少なく、頭軸の重力方向からの傾きが大きく関与すると考えられる。この際、前述したように下顎の傾斜側への偏位に緊張性迷路反射が関与する可能性は低い。要因として可能性が高いものには、下顎への重力の影響が挙げられる。すなわち、垂直頭位、頸部屈曲位では下顎に作用する重力の方向が下向きであったものが、側方頭位、側方体位においては、重力方向からの頭軸の傾きとともに下顎に対する側方方向からの牽引力が増すことによって、傾斜側方向への下顎の偏位が引き起こされたと推察される。

一方、Lpt 筋活動において、側方頭位と側方体位が非常に良く似た傾向を示し、Dig 筋活動でも開口量 5 mm の傾向が側方頭位と側方体位で類似したことから、頭軸の重力方向からの傾きが筋活動にも大きく関与すると考えられる。頭軸の重力方向からの傾きと下顎への重力の影響を分離できないため、本研究において緊張性迷路反射が筋緊張の亢進に関与する可能性は否定できない。しかし、筋活動の変化を下顎の偏位と同時に観察した場合に、下顎への重力の影響が、筋活動に大きく関与していることが理解できる。側方頭位と側方体位において図 4, 6 のように 5~20 mm まで下顎の傾斜側への偏位傾向がみられ、側方体位の 20 mm を除いては偏位と符合するかのよう図 7, 9 に示すような傾斜側 Lpt 筋活動が対側での活動より増大するパターンが認められた。さらに、25, 30 mm と開口量が増大すると Lpt 筋活動、下顎位とも上記の傾向がみられなくなった。また、頸部屈曲位においても、下顎の偏位がないことと一致して、図 11, 12 のように筋活動に変動がみられなかった。これらから、下顎の偏位と同時に、傾斜側 Lpt 筋活動が対側での活動より増大するパターンが生じることが考察される。そこで本研究での筋の反応には、下顎の偏位に起因した顎口腔系からの求心性情報が関与すると考えたほうが妥当ではないかと思われる。すなわち、下顎に加わる重力負荷の方向が変化することによって、下顎が傾斜側へ偏位し、顎口腔領域に分布する固有受容器が左右不均等に刺激され、その求心性情報がフィードバック系を介し、筋活動に反映したと推察される。

以上より、下顎位は重力の影響を介し頭位の側方的な変化に連動し、また、今回観察された筋活動パター

ンは、下顎の側方偏位に起因した抗重力的な反応であることが強く示唆される。

3) 感覚受容器への影響について

下顎の移動方向に拮抗的な左右協調的な筋活動パターンは、船越ら^{34,35}によってラットで確認された負荷を伴った強制的な下顎側方偏位に対する正中への修正のための制御反応に類似している。船越ら³⁴はその反射の受容器としてもっとも重要な役割は顎関節受容器が担っていると述べ、特に離断された下顎小頭の側方偏位だけでは制御反応がみられず、両者を一体として側方に偏位させた場合には著明な制御反応が記録されたと報告している。そこで本実験の制御機構に関与する求心性情報の中でも、両側に協調された左右顎関節受容器からの信号が大きく関与していることが推察される。一方、咀嚼筋の筋紡錘についても側方偏位に対する制御反応に影響している可能性があることを示唆している³⁶。咀嚼筋の筋紡錘の役割の 1 つとして下顎張反射を介した下顎の姿勢維持への寄与³⁷が考えられていることから重力の影響を受けて筋紡錘からの求心性情報が変化することが推察できる。外側翼突筋下頭の伸張反射³⁸の影響も考えられるが、開口量 20 mm まで側方傾斜の影響を受けていることから閉口筋筋紡錘の求心性情報が影響することも考えられ、Nozaki ら³⁹がモルモットで明らかにしたような左右協調性のニューロン機構がヒトの場合においても存在しうる可能性が示唆される。本研究の実験 2 では歯根膜からの情報は排除できたが、顎口腔系の他の受容器の分離はできない。しかし以上のような考察から本研究での筋活動の応答パターンには受容器としての咀嚼筋筋紡錘と顎関節受容器の役割が十分に推察される。また側方頭位、側方体位で開口量が大きくなるにつれて、Lpt 筋活動に対する側方傾斜の影響が小さくなるのは、開口の増大に伴って、両側の下顎頭が関節結節によって規制を受けた影響も考えられるが、両側顎関節からの求心性情報の変化、または吉田⁴⁰が報告している閉口筋の伸張反射系の感度の低下が反映した結果と推察される。逆に、開口量が小さい 5 mm では Lpt, Dig のどちらの筋活動も側方傾斜の影響を強く受けている。この結果は、兼平ら⁴¹の報告で述べられている咬頭嵌合位付近でのより鋭敏な下顎の位置感覚が、重力の方向に対する下顎の相対的位置変化に敏感に反応したためと考えられる。

