

平成 22 年 5 月 14 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2009

課題番号：19791423

研究課題名 (和文) 主成分分析を応用した咀嚼筋痛がもたらす咀嚼運動経路変動の解明

研究課題名 (英文) Elucidate the change of chewing trajectories caused by masticatory muscular pain based on the principle component analysis

研究代表者

岩松 正明 (IWAMATSU MASA AKI)

東北大学・病院・助教

研究者番号：30343031

研究成果の概要 (和文)：本研究では、咀嚼運動経路の全景を定量的に記述する方法と、記述された経路情報の変動をより少数の相互に独立な成分によって再記述する主成分分析法を併用することにより、咀嚼運動経路の変動を解析した。さらに、実験的に咀嚼筋痛を与えた際の咀嚼運動経路の変動を解析した。その結果、咀嚼運動経路の変動は、7つの独立した主成分で、その93%以上が記述されることが明らかとなった。経路の大きさに関与する成分、前頭面および矢状面における開口方向にそれぞれ関与する成分、経路の幅径に関与する成分がすべての被験者で観察され、実験的疼痛を加えた場合でも、これらの成分が抽出された

研究成果の概要 (英文)：In this study, a method to quantitatively describe the overall chewing trajectories and a principal component analysis to re-describe variations of already describe pathway information with lesser and independent components was used to analyze variability of the chewing trajectories. In addition, we investigate the change of chewing trajectories experimentally caused by masticatory muscular pain. As a result, it was found that variation of chewing trajectories has 7 independent principal components of which more than 93% is recorded. It was confirmed that the 7 principle components contain 4 principal components which are involved with size of pathway, the aperture directions in both the frontal plane and the sagittal plane and the width of pathway.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,300,000	0	1,300,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	570,000	3,770,000

研究分野：医学

科研費の分科・細目：歯科・補綴理工系歯学

キーワード：咀嚼筋、筋痛、咀嚼運動、主成分分析

1. 研究開始当初の背景

咀嚼筋痛は、顎関節症の代表的な症状の一

つである。咀嚼筋痛は咀嚼時の顎筋活動、開閉口運動といった顎運動機能の障害を引き起こす。顎関節症患者に適切に対応するためには、咀嚼筋痛と関連した顎運動障害の様相を明らかにすることが重要である。

咀嚼運動を遂行する筋活動は、顎顔面口腔領域からの感覚情報により調節される。咀嚼筋