健常者の体幹および頭頸部の姿勢変化が 咀嚼の効率に及ぼす影響

*Influence of the Sitting Posture Including the Position of the Head and Neck on
Chewing Efficiency of Healthy Adults*

原口 裕希¹⁾ 山村 千絵²⁾

YUKI HARAGUCHI, RPT, MS¹⁾, CHIE YAMAMURA, DDS, PhD²⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Niigata Rehabilitation College: 2-16 Kaminoyama, Murakami City, Niigata, 958-0053, Japan. TEL+81 254-56-8282 E-mail: haraguchi@nrc.ac.jp

²⁾ Graduate School of Rehabilitation, Niigata University of Rehabilitation

Rigakuryoho Kagaku 27(2): 171-175, 2012. Submitted Oct. 21, 2011. Accepted Nov. 22, 2011.

ABSTRACT: [Purpose] This study was performed to investigate the influence of changes in posture during feeding on masticatory efficiency. [Subjects] Subjects were 23 healthy young adults. [Methods] The subjects were asked to adopt four postures in a random order. The activity of the masseter muscle was recorded by electromyography from the beginning of chewing to the end. The number of chewing strokes, total chewing time, chewing rhythm and coefficient of variation of chewing rhythm were compared among the postures. [Results] The number of chewing strokes was significantly greater in R30-HN30 than in R90-HN0. The total chewing time was significantly longer in R30-HN0 and R30-HN30 than in R90-HN0. Burst duration was longest in R30-HN0. Cycle time was significantly longer in R30-HN0 than in R90-HN0. The coefficient of variation of burst duration was significantly greater in R30-HN0 than in R90-HN0. [Conclusion] Masticatory efficiency is the best in R90-HN0.

Key words: mastication, posture, electromyography

要旨:〔目的〕姿勢変化が咀嚼の効率へ与える影響を調べる。〔対象〕健常成人23人とした。〔方法〕4通りの姿勢をランダムにとらせ、試料の咀嚼開始から嚥下までを筋電図で記録し解析した。〔結果〕咀嚼回数はリクライニング30度頭頸部屈曲30度(R30-HN30)がリクライニング90度頭頸部0度(R90-HN0)より多かった。総咀嚼時間はリクライニング30度頭頸部0度(R30-HN0)とR30-HN30がR90-HN0より長かった。バースト持続時間はR30-HN0が他の姿勢より長かった。咀嚼周期はR30-HN0がR90-HN0より長かった。バースト持続時間の変動係数はR30-HN0がR90-HN0より大きかった。〔結語〕咀嚼の効率はR30の姿勢で悪く、R90-HN0の姿勢のときが最も良いことが示唆された。

キーワード: 姿勢, 咀嚼, 筋電図

¹⁾ 新潟リハビリテーション専門学校 理学療法学科:新潟県村上市上の山2-16 (〒958-0053) TEL 0254-56-8282

²⁾ 新潟リハビリテーション大学大学院 リハビリテーション研究科

I. はじめに

摂食・嚥下障害の代償的介入法として頭頸部を含めた姿勢の調整は、食形態の調整とならび有効な手段であるとされている。たとえば才藤¹⁾は、videofluorographyを用いた研究で、体幹角度を60度や30度に設定すると直立位よりも誤嚥を防げると報告している。また長谷川²⁾は、頭位を変化させると嚥下時の口腔周囲筋活動や嚥下反射開始時の食塊位置に影響が及ぼされる可能性を示唆している。これらの研究や臨床現場での経験に基づき、摂食・嚥下障害者の訓練や摂食の場面では、リクライニング位に頭頸部屈曲位を組み合わせる食事摂取が行われることが多い。しかし、適切と判断されて調整される姿勢も、実際には、その効果を十分に発揮できない場合も多々ある。なぜなら、健常者は体幹を起こし、頭頸部を自由に動かせる状態で食事をするのが通常で、体幹を後方へ傾け頭頸部を屈曲した状態では、咀嚼や嚥下がしにくいと考えられ、実際にそのように訴える患者も多い。

咀嚼の効率と姿勢の関係については、健常成人でギャッジアップベッドの食事姿勢をとらせると、咀嚼・嚥下に不利となる可能性を示唆した報告がある³⁾が、他に十分な検討は行われていない。そこで本研究は、摂食時の姿勢を頭頸部角度と体幹角度の組み合わせで変化させることにより、咀嚼の効率がどの程度変化するかを、健常者において調べることを目的として実施した。患者個々の咀嚼・嚥下機能を考慮した上で、誤嚥を防ぐ安全な姿勢をとらせることはいうまでもないが、さらに効率よく楽に食べることができる適切な姿勢をとらせることは、理学療法士の職責としても、重要なことであると考えられる。

