

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 4 月 30 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24592893

研究課題名(和文)咬合および咀嚼機能と全身姿勢の関連性を解明するための総合的解析

研究課題名(英文) Comprehensive analysis of the interrelationship between dental occlusion, masticatory function and whole-body posture

研究代表者

坂口 究 (SAKAGUCHI, KIWAMU)

北海道大学・歯学研究科(研究院)・助教

研究者番号：90312371

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：咀嚼運動が頭部動揺、体幹動揺、身体重心動揺に及ぼす影響について検討した結果、下顎安静位や咬頭嵌合位を保持した時と比較して、咀嚼運動時には、身体重心動揺の前後、左右のバランスには影響を及ぼさないが、頭部動揺、体幹動揺、身体重心動揺が小さくなることが分かった。したがって、咀嚼運動は、姿勢制御に影響を及ぼして、頭部と体幹の動揺が小さくなり、姿勢の安定性を高めることが分かった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to evaluate to the effect of masticatory movements on head, trunk and body sways during standing position. When subjects maintained standing position with masticating chewing gum, head, trunk and body sways were significantly smaller than when they maintained their mandibles in the rest position and centric occlusion ($p < 0.05$). No significant differences were found in the weight distribution between the 2 mandibular positions and masticating chewing gum. It was founded that masticating chewing gum affected the stability of head, trunk and body sways during standing position. These findings suggest that masticatory movements affect the postural control by enhancing the postural stability during standing position.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：顎口腔機能学 咬合と全身

1. 研究開始当初の背景

咀嚼運動は、食物摂取から嚥下に至るまでの円滑に営まれる運動であり、下顎の複雑な運動と口唇、頬、舌などの口腔周囲軟組織の運動の協調活動による顎顔面の総合的な運動である。また、咀嚼運動には、下顎運動に伴った頭部の協調運動の存在が報告されている。

ヒトの直立姿勢は、重心が身長約56%の高さにあり、狭い支持基底面で支えられているので、物理的に不安定な状態にあり、絶えず僅かな動揺を繰り返しながら平衡を維持している。また、頭部は体重の約10%の重さがあり、からだの最上部に位置して、首を介して体幹に支えられている。したがって、頭位の安定は、姿勢制御において重要である。

咀嚼運動と姿勢の関連性については、これまでにいくつかの報告が認められる。しかしながら、咀嚼時における頭部動揺、体幹動揺、身体重心動揺を同時に計測して、これらの関連性を定量的に解析した報告は認められない。頭部の協調運動を伴う咀嚼運動が、頭部動揺、体幹動揺、身体重心動揺に及ぼす影響を同時に検討することは、顎口腔機能と姿勢制御の関連性を解明するうえで有意義であると考えた。

2. 研究の目的

咀嚼運動と姿勢制御の関連性を解明するために、咀嚼運動が頭部動揺、体幹動揺、身体重心動揺に及ぼす影響について検討することを目的とした。

3. 研究の方法

被験者には、顎口腔系や平衡機能に機能障害の既往と現病歴を認めない健常有歯顎者30名を選択した。

被験者の咀嚼時における下顎切歯点の運動を、光学式下顎運動測定装置を用いて記録し、運動経路の重ね合わせと平均経路の表示を行って分析した。本研究では、咀嚼経路が咬頭嵌合位から作業側に向かって開口し、咬頭嵌合位付近の閉口路が convex を呈する者を選択した(図1)。

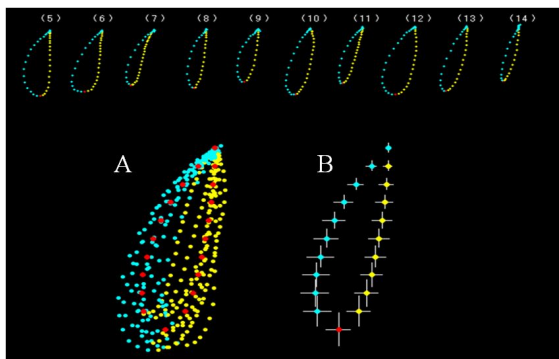


図1 咀嚼運動自動分析システムによる運動経路の重ね合わせと平均経路表示の一例(右

咀嚼時)

