6 自由度顎運動と外側翼突筋下頭活動の同時測定

Measurements of jaw movement with 6 degrees of freedom and activities of inferior lateral pterygoid muscle

上田 龍太郎, 大井 啓司, 近藤 宏治, 西川 啓介, 中野 雅徳, 坂東 永一

Ryutaro Ueda, Keiji Ohi, Koji Kondo, Keisuke Nishigawa, Masanori Nakano, Eiichi Bando

徳島大学歯学部歯科補綴学第2講座

Department of Fixed Prosthodontics, School of Dentistry, The University of Tokushima

I. 緒 言

外側翼突筋は顎運動に直接関与する筋であり、顎機能異常患者において筋痛が高頻度で見られる部位の一つである。また顎関節雑音の発症にも関係が深く、顎機能異常の成因や診断および治療法について研究する上で非常に重要な筋である。しかしながらその部位が比較的深層に位置するため筋電図記録法が困難であり、咬筋、側頭筋などに比べて活動状態を表した報告^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7)}は必ずしも多くない。また、6自由度の顎運動測定も特別な測定システムが必要なことから、過去においても外側翼突筋活動と顎運動とを対比させて検索した報告はなく、両者の関係は十分に明らかになっていない。

本研究の目的は、外側翼突筋下頭を含む各種咀嚼筋の活動を、顎運動の解析が可能な6自由度顎運動と同時記録し解析することにある。

II. 研 究 方 法

1. 被 験 者

顎機能異常症状を自覚しない男性成人有歯顎者3名、平均32.7歳(25~44歳)、を被験者として選んだ。

2. 検査項目

各被験者には以下の運動をそれぞれ4回行うように指示した。なお、各運動は被験者自身の随意的な運動で術者の誘導は一切行わなかった。

1) 矢状面内限界運動。

2) 咬頭嵌合位から接触滑走を行い側方限界咬合位まで運動し、ひきつづき最大開口位ま

で側方限界路上を開口する側方限界運動。

3) 咬頭嵌合位から前方限界咬合位を経て、左右の各側方限界咬合位まで運動する滑走運動。

4) 開閉口運動。

3. 測定方法

顎運動の測定はデジタル方式下顎運動測定器(MM-JI)にて行った。解析は、切歯点および運動論的顎頭点⁸⁾の3点について行った。

筋電図の測定は、側頭筋の前部および後部と外側翼突筋下頭のそれぞれ左右側、ならびに右側の咬筋、顎二腹筋前腹の計8筋を対象とした。外側翼突筋下頭は双極ファインワイヤー電極(California Fine Wire company社製 .003 Stainless Steel 304 CFW-192-003BF-HPN red and green)を用い、他は小型表面電極(Beckmann社製 650950)を用い電極間距離20mmで通法に従って導出した。

外側翼突筋下頭への電極刺入法については、Mahanら⁹⁾の方法を参考にして乾燥頭蓋および本学歯学部学生解剖学実習用の屍体10体を用い、誘導針の刺入部位、角度、距離についての検討を行った。また、誘導針にてインクを注入し刺入部位の確認、刺入方法についての評価を行った。

外側翼突筋下頭筋電図導出用の電極は、直径75 μ mの絶縁された2本のステンレススチール線的一方を1.0mm短く切断し、それぞれの先端0.5mmの絶縁塗料を剥し露出させ検出面とした。ついで誘導針として使用した25 Gauge 30mm歯

図1 各種運動時の咀嚼筋活動(被験者1)
(IP:咬頭嵌合位, MO:最大開口位)

科用注射針に挿入し、その針先からそれぞれ約1.5 mm, 0.5 mmを折り返し、筋内で電極が移動しないようにした。なお、ワイヤー電極は誘導針内に挿入後、ガス滅菌を行うとともに実験中の感染防止に留意した。刺入に際しては、誘導針を針先から25 mmの部位で約30°屈曲させ、上顎第2大臼歯遠心歯肉頬移行部を刺入部位とし、刺入方向については後上内方、刺入距離20 mmを基準術式として、被験者個々に応じ適宜条件を考慮して刺入した。

得られた筋電図データは生体アンプ(日本光電社製 AB620G)にて増幅し、時定数 55 msecでRMS処理を行った後、A/D変換器(DEC社製 AD11-K)にて12 bitに量子化し、顎運動データとともにミニコンピュータ(DEC社製 PDP11/34A)にオンラインで取り込んだ⁹⁾。

