顎関節部の機械モビリティの経日変動について

The Daily Variations in the Mechanical Mobility of TMJ Region

○鍋島史一, 更谷啓治, 柳田昌宏, 田中昌博, 川添堯彬, 岡 久雄* 山本辰馬*
Fumikazu NABESHIMA, Keiji SARATANI, Masahiro YANAGIDA, Masahiro TANAKA,
Takayoshi KAWAZOE, Hisao OKA * and Tatsuma YAMAMOTO *

大阪歯科大学歯科補綴学第2講座, * 岡山大学工学部電気電子工学科
Department of Fixed Prosthodontics, Osaka Dental University

*Faculty of Engineering, Okayama University

I. 緒言

顎関節症の成因を考える上で, 単にどれだけの大きさの力が顎関節部に加わるかだけでなく, どのように加わったか, さらにその力に対して顎関節部はどのように応答するのかを観察することによって下顎頭周囲軟組織の質的状況を判定することは臨床的に重要である。

そこで, 機械モビリティから顎関節部軟組織の力学パラメータを算出することにより, 顎関節部の質的な情報を客観的に, しかも無侵襲的に評価する方法を確立し, 顎関節部軟組織の力学特性の日内および経日変動について検討した。

II. 実験装置および方法

1. 機械モビリティ測定システムを用いた顎関節部軟組織の力学パラメータの解析

顎関節部軟組織の機械モビリティ導出にあたり, 図1に示す機械モビリティ測定システム^{1,2)}を使用した。

測定方法は, まず臨床的下顎安静位において下顎中切歯を加振点としてランダム振動を加え, 下顎頭周囲軟組織および下顎中切歯歯周組織の2系列の生物力学的特性を含んでいる機械モビリティスペクトラム(図2左)を測定, 保存する。次に, 下顎頭の可動性を排除するために, 上下顎第一大臼歯部でレジン製バイトブロックを咬ませ, 下顎中切歯歯周組織のみの特性を含む機械モビリティスペクトラム(図2中央)を得る。先に得た顎関節部軟組織および下顎中切歯歯周組織両

図1 顎関節部軟組織の機械モビリティ測定システム

図2 顎関節部軟組織の機械モビリティスペクトラムの算出および力学パラメータの解析

表1 顎機能異常患者の臨床症状

	Patient 1 (28year/Man)	Patient 2 (27year/Man)	Patient 3 (24year/Woman)	Patient 4 (25year/Woman)
Chief complaint	TMJ sounds & pain	TMJ sounds	TMJ sounds & Muscle pain	TMJ sounds
TMJ symptom	Crepitation	Clicking	Clicking	Clicking
Muscle symptom	None	None	Pain	None
Maximum opening	Active op. 51.0 (mm) Passive op. 53.5 (mm)	Active op. 55.2 (mm) Passive op. 59.0 (mm)	Active op. 45.5 (mm) Passive op. 50.0 (mm)	Active op. 47.0 (mm) Passive op. 51.0 (mm)
Behavior	Bruxism	Bruxism	None	Bruxism

方の特性を含んでいる機械モビリティスペクトラムから、後に得た下顎中切歯周囲組織のみの特性を反映した機械モビリティスペクトラムを減算することによって、顎関節部軟組織のみの特性を含むスペクトラム（図2右）を得る。さらに、その実測値から図2右上に示す顎関節力学モデルを構築し、このモデルから与えられる機械モビリティの理論曲線を最小二乗法によるコンピュータ・カーブフィティングを行うことによって、粘性としてcを、弾性としてkを、慣性としてmを算出し、この3つの力学パラメータで顎関節部軟組織の力学的特性を評価した。

機械モビリティの測定は、uprightの姿勢において、加振点を下顎右側中切歯、荷重量を50gf、加速度を0.05Gとして行った。なお、各パラメータ値は4回の解析値の平均値を代表値とした。