A 重ね合わせ表示 黄色：開口路、水色：閉口路、赤色：中心咬合位から最大開口位までを上下的に10分割した各分割点の座標値の平均座標値

B 平均経路 黄色：開口路におけるAの赤色に同じ、水色：閉口路におけるAの赤色に同じ、赤色：最大開口位の平均座標値

身体重心動揺、頭部動揺、体幹動揺は同時に測定した。身体重心動揺の測定には、足圧荷重分布測定装置を用いて、足圧荷重中心と足圧荷重分布値を出力した。頭部と体幹動揺の測定には、3次元動作解析装置を用いて、頭部と体幹動揺の3次元座標値を出力した。測定点には再帰反射マーカを用いて、顔面皮膚上に4点(鼻根点、鼻尖点、左右頬骨点)を設定した。4点の重心座標を算出し、重心座標の平均座標を頭部仮想中心座標とした。体幹にも4点(胸鎖中点、胸骨中点、左右鎖骨点)を設定して、同様に体幹仮想中心座標を定義した。なお、頭部動揺の解析は、体幹を基準とした座標系を用いて行った(図2)。

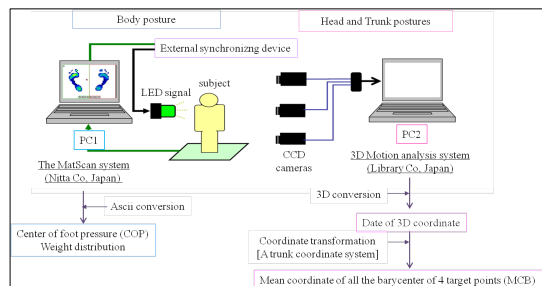


図2 身体重心動揺、頭部動揺、体幹動揺の同時計測システムと解析の概要

測定では、足圧荷重分布測定装置のセンサーシート上で、被験者に足を肩幅に開かせて自然直立姿勢をとらせ、2メートル前方の鏡に映った自身の目を注視するよう指示した。そして、下顎安静位、咬頭嵌合位、ガム咀嚼時の各条件下、身体重心動揺、頭部動揺、体幹動揺をそれぞれ20秒間3回ずつ記録した。

身体重心動揺の安定性評価には、足底荷重中心移動の総軌跡長と面積(矩形・外周・実効値)、バランス評価には、前後・左右の足圧荷重分布値を用いた。頭部と体幹動揺の安定性評価には、頭部動揺値と体幹動揺値を用いた。頭部動揺値は、頭部仮想中心座標と各重心座標の経時的距離変化の平均値と定義した。体幹動揺値についても同様に定義した。

下顎安静位、咬頭嵌合位、ガム咀嚼時の3条件下における、身体重心動揺、頭部動揺、体幹動揺の比較を行うために、足圧荷重中心移動の総軌跡長と面積(矩形・外周・実効値)、前後・左右の足底荷重分布値、頭部動揺値、体幹動揺値の比較を行った。フリードマン検

定により群間比較を行い、多重比較にはボンフェローニ補正ウィルコクソン検定を用いた。

4. 研究成果

咬頭嵌合位の足圧荷重中心移動の総軌跡長は、下顎安静位の時と比較して短くなり(図3)、足圧荷重中心移動の面積(矩形・外周・実効値)(図4)、頭部動揺値、体幹動揺値(図5)はそれぞれ小さくなった。これらの結果から、咬頭嵌合位は、下顎安静位の時よりも身体重心動揺、頭部動揺、体幹動揺が安定することが分かった。