4. 外側翼突筋下頭筋電図の同定

データ採取に先立ち、ワイヤー電極が刺入、固定された部位が外側翼突筋下頭であるか否かの判定を行った。すなわち、従来報告されている外側翼突筋下頭の活動様式^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7)}を参考にして、前方運動、開口運動、対側への側方運動時に筋活動を認め、咬みしめ、同側への側方運動時に全く活動しないかあるいはほとんど活動しないという判定基準を立て、被験筋8筋の筋活動を総合的に観察することにより適切に刺入・固定されたか否かの確認を行った。以下にその例を示す。

外側翼突筋下頭は、前方滑走運動および開口運動時に筋活動が認められる(図1-a, b)。また、左右の側方滑走運動時に平衡側に相当する側の外側翼突筋下頭に筋活動が認められ、作業側に相当する側では筋活動は認められない(図1-c, d)。

一方、近在する側頭筋前部については、前方

滑走運動，開口運動時にはほとんど筋活動が認められない（図 1-a, b）が，側方滑走運動時には作業側に相当する側に筋活動が認められ，平衡側に相当する側では筋活動は認められない（図 1-c, d）。このように，側頭筋前部は外側翼突筋下頭とは明らかに異なる活動状態を示す。本研究では外側翼突筋上頭，内側翼突筋については筋電図記録を採取しなかったが，過去にお

ける研究において，前者は前方運動，開口運動，反対側への側方運動時にほとんど活動を示さず，また，後者は開口運動時に活動を示さないとされている³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾。

これらの判定基準を用いることにより，導出した筋電図が外側翼突筋上頭，内側翼突筋，側頭筋前部のものではなく外側翼突筋下頭の筋活動であると同定することができた。

Ⅲ. 結 果

1. 矢状面内限界運動と外側翼突筋下頭の活動

図 2 は被験者 1 の矢状面内限界運動時の咀嚼筋活動，図 3 は切歯点，右顎頭点における運動軌跡を示す。外側翼突筋下頭は前方滑走運動時に活動し，顎頭の前方運動に主導的役割を果たしていた。前方限界咬合位を経て最大開口位に至るまでは，顎二腹筋前腹とともに著明な活動を示すが，顎頭運動方向が後方に向かう最大開口位から後方限界路上を閉じし後方変曲点に至る経路においては，顎二腹筋前腹とは異なり急激に活動量は減少していた。

2. 側方限界運動と外側翼突筋下頭の活動

図 4 は被験者 1 の左側方限界運動時の咀嚼筋活動，図 5 は左右顎頭点における運動軌跡を示す。

側方限界運動時，平衡側に相当する右側の外側翼突筋下頭は側方滑走運動開始時刻にほぼ一致して活動を開始しており，また作業側に相当する左側の外側翼突筋下頭はこれより遅れた時刻に活動が認められる。この作業側外側翼突筋

図 2 矢状面内限界運動時の咀嚼筋活動（被験者 1）

図 3 切歯点，右顎頭点における下顎限界運動（被験者 1）
（実線は矢状面内限界運動）

図 4 左側方限界運動時の咀嚼筋活動（被験者 1）

図5 顎頭点における下顎限界運動(被験者1)
(実線は左側方限界運動)

下頭の筋活動量は、活動開始後しばらくは微小であるが、その後急激に増加する傾向が認められた。作業側外側翼突筋下頭の活動開始時刻を顎頭における運動軌跡において観察すると、作業側顎頭の前方移動開始時刻にやや先行するかほぼ一致しており、その時、平衡側顎頭は顎路長の約3/4の位置まで前方移動していた。

b. 被験者2

a. 被験者1

図6 切歯点における下顎限界運動
(実線は側方限界運動)

(●: 作業側外側翼突筋下頭の活動開始時刻)

c. 被験者3

図6は各被験者の切歯点における下顎限界運動経路を示す。側方限界運動経路上に黒丸で示したのは、作業側外側翼突筋下頭の活動開始時刻である。被験者1, 被験者2の側方限界運動経路は左右でほぼ対称であり、平滑で再現性もよく、作業側外側翼突筋下頭の活動開始時刻は側方限界咬合位からやや開口した位置で、左右ともほぼ同じ位置であった。被験者3の咬合状態は咬頭嵌合位がやや不安定であり、右側方滑走運動のガイドが緩く、平衡側に強い咬合接触が存在していた。この被験者の側方限界運動範囲は左右で非対称であり、左側方限界運動に比べ右側方限界運動に制限が認められた。左右がほぼ対称な他の2例に比較し、側方限界運動時における作業側外側翼突筋下頭の活動開始時刻に左右差がみられ、制限側では側方限界咬合位付近ですでに筋活動が認められ、この被験者の非制限側や他の2例に比べ活動開始時刻が早かった。