V. 結 論

頭位の側方傾斜に伴う下顎制御機構を明らかにする目的で、種々の姿勢を保持したときの外側翼突筋下頭、側頭筋後部、顎二腹筋前腹の筋電図の応答について検討し、以下の知見を得た。

1. 頭位の側方傾斜に伴い傾斜側外側翼突筋下頭と対側側頭筋後部が増大する左右協調的な筋活動パターンが認められた。

2. 側方頭位、側方体位における段階的開口運動で、傾斜側外側翼突筋下頭の筋活動が有意に増大し、開口量が小さい程その傾向が強く、開口量の増加とともにその傾向は認められなくなった。

3. 側方頭位、側方体位の傾斜側方向に開口位が偏位する傾向を示し、25、30 mmではその傾向が認められなくなった。

4. 頭部屈曲位における段階的開口運動で、外側翼突筋下頭と顎二腹筋前腹の筋活動、および開口位は姿勢の影響を受けなかった。

以上の結果より側方頭位で外側翼突筋下頭と側頭筋後部に生じる左右協調的な筋活動は、下顎の重量自体に起因した抗重力的な筋の鋭敏な応答と考察され、顎口腔系からの求心性情報の変化が関与する下顎の水平的な制御機構が推察された。

稿を終るにあたり、終始ご懇篤なるご指導とご校閲を賜りました井上 宏教授に深甚の謝意を表します。

また、何かとご助言くださった前田照太講師をはじめとする教職員、ならびに大学院生各位に感謝いたします。

最後になりましたが、本研究に際して協力頂いた被験者諸氏に謹んで御礼申し上げます。

本論文の一部は第89回日本補綴歯科学会学術大会(1993年5月28日、札幌)ならびに第90回日本補綴歯科学会学術大会(1993年10月29日、北九州)において発表し、要旨は、第430回大阪歯科学会例会(1993年11月13日、大阪)において発表した。

なお、本研究の一部は平成5年度大阪歯科大学学術奨励助成金A93-007により行った。

文 献

1) 中村隆一、斉藤 宏：基礎運動学、37-309、医歯薬出版、東京、1987。

2) 大塚立志：「たくみ」の科学、89-225、朝倉書店、東京、1988。

3) Cohen, S.: A cephalometric study of rest position in edentulous persons: Influence of variations in head position, *J Prosthet Dent*, 7: 467-472, 1957.

4) Preiskel, H.W.: Some observations on the postural position of the mandible, *J Prosthet Dent*, 15: 625-633, 1965.

5) Dombrady, L.: Investigation into the transient instability of the rest position, *J Prosthet Dent*, 16: 479-490, 1966.

6) 坂東永一：下顎位のテレメータリングによる経時的観察、補綴誌、14: 183-203, 1970。

7) 藤田直輝：咀嚼筋緊張に関する筋電図学的研究、補綴誌、17: 259-274, 1973。

8) McLean, L.F., Brennan, H.S. and Friedman, M.G.F.: Effect of changing body position on dental occlusion, *J Dent Res*, 52: 1041-1045, 1973.

9) 関根 弘、岸 正孝、安達 康ほか：姿勢因子が下顎位に及ぼす影響について、歯科学報、74: 193-194, 1974。

10) 関根 弘：下顎の位置ないし運動を規制する因子について、歯科学報、74: 1948-1951, 1974。

11) Mohl, N.D.: Head posture and its role in occlusion, *N Y State Dent J*, 42: 17-23, 1976。

12) 三塚顕弘：頭位の変化が咀嚼筋に与える影響に関する筋電図学的研究、歯学、65: 200-229, 1977。

13) 林 直：下顎の小開閉運動時の各種姿勢と閉閉条件とが前後の歯牙接触位に及ぼす影響に関する研究、歯科学報、80: 1-31, 1980。

14) 小室 智：頭部の傾斜が下顎運動に及ぼす影響について、歯科医学、43: 359-385, 1980。

15) 泉谷祐紀員：Myo-pulseによって求められる下顎位の臨床的意義、補綴誌、24: 470-485, 1980。

16) Sasaki, K., Watanabe, M., Inai, T. et al: Change of mandibular position elicited by tonic neck reflex under EMG biofeedback, *J Dent Res*, 63: 556, 1984。