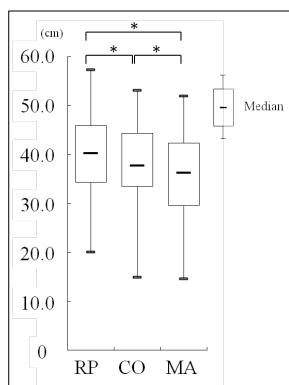


図3 足底荷重中心移動の総軌跡長の比較

RP: 下顎安静位, CO: 咬頭嵌合位, MA: 咀嚼時, *: $P < 0.05$

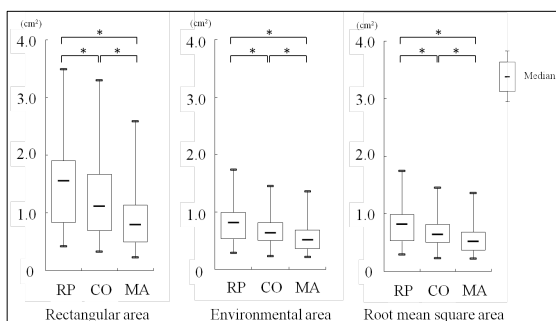


図4 足圧荷重中心移動の面積(矩形(左図)・外周(中央図)・実効値(右図))の比較

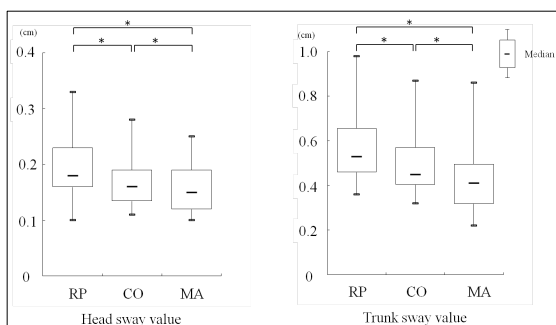


図5 頭部動揺値(左図)と体幹動揺値(右図)の比較

頭位の安定は、姿勢制御において重要である。歯根膜、筋紡錘、顎関節からの求心性感

覚情報は、三叉神経を介して頭頸部の筋群に作用して、頭部の安定性に寄与することが報告されている。したがって、咬頭嵌合位の際は、下顎安静位の時と比較して、臼歯部での咬合接触が両側性に得られたことによって、歯根膜、筋紡錘、顎関節からの求心性感覚入力に両側性に生じ、両側性にバランスのとれた求心性情報が、三叉神経を介して頭頸部筋群に作用して、頭部の固定化が図られ、頭部動揺が安定し、体幹動揺、身体重心動揺も安定したことが考えられる。

下顎安静位、咬頭嵌合位の時と比較して、ガム咀嚼時の足圧荷重中心移動の総軌跡長は短くなり(図3)、足圧荷重中心移動の面積(矩形・外周・実効値)(図4)、頭部動揺値、体幹動揺値(図5)は小さくなった。これらのことから、ガム咀嚼時は、下顎安静位、咬頭嵌合位の時よりも頭部動揺、体幹動揺、身体重心動揺が安定することが分かった。

咀嚼時には足関節の固定に関与するヒラメ筋、前脛骨筋のH波の振幅が認められ、その振幅は、噛みしめ強度と正の相関を示すことが報告されている。また、咀嚼時には、最大噛みしめ時の37%の咬合力が発揮されることも報告されている。これらの報告から、ガム咀嚼時には、咬頭嵌合位の時と比較して、咬合力が大きく、足関節の固定に関与する筋群のH波の振幅も大きかったことが考えられる。さらに、咬頭嵌合位から作業側に向かって開口し、咬頭嵌合位付近の閉口路がconvexを呈する咀嚼運動経路は、他の運動経路と比較して、運動経路とリズムが安定しており、かつ、筋活動が増加して、咀嚼能力が優れていることが報告されている。したがって、ガム咀嚼時は、下顎安静位、咬頭嵌合位の時と比較して、歯根膜、筋紡錘、顎関節からのよりポジティブなフィードバック制御が中枢神経系に作用して、頭頸部筋活動や下肢筋群筋活動が増加し、頭位や足関節の固定化がより図られ、頭部、体幹、身体重心動揺が安定したことが考えられる。咀嚼運動による姿勢制御機構へのポジティブな影響は、上肢と下肢の両方に及んでいたことが推察された。

下顎安静位、咬頭嵌合位、ガム咀嚼時において、前後・左右の足圧荷重分布値に有意差は認められなかった(図6)。これは、3条件下において、身体重心動揺の前後・左右のバランスには、変化が認められなかったことを示す。

ヒトの直立姿勢の維持には、前庭系、視覚系、深部知覚系からの入力が重要な働きをしている。身体の重心位置が移動すると、直立姿勢を維持するために、神経筋機構の制御が作用して、身体の重心位置を支持基底面内に維持しようとする補償機能が働くという報告がこれまでになされている。したがって、