II. 対象と方法

1. 対象

被験者は、歯の欠損・咀嚼障害・咬合異常・嚥下障害・口腔乾燥症状・被験食品（グミゼリー）に対する嫌悪感やアレルギーがなく、リクライニング車椅子上で任意の姿勢をとることのできる健常成人23人（男性13人、女性10人：平均年齢 21.2 ± 0.7 歳）とした。本研究は、新潟リハビリテーション大学倫理委員会の承認を得た後、被験者に文書および口頭で実験内容を十分に説明し同意を得た。

2. 方法

すべての測定は、直近の食事から2時間以上空けた空腹の時間帯で14時から16時の間に行った。被験者はリクライニング車椅子に座らせ、ランダムに4通りの姿勢をとらせた。各姿勢においてグミゼリー1/2個ずつを舌背中央部に5秒間保持させた後、合図とともに習慣性咀嚼側（日常的に咀嚼する側）で咀嚼させ、1回で嚥下する

ように指示した。咀嚼側と同側の咬筋の活動を筋電図に記録し、咀嚼の開始から終了までの間の筋活動をもとに解析を行った。各姿勢での試行は3回ずつとし、試行の間隔は約1分間とした。

体幹姿勢はリクライニング車椅子で90度（端座位）あるいは30度、頭頸部姿勢は0度（中間位）あるいは屈曲30度（屈曲位）とし、それぞれの組み合わせから4通りの姿勢、すなわち、リクライニング90度と頭頸部0度（以下R90-HN0）、リクライニング90度と頭頸部屈曲30度（以下R90-HN30）、リクライニング30度と頭頸部0度（以下R30-HN0）、リクライニング30度と頭頸部屈曲30度（以下R30-HN30）に調整を行った。頭頸部角度は日本整形外科学会、日本リハビリテーション医学会の関節可動域表示ならびに測定法⁴⁾に準じて設定した。頭頸部屈曲30度では、頭頸部をクッションで支えることにより姿勢を保持した。また固定はせずに行える限り自然な状態をとらせ、下肢はリクライニング車椅子のフットプレートにのせた状態で実験を行った。

被験者に咀嚼させる試料は、咀嚼能力を評価・判定するために歯科領域で多用されているグミゼリー⁵⁾とした。グミゼリー（明治製菓果汁グミ グレープ味）は、1個を縦半分に切ったもの（直径 $20 \times 10 \times 10$ mm、重量約1.65 g）を使用した。

筋電図測定機器はマルチセンサー生理計測装置NeXus-10（MindMedia社製）を、電極はディスプレイ表面電極LecTrode（株式会社アドバンス）を使用した。導出電極は習慣性咀嚼側の咬筋筋腹中央部付近において、頬骨と下顎角を結んだ線分の中点を中心とし、咬筋の走行に沿って電極間距離16 mmとなるように貼付し、双極誘導で記録した⁶⁾。アース電極は第7頸椎付近に設置した。咬筋活動は、グミゼリーを咬むために顎を開閉させる度に、閉口に伴いバースト状に記録される。バースト状の筋電図を解析するに当たり、バーストの開始および終了時点を決定する必要がある。本研究では、バックグラウンドノイズに対して±最大値の処理を行い、この振幅を超えた点をバーストの開始または終了地点とした⁷⁾。

筋電図より時間パラメータである咀嚼回数、総咀嚼時間、咀嚼リズム、咀嚼リズムの変動係数を算出し、4姿勢間で値を比較した。姿勢ごとに各被験者3回ずつの試行を行い、平均値を測定値とした。

咬筋筋電図から時間パラメータを算出する方法は、歯科領域での通法⁵⁾に準じて行った。すなわち、咀嚼回数は咀嚼開始から終了までの咬筋のバースト回数とし、総咀嚼時間は咀嚼開始から終了までの時間とした。また、咀嚼開始から終了までの全ストロークにおいて、バースト持続時間、バースト間隔時間、咀嚼周期を測定し、咀嚼リズムの指標とした。その際、バースト持続時間は個々のバーストの開始から終了までの時間とし、バースト間