2. 実験項目

1) 被験者

被験者として、本学附属病院医局員から顎機能に異常を認めない22～28歳の健常有歯顎者4名および表1に示す症状を呈する顎機能異常患者4名、計8名を選んだ。

2) 日内変動

日内変動は午前9時から午後8時まで1時間ごとに12回測定を行った。また、食事前後の変動について検討した。変動の大きさについては変動係数から検討した。

3) 経日変動

経日変動は7日間、午後3時から午後6時の間に測定を行った。変動の大きさについては変動係数から検討した。

Ⅲ.実験結果

1. 日内変動

図3に健常有歯顎者、図4に顎機能異常患者それぞれにおける顎関節部軟組織の力学パラメータの日内変動を示す。斜線部は健常有歯顎者男女各14名ずつの平均値 ± 1 SD範囲を示す²⁾。図中の矢印は食事した時点を示す。

健常者では男性 (Subject 1および2), 女

性 (Subject 3および4) ともに斜線範囲内で変動していた。また、変動係数の平均値は、健常者ではc値は約3%, k値とm値は約5%であった。一方、顎機能異常患者は、Patient 1ではcおよびk値が斜線範囲から値の大きい方に、Patient 2および4ではcおよびk値が、Patient 3ではk値が斜線範囲から値の小さい方に逸脱して変動していた。また、各パラメータとも健常者と比較して変動係数が大きかった。

図3 健常有歯顎者の顎関節部軟組織各力学パラメータの日内変動 (矢印は食事をした時点を示す)

図4 顎機能異常患者の顎関節部軟組織各力学パラメータの日内変動 (矢印は食事をした時点を示す)

次に、図5および図6に示す健常者と顎機能異常患者の食事前後における顎関節部軟組織の各力学パラメータから、健常者では食事前後でほとんど変化は認められなかった。一方、顎機能異常患者では、食直後は各パラメータとも下がり、さらに食後1時間では上昇する傾向が認められた。特にc値においてその傾向が強かった。

2. 経日変動

図7に健常者、図8における顎機能異常患者の顎関節部軟組織の力学パラメータの経日変動を

示す。

健常者では男性、女性ともに斜線範囲内で変動していた。また、変動係数の平均値は、健常者ではc値は約3%、k値とm値は約6%であった。一方、顎機能異常患者では斜線範囲から逸脱して変動しており、いずれのパラメータも変動係数は健常者と比較して大きかった。また、矢印で示した起床時開口障害などの著しい臨床症状の認められた日を境に大きな変動が認められた。

図5 健常有歯顎者の食事前後における顎関節部軟組織の各力学パラメータの変動

図6 顎機能異常患者の食事前後における顎関節部軟組織の各力学パラメータの変動

図7 健康有歯顎者の顎関節部軟組織各力学パラメータの経日変動（矢印は著しい臨床症状の認められた日）

図8 顎機能異常患者の顎関節部軟組織各力学パラメータの経日変動（矢印は著しい臨床症状の認められた日）

IV. 考察および総括

顎関節症の発症原因のひとつとして異常な顎関節部負荷が挙げられているが^{3,4)}、顎関節は荷重負担関節であるとする報告^{5,6)}と荷重負担関節ではないとする報告⁷⁾がみられ、統一見解が得られていない。また、荷重を負担するか否かについては、顎関節の硬組織間に介在し応力緩衝機能を有するといわれている顎関節部軟組織、特に関節

円板の特性を検討する必要から、動物やヒトにおいてその弾性係数などが測定されてきた⁵⁾。しかし、日常生活において顎関節部軟組織に影響を及ぼすような負荷がかかっているのか否かについては検討されていない。

本研究では、従来まで顎関節部軟組織の質的狀態を、下顎限界運動量などから顎関節のゆるみ^{8,9)}として主観的に判定していたにすぎなかったものを、動的測定法から顎関節部軟組織の生物力学的