本研究における3条件下においては、身体の重心位置を支持基底面内に維持しようとする補償機能が作用し、重心動揺の前後・左右のバランスには変化が認められなかったことが考えられる。

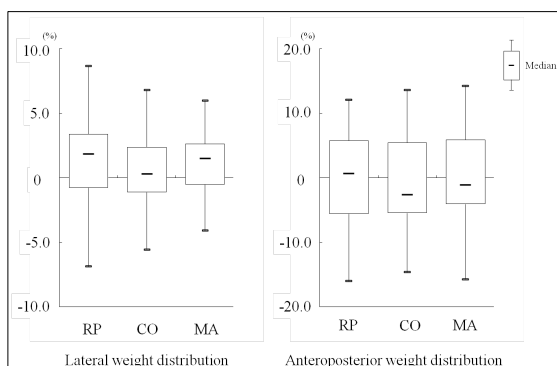


図6 左右の足圧荷重分布値(左図)と前後の足圧荷重分布値(右図)の比較

結論

咀嚼運動と姿勢制御の関連性を解明するために、咀嚼時における頭部動揺、体幹動揺、身体重心動揺を同時に計測して、これらの関連性を定量的に解析した結果、咀嚼運動は、頭部、体幹、身体重心動揺に影響を及ぼし、姿勢の安定性を高めることが分かった。

今後も「咬合および咀嚼機能と姿勢の関連性解明」の一端を担うべく、下肢を含めた動作解析や筋電図学的解析も解析データに加えて、生体のダイナミックな現象である咬合、咀嚼運動、頭部動揺、体幹動揺、身体重心動揺の関連性を示す客観的データの蓄積およびデータベースの構築を目指す。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計7件)

Sakaguchi K, Mehta N, Correa L, Abdallah E, Abe K, Shima K and Yokoyama A, Examination of the relationship between body posture and occlusal contacts, 93rd General Session & Exhibition of the International Association for Dental Research, 2015年3月13日, ボストン(アメリカ)
Shima K, Sakaguchi K, Maruyama T and Yokoyama A, Effect of masticatory movements on postural stability during standing position, 38th Annual Conference of the European Prosthodontic Association, 2014年9月26日, イスタンブール(トルコ)
 島 恵子, 坂口 究, 丸山智章, 横山敦郎, 咀嚼運動が頭部動揺, 体幹動揺, 身

体重心動揺に及ぼす影響, 公益社団法人日本補綴歯科学会第123回学術大会, 2014年5月24日, 仙台国際センター(宮城県・仙台市)

島 恵子, 坂口 究, 前田 望, 横山敦郎, 咀嚼運動が重心動揺に及ぼす影響, 公益社団法人日本補綴歯科学会創立80周年記念第122回学術大会, 2013年5月18日, 福岡国際会議場(福岡県・福岡市)

島 恵子, 坂口 究, 阿部賢一, 前田 望, 横山敦郎, 立位における咀嚼機能の客観的評価に関する研究, 平成24年度日本補綴歯科学会東北・北海道支部学術大会2012年10月27日, 仙台市民陵会館(宮城県・仙台市)

[その他]

ホームページ等

<http://www.den.hokudai.ac.jp/hotetsu1/hotetsu1.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

坂口 究 (SAKAGUCHI KIWAMU)
 北海道大学・大学院歯学研究科・助教
 研究者番号: 90312371

(2) 研究分担者

横山 敦郎 (YOKOYAMA ATSURO)
 北海道大学・大学院歯学研究科・教授
 研究者番号: 20210627

(3) 研究協力者

Noshir Mehta
 Tufts University・Graduate School of Dental Medicine・Professor

丸山 智章 (MARUYAMA TOMOAKI)
 茨城工業高等専門学校・電気電子システム工学科・助教
 研究者番号: 00455114

前田 望 (MAEDA NOZOMI)
 北海道大学病院・医員
 研究者番号: 40609690

島 恵子 (SHIMA KEIKO)
 北海道大学・大学院歯学研究科・大学院生

阿部 賢一 (ABE KENICHI)
 北海道大学・大学院歯学研究科・大学院生

東 輝明 (AZUMA TERUAKI)
 ニッタ株式会社・事業開発センターセンサーグループ・部長