隔時間はバーストの終了から次のバーストの開始までの時間とし、咀嚼周期はバースト持続時間とバースト間隔時間の合計時間とした。さらに、咀嚼リズムの安定性の指標を得るために咀嚼リズムの変動係数を求めたが、これは咀嚼リズムの指標となる各測定値(バースト持続時間、バースト間隔時間、咀嚼周期)の平均値と標準偏差から算出した(変動係数=標準偏差/平均値)。

統計処理は、各測定項目について各姿勢における平均値と変動係数を比較するため、1way ANOVAで有意差があることを確認したのち、Tukeyの多重比較検定を行い、有意水準は5%とした。統計ソフトはGraphPad Prism5J (GraphPad Software 社)を用いた。

III. 結 果

4通りの姿勢(R90-HN0, R90-HN30, R30-HN0, R30-HN30)において、咀嚼回数、総咀嚼時間、咀嚼リズム(バースト持続時間、バースト間隔時間、咀嚼周期)、咀嚼リズムの変動係数を比較した。

咀嚼回数(表1)は、R30-HN30においてR90-HN0より有意に多かった。総咀嚼時間(表2)は、R30-HN0とR30-HN30において、R90-HN0より有意に長かった。

咀嚼リズム(表3)のうち、バースト持続時間は、R30-

HN0において他のどの姿勢よりも有意に長く、咀嚼周期は、R30-HN0においてR90-HN0より有意に長かった。バースト間隔時間については、各姿勢間で有意な差はみられなかった。

咀嚼リズムの変動係数(表4)のうち、バースト持続時間の変動係数は、R30-HN0においてR90-HN0より有意に大きかったが、バースト間隔時間の変動係数および咀嚼周期の変動係数は、各姿勢間で有意な差はみられなかった。

IV. 考 察

本研究は、摂食・嚥下障害者が食べにくいと訴える場合において、末梢や中枢の咀嚼・嚥下機能が低下していることだけではなく、摂食時の姿勢にも原因があると考え、摂食時の姿勢を変化させることで咀嚼の効率に変化するかを検討した。その結果、咀嚼の効率は、健常者が通常食事をする時にとる姿勢に近いR90-HN0の時が最も良く、嚥下訓練時に調整されることの多い姿勢(R30)では低下していることが明らかになった。R90-HN0以外の姿勢で食事を行っている患者さんが食べにくいと訴える場合には、体幹や頭頸部の姿勢の要因も考慮する必要があることが示唆された。

表1 各姿勢における咀嚼回数について

R90-HN0	R90-HN30	R30-HN0	R30-HN30
19.9 ± 1.9	20.9 ± 2.5	20.8 ± 1.8	21.9 ± 2.4*

平均値 ± 標準偏差 (回)

* : R90-HN0 との間に有意差あり (p<0.05)

表2 各姿勢における総咀嚼時間について

R90-HN0	R90-HN30	R30-HN0	R30-HN30
14.2 ± 1.0	14.8 ± 1.1	15.5 ± 1.2*	15.4 ± 1.4*

平均値 ± 標準偏差 (秒)

* : R90-HN0 との間に有意差あり (p<0.05)

表3 各姿勢における咀嚼リズムについて

	R90-HN0	R90-HN30	R30-HN0	R30-HN30
バースト持続時間	0.36 ± 0.08**	0.36 ± 0.08**	0.39 ± 0.08	0.37 ± 0.08*
バースト間隔時間	0.39 ± 0.12	0.40 ± 0.11	0.40 ± 0.12	0.40 ± 0.12
咀嚼周期	0.74 ± 0.13**	0.76 ± 0.14	0.77 ± 0.14	0.76 ± 0.15

平均値 ± 標準偏差 (秒)

* : R30-HN0 との間に有意差あり (p<0.05)

** : R30-HN0 との間に有意差あり (p<0.01)

表4 各姿勢における咀嚼リズムの変動係数について

	R90-HN0	R90-HN30	R30-HN0	R30-HN30
バースト持続時間	0.23 ± 0.05*	0.25 ± 0.06	0.28 ± 0.08	0.25 ± 0.06
バースト間隔時間	0.24 ± 0.05	0.27 ± 0.10	0.30 ± 0.10	0.28 ± 0.07
咀嚼周期	0.16 ± 0.03	0.17 ± 0.04	0.18 ± 0.05	0.18 ± 0.04

平均値 ± 標準偏差

* : R30-HN0 との間に有意差あり (p<0.05)