17) 佐藤克彦：咬合準上および頭部の傾斜がタッピングポイントの分布状態に及ぼす影響について、補綴誌、35: 983-996, 1991。

18) 太田義邦、時間孝夫、松川正永ほか：デンタルスタッフの人体解剖・組織学、43-70、医歯薬出版、東京、1987。

19) 内田慎爾：下顎の等尺性前方および側方力の発現に関する筋電図学的研究、補綴誌、34: 480-491, 1990。

20) Funakoshi, M. and Amano, N.: Effects of tonic neck reflex on the jaw muscles of the rat, *J Dent Res*, 52: 668-673, 1973。

21) Woelfel, J.B., Hickey, J.C., Stacy, R.W. et al: Electromyographic analysis of jaw movements, *J Prosthet Dent*, 10: 688-697, 1960。

- 22) 六車寿男：咀嚼筋電位の補綴学的分析に関する研究，歯科医学，28：615-650，1960.
- 23) 加藤 博：咬合力の発現様式に関する筋電図学的研究，歯科医学，38：65-95，1975.
- 24) Vitti, M. and Basmajian, J.V. : Integrated actions of masticatory muscles : Simultaneous EMG from eight intramuscular electrodes, *Anat Rec*, 187 : 173-190, 1977.
- 25) 吉田和也：顎運動からみた咀嚼時の外側翼突筋上頭の筋電図学的研究，補綴誌，36：340-350，1992.
- 26) 吉田和也，井上 宏：顎関節内症患者の咀嚼時における外側翼突筋に関する筋電図学的研究，補綴誌，36：1261-1272，1992.
- 27) Moyers, R.E. : An electromyographic analysis of certain muscles involved in temporomandibular movement, *Am J Orthod*, 36 : 481-515, 1950.
- 28) Lehr, R.P. and Owens, S.E. : An electromyographic study of the human lateral pterygoid muscles, *Anat Rec*, 196 : 441-448, 1980.
- 29) Mahan, P.E., Wilkinson, T.M. Gibbs, C.H. et al : Superior and inferior bellies of the lateral pterygoid muscle EMG activity at basic jaw positions, *J Prosthet Dent*, 50 : 710-718, 1983.
- 30) Widmalm, S.E., Lillie, J.H. and Ash Jr, M.M. : Anatomical and electromyographic studies of the lateral pterygoid muscle, *J Oral Rehabil*, 14 : 429-446, 1987.
- 31) 小野圭昭：下顎位の変化に伴う外側翼突筋下頭の筋活動について，補綴誌，33：639-653，1989.
- 32) 福田順直：ヒト外側翼突筋下頭の反射性制御に関する筋電図学的研究，補綴誌，36：351-360，1992.
- 33) 高橋一也：開口運動における外側翼突筋下頭・顎二腹筋前腹の筋電図学的研究，補綴誌，34：559-572，1990.
- 34) 土田幸弘，河野正可：随意性活動時の咬筋 EMG，咬合力と頭部後屈との関係について，顎機能，10：49-54，1992.
- 35) 佐々木和夫，本郷利憲：新生理学大系（第10巻）運動の生理学，93-101，医学書院，東京，1988.
- 36) 田崎京二，小川哲朗：新生理学大系（第9巻）感覚の生理学，439-470，医学書院，東京，1989.
- 37) 榎 學：めまいの科学，1-92，朝倉書店，東京，1992.
- 38) 鳥業哲朗：姿勢位が下顎等尺性後方牽引運動に伴う頸・肩・背部筋活動に及ぼす影響，補綴誌，37：75-85，1993.
- 39) 船越正也，二宮裕三：下顎側方運動の制御における顎関節受容器の役割，歯学誌，1：67-72，1974.
- 40) 船越正也：顎関節症の生理学的背景（II），日本歯科評論，509：156-163，1985.
- 41) 森本俊文：下顎位と下顎運動の調節機構（その3）—下顎位，下顎運動の調節と筋紡錘の役割—，歯界展望，57：617-623，1981.
- 42) Nozaki, S., Chandler, S.H. and Goldberg, L.J. : Crossed and uncrossed central effects of muscle spindle afferents from the lateral pterygoid muscle of the guinea pig, *Brain Res*, 302 : 339-345, 1984.
- 43) 吉田幸弘：開口量と下顎張反射との関係—咬筋 α 運動ニューロンの興奮レベル—，補綴誌，35：636-645，1991.
- 44) 兼平治和，前田照太，井上 宏：下顎の空間的位置感覚，補綴臨床，25：313-316，1992.