特性として判定し、日常における顎関節の特性について検討した。

1. 日内変動

生体にはリズムがあり疾病発症との関連が注目され始めており、ヒトの場合、明暗、温度、湿度などの同調因子に加えて、食事、人との接触、テレビなどメディアとの接触も強力な同調因子として作用し、特定の同調因子を指摘することは困難であると言われている¹⁰⁾。顎関節においても生体リズムが存在し、そのリズムを大きく狂わせる因子が日常生活で加わることによって顎関節症が発症すると考えられる。

本研究結果では、健常者では日内変動は安定していたのに対し、顎機能異常患者では健常者に比べ不安定であった。これは日常生活において、健常者では顎関節部に負担となる荷重はかかっていないが、顎機能異常患者では関節窩、滑液を含む下顎頭周囲軟組織、および下顎頭の3つの関係が崩れること、あるいは筋の機能異常などによって関節部に負担となる荷重がかかっているのではないかと考えられる。また、食事前後の各力学パラメータの変化は、健常者ではほぼ安定していたのに対し、顎機能異常患者では食直後で粘性および弾性が低下し、食後1時間では上昇して不安定であった。今回測定した顎機能異常患者では顎関節部に症状があるため、食事することによって顎関節部軟組織の状態が変化しやすいために大きな変動が認められたのではないかと推察する。また、c値での大きな変動は、河野らの報告¹¹⁾にもあるように食事をすることによって顎関節部の温度が上昇し、滑膜液を含め軟組織部の液体成分の粘性が下がるためではないかと考えられる。

2. 経日変動

経日変動においても日内変動と同様に健常者では安定していたのに対し、顎機能異常患者では不安定であった。つまり健常者では経日的にも顎関節に異常な負荷となる荷重はかかっていないと考えられる。一方、顎機能異常者では、ブラキシズムの有無など顎関節部への負荷のかかり方によって、顎関節部軟組織の位置的あるいは組織的な変化が著しいため、健常者に比べ変動が大きいと考えられる。

文献

- 1) Oka, H., Yamamoto, T., Saratani, K. et al: Automatic diagnosis system of tooth mobility for clinical use, *Med Prog Technol*, 16 : 117~124, 1990.
- 2) 鍋島史一 : 顎関節部軟組織の生物力学的特性に関する研究, *補綴誌*, 36:299~313, 1992.
- 3) 井上 匡:咬合力による下顎の偏位に関する研究 第2報 顎頭の偏位の分析, *補綴誌*, 33:215~224, 1989.
- 4) 窪木拓男: 顎関節部負荷ならびに顎関節構造の対負荷特性に関する生物力学的研究 第3編 実験的顎関節部負荷が顎関節構造に及ぼす影響, *岡山歯学会雑誌* 9:219~227, 1990.
- 5) Hylander, W.L. : An experimental analysis of temporomandibular joint reaction force in macaques, *Am J Phys Anthropol*, 51: 433, 1979.
- 6) Boyd, R.H., Gibbs, C.H., Richmond, A.F. et al: Temporomandibular joint forces in monkey measured with piezoelectric foil, *J Dent Res*, 61:351, 1982.
- 7) Roberts, D. and Tattersall, I.: Skull form and the mechanics of mandibular elevation in mammals, *Am Mus Novitates*, No. 2536: 1, 1974.
- 8) McCarroll, R.S., Hesse, J.R., Naeije, M. et al : Mandibular border positions and their relationships with peripheral joint mobility, *J Oral Rehabil*, 14:125~131, 1987.
- 9) Westling, L.: Craniomandibular disorders and general joint mobility, *Acta Odontol Scand*, 47: 293~299, 1989.
- 10) 高橋三郎, 高橋清久, 本間研一 : 臨床時間生物学, 1~18, 朝倉書店, 東京, 1990.
- 11) 河野 亘, 田中昌博, 鍋島史一ほか : 安静時における顎関節部深部温, *補綴誌*, 34:359~363, 1990.