本研究で咀嚼の試料として用いたグミゼリーは、歯科領域において咀嚼能力を評価するために用いる試料として多用されている。グミゼリーを用いた検査法では、咀嚼能力（粉碎、咬断、混合等を総合した能力）のうち、特に咬断および混合能力をよく反映した結果が得られる⁵⁾とされており、咀嚼の効率を調べるためのすぐれた検査法であるといえる。なお、本研究では被験者への負担を考慮し、1回に食するグミゼリーの量は1/2個とした。

咀嚼の効率を検査する方法には直接的検査法と間接的検査法がある。本研究においては間接的検査法である。咀嚼時の筋活動より判定する方法を用いた。この方法は一般に咀嚼筋電図のバースト波形出現の様子や、その規則性等を分析することにより行われている。すなわち、筋電図より得られるバースト持続時間、間隔時間、咀嚼周期とそれらの変動係数等を算出し、これをパラメータとして咀嚼リズムの安定性を評価し、咀嚼の効率の判定を行うものである⁵⁾。変動係数については、その値が小さいほど咀嚼リズムの安定性が高く、咀嚼の効率は良いといわれている⁸⁾。本研究では咀嚼側と同側の咬筋から筋電図を記録し解析を行った。予備実験の段階では、両側の咬筋および側頭筋から記録を行っていたが、筋活動の様相は、すべて同じ傾向が見られたため、本実験での記録・解析は咀嚼側と同側の咬筋1ヶ所のみとした。

咀嚼運動は基本的に片側において遂行されることから、その使用頻度に関して習慣性咀嚼側の存在が認められている。柏木⁹⁾は習慣性咀嚼側におけるガムチューイング時の筋活動は非習慣性咀嚼側に比較して、各筋がより合目的な活動を発揮できているとしている。本研究は咀嚼筋活動をもとに咀嚼の効率について検討することが目的であったので、被験筋が合目的な活動を発揮できる習慣性咀嚼側で咀嚼させた。習慣性咀嚼側の判定は、被験者に対して行った「食事の際、好んで咀嚼する側はどちらですか?」という質問への回答と、実験開始前の練習時に試料を咀嚼させた際、下顎運動の第一ストロークが偏位した側を実験者が目視で確認するとともに、被験者にも尋ねることにより行った⁸⁾。この方法で、すべての被験者において習慣性咀嚼側を判定することができた。

本研究では被験者に4通りの姿勢をとらせ、それぞれの姿勢における咀嚼の効率について比較検討した。姿勢はランダムに調整を行ったので、調整順序による結果への影響はないと考えられる。結果、摂食・嚥下訓練時に多用されるR30の姿勢においては、健常者が摂食時にとる通常の姿勢に近いR90-HN0の姿勢と比べ、試験試料を嚥下するまでに必要な咀嚼回数は有意に多く、総咀嚼時間は有意に長かった。また、咬筋のバースト持続時間や咀嚼周期も延長し、バースト持続時間の変動係数も増加した。これらのことからR30姿勢での咀嚼は、食べ始めから嚥下までに多く時間をかけて咬まなければ咬断や混合が不十分で、嚥下可能な食塊を形成できないことを

意味し、咀嚼の効率の低下を時間的に補償しているものと考えられた。一般に小児や顎関節症患者、インプラント義歯装着者等では、健常成人と比較し食片を噛みこむのに時間を要し、咀嚼負荷を時間で補うことから咀嚼周期が延長することが報告されている^{10,11)}。本研究においても、咀嚼に不適切な姿勢をとったことで、咀嚼筋群の活動やそれらの協調運動の低下が起これ、咀嚼の効率が低下することでバースト持続時間や咀嚼周期が延長したと考えられる。また変動係数の増加は咀嚼リズムの不安定さの増加を意味し、スムーズな咀嚼が障害されたことを示す。実際、何人かの被験者においては実験終了後、咀嚼のしやすさについての主観的な感想を聴取した。感想結果も本研究で採取されたデータの結果と良く一致するものであり、R90-HN0の姿勢が最も咀嚼しやすいとの回答が多かった。また、座位姿勢を変えると咀嚼筋や頸部の筋活動が変化することが報告されており、適切でない座位姿勢は下顎や舌の運動を阻害するということである¹²⁾。舌は咀嚼のみならず嚥下にも重要な役割を果たしているため、姿勢の変化は本研究で調べた咀嚼のみでなく、嚥下のしやすさにも影響を及ぼしていると考えられる。