図7は各被験者の左右側方限界運動時の作業側顆頭移動量と同側の外側翼突筋下頭筋電図を時間軸で重ね合わせたものである。前述の側方限界運動時に作業側外側翼突筋下頭の筋活動量が急激に増加する時刻は、被験者1の左右側と被験者3の左側においては顆頭の移動量が大きく増加する時刻とほぼ一致していた。制限の認められた被験者3の右側方限界運動時には、被験者1, 被験者2の左右の側方限界運動ならびに制限の認められない被験者3の左側方限界運動時に比べ、外側翼突筋下頭が早期に活動を開始していることが示されている。

3. 側方限界運動と側頭筋後部の活動

図8は各被験者の左右側方限界運動時の作業側顆頭移動量と同側の側頭筋後部筋電図を時間軸で重ね合わせたものである。被験者1, 被験者2の左右側方限界運動および制限の認められない被験者3の左側方限界運動時には、作業側顆頭が移動を始めるまでに側頭筋後部の著明な筋活動が認められる。しかし、被験者3の運動に制限の認められた右側方限界運動時には、作業側顆頭が移動を始めるまでの側頭筋後部筋活動量は他の例と比べると明らかに小さかった。

図7 作業側顆頭移動量と外側翼突筋下頭筋活動
(点線は顆頭移動量,
実線は外側翼突筋下頭筋活動)

図 8 作業側顎頭移動量と側頭筋後部筋活動
(点線は顎頭移動量,
実線は側頭筋後部筋活動)

Ⅳ. 考 察

1. 外側翼突筋下頭筋電図の導出について

外側翼突筋下頭筋電図の導出については、筋が比較的深層に位置するため従来は針電極が用いられていたが^{10) 11)}、針電極では生理的な顎運動を行う場合に障害となり、また疼痛等が問題となるため、最近ではBasmajian¹²⁾らにより始められたワイヤー電極が主に用いられるようになった。本研究においても、6自由度顎運動測定により可能になった顎頭運動記録と、顎頭に停止を持つ外側翼突筋下頭の活動をより生理的な状態で調べるためにワイヤー電極を使用した。

ワイヤー電極による筋電図導出においては、目的とする筋内に挿入されているかどうか、あるいはその電極の筋内での移動¹⁾や導線の揺れなどによるノイズ等が問題となる。しかし、筋電図記録に先立ちこれらの点については十分に確認し、適切でない場合には再度刺入を行った。筋内に適切に刺入・固定されている場合には他筋の活動による影響やノイズはほとんどなく、また実験の前後でデータの変化が認められなかったことなどから、ワイヤー電極により導出された筋電図について解析を加えることに問題はないと判断した。

ここで、外側翼突筋下頭の解剖学的位置関係を考察すると、同筋は、蝶形骨翼状突起外側板外面よりおこり、上後外方に走行し、関節突起の顎部内面に位置する翼突筋窩に停止している¹³⁾。その上方には外側翼突筋上頭が隣接しており、上外方には側頭筋前部が、下方および外方には内側翼突筋が近接している。そのため、外側翼突筋下頭筋電図導出のための電極刺入時、これらの筋との分離、判別が重要となる。

本研究では、外側翼突筋下頭と近在する他筋との判別を行うために、従来¹⁾の報告を参考にし、前述のような判別基準を立てた。この判別基準に基づき被験筋8筋を総合的に監視することにより、ワイヤー電極で導出した筋電図が外側翼突筋下頭の筋活動として評価できるものと考えた。

2. 外側翼突筋下頭の筋活動と顎頭運動

各種顎運動時の外側翼突筋下頭筋電図と顎頭運動の関係に注目すると、過去に報告されてい

るように同筋の活動は主に顎頭の前方移動に対応して認められた。また、矢状面内限界運動の例からもわかるように、顎頭位が前方であっても運動方向が後方に向かっている場合ではほとんど活動が認められず、外側翼突筋下頭は顎頭位に対応して筋活動を示すのではなく、顎頭の前方への運動に対応して活動していることがわかる。

3. 側方限界運動と咀嚼筋活動

西川²⁾は下顎限界運動と咬合接触の関係を調べ、側方滑走運動時に平衡側接触をもつ被験者では、運動側の側方限界運動に制限の認められる例のあることを示し、また実験的に咬合接触を変化させることにより制限のある側方限界運動範囲が拡大することを報告した。

側方限界運動に制限の認められる例においては、制限の認められない例に比較して、作業側に相当する側の外側翼突筋下頭の活動亢進がうかがわれ、活動の開始が早期に認められた。また制限の認められる例では、同じく作業側に相当する側の側頭筋後部の筋活動量が少ない傾向が認められた。

側方限界運動を行う際、作業側顎頭は側方滑走運動時はほぼ回転中心となりほとんど移動せず、側方限界咬合位から側方限界路上を開口する途中で前方移動を開始する。外側翼突筋下頭は顎頭を前方移動させる力を発揮するのに対して、側頭筋後部は直接下顎頭に停止を持たないが、筋線維の走行方向より顎頭に対しては後方へ向かう力を発揮すると推測される。このことから側方限界運動に制限の認められる例では、顎頭を前方へ引く外側翼突筋下頭の活動亢進と、後方へ引く側頭筋後部の活動低下により、作業側顎頭が早期に前方へ移動していることが理解できる。

古屋¹³⁾は顎機能に異常を有するものでは側方限界運動が左右非対称で、運動の滑らかさや恒常性に劣っていると報告している。また顎機能異常者においては外側翼突筋の圧痛および機能異常が高頻度に認められるという報告¹⁴⁾もある。本研究により明らかとなった側方限界運動と外側翼突筋の関係は、これらの報告を間接的に結びつけるものと考えられる。

また、本研究の結果は切歯点における下顎限

界運動が、一般に臨床においては測定が困難な外側翼突筋下頭の活動状態を示す情報を含んでいることを示すものであり、下顎限界運動のもつ診断的な意義を傍証するものである。

V. 結 論

6 自由度顎運動と外側翼突筋下頭を含む咀嚼筋活動を同時記録することにより、以下の結論を得た。

1. 外側翼突筋下頭の筋活動は、顎頭の前方移動に対応して観察された。またその活動開始時刻は、顎頭の前方移動開始時刻にわずかに先行するかほぼ一致していた。
2. 切歯点における側方限界運動に制限の認められる例において、作業側外側翼突筋下頭の活動亢進と作業側側頭筋後部の活動低下の傾向が認められた。

本研究の一部は文部省科学研究費補助金に依った。

文 献

- 1) 神山 光男：外側翼突筋の活動様式に関する研究，口病誌，25:164～183，1958.
- 2) 高野 直久：外側翼突筋に関する臨床解剖学的ならびに生理学的研究，歯科学報，86:19～55，1986.
- 3) Mahan, P. E., Wilkinson, T. M., Gibbs, C. H., Mauderli, A., and Brannon, L. S.: Superior and inferior bellies of the lateral pterygoid muscle EMG activity at basic jaw positions, J. Prosthet. Dent., 50:710～718, 1983.
- 4) Wood, W. W., Takada, K., Hannam, A. G.: The electromyographic activity of the inferior part of the human lateral pterygoid muscle during clenching and chewing, Archs oral Biol., 31:245～253, 1986.
- 5) Vitti, M., Basmajian, J. V.: Integrated Action of Masticatory muscles, Simultaneous EMG from Intramuscular

- Electrodes, Anat. Rec., 187:173~190, 1976.
- 6) Widmalm, S. E., Littie, J. H., Ash, M. M. : Anatomical and electromyographic studies of the lateral pterygoid muscle, J. Oral Rehabilitation, 14:429~446, 1987.
 - 7) McNamara, J. A. : The independent function of the two heads of the lateral pterygoid muscle, Am. J. Anat., 138:197~206, 1973.
 - 8) 鈴木 温 : デジタル方式下顎運動測定器による下顎限界運動の6自由度解析, 補綴誌, 31:712~725, 1987.
 - 9) 西川 啓介 : 顎運動と咀嚼筋活動に及ぼす咬合接触の影響, 補綴誌, 33:822~835, 1989.
 - 10) Moyers, R. E. : An electromyographic analysis of certain muscles involved in temporomandibular movement, Am. J. Orthod., 36:481~515, 1950.
 - 11) 三浦 不二雄 : 筋電図法による活動様式に関する研究, 口病誌, 23:291~320, 1956.
 - 12) Basmajian, J. V., Stecko, G. A. : A new bipolar electrode for electromyography, J. Appl. Physiol., 17:849, 1962.
 - 13) 上条 雍彦 : 口腔解剖学 2. 筋学, 252~261, アナトーム社, 東京, 1966.
 - 14) 古屋 良一 : 顎口腔系の機能に異常を有する者の下顎運動の研究, 補綴誌, 18:221~245, 1975.
 - 15) 藍 稔, 古屋 良一 : 顎口腔系の形態, 機能に関する臨床的調査, 補綴誌, 18:117~121, 1974.