本研究は健常者で行ったものであり、時間パラメータの多くは有意差が生じた場合であっても実測値自体は顕著な差ではなかった。その要因として咀嚼運動の基本的な動作やリズムは脳幹部にプログラムされている¹³⁾、姿勢を変化させても脳幹部パターンジェネレーターで形成される咀嚼リズムの大きな変動は生じないからと考えられる。しかし、咀嚼をしにくいと訴える患者においては、末梢からの入力咀嚼中枢へ強い影響を及ぼしていることが考えられ、少しの姿勢の違いから、咀嚼の困難さの度合いが健常者よりも大きく変化する可能性もあり、今後、詳細な研究を必要とする。

摂食・嚥下リハビリテーションの現場では、体幹後屈位に頭頸部軽度屈曲位を組み合わせた姿勢が多く用いられる。その理由として体幹を後屈させ頸部を屈曲させると、喉頭が咽頭の上方に位置し重力の関係から誤嚥が起これにくくなることが挙げられる¹⁾。しかし、本研究の結果より体幹を後屈させたR30の姿勢は、咀嚼においてはその効率が低下し不利となることがわかった。臨床現場では、咀嚼障害のみの患者、嚥下障害のみの患者、咀嚼障害と嚥下障害がさまざまな程度でミックスしている患者が混在している。しかし、彼らを区別せずに、摂食・嚥下訓練時は一律に体幹を傾斜させる姿勢に調整する傾向がある。本研究結果から、咀嚼障害のみで嚥下障害がない場合は誤嚥のリスクを伴わないので、R90-HN0のような通常の食事姿勢に近い姿勢で食事をさせたほうが効率も良く食べやすいことが示唆された。

摂食時の姿勢については、患者個々の摂食・嚥下機能を十分に考慮した上で調整することが、理学療法士にとっ

でも重要な鍵となるであろう。

引用文献

- 1) 才藤栄一, 木村彰男, 矢守 茂・他: 嚥下障害のリハビリテーションにおける videofluorography の応用. リハビリテーション医学, 1986, 23(3): 121-124.
- 2) 長谷川信乃, 岡田隆寛, 山田 賢・他: 頭位と嚥下反射開始時の筋活動および食塊位置. 日本顎口腔機能学会雑誌, 2002, 8(2): 131-134.
- 3) 須藤沙弥香, 高橋俊章, 神先秀人・他: ギャッジアップベッドでの姿勢の変化が咀嚼・嚥下に及ぼす影響. J Jap Phys Ther Assoc, 2008, 35: 545.
- 4) 日本整形外科学会, 日本リハビリテーション医学会: 関節可動域表示ならびに測定法 (平成7年4月改訂), リハ医学, 1995, 32(4): 207-217.
- 5) 日本補綴学会ガイドライン作成委員会: 咀嚼障害評価法のガイドライン—主として咀嚼能力検査法—. 補綴誌, 2002, 46(4): 619-625.
- 6) Yamamura C, Kosugi S, Ono K, et al.: Patterns of jaw reflexes induced by incisal and molar pressure stimulation in relation to background levels of jaw-clenching force in humans. Jpn J Physiol, 1993, 43(1): 87-102.
- 7) 下野俊哉: 表面筋電図マニュアル基礎編. 酒井医療株式会社, 東京, 2004, p34.
- 8) 市川淳一郎: 偏側咀嚼習慣が下顎機能と顔面形態に及ぼす影響. 岐阜学誌, 2009, 35(3): 123-134.
- 9) 柏木宏介: 習慣性ならびに非習慣性咀嚼側におけるガムチューイング時の正規化筋電図包絡線による解析. 歯科医学, 1996, 59(2): 56-57.
- 10) 田村厚子: 小児における咀嚼運動の筋電図学的研究. 日大歯学, 1988, 62: 299-311.
- 11) 柿谷幸男, 山内六男, 山田耕弘・他: インプラント義歯装着者における食品の硬さに対応した咀嚼運動の調節. 岐阜学誌, 2001, 28(1): 81-89.
- 12) 土田幸弘, 河野正司: 咬合と全身とのかかわり. 歯界展望, 1996, 87(5): 1177-1189.
- 13) Nakamura Y, Katakura N: Generation of masticatory rhythm in the brainstem. Neurosci Res, 1995, 23: 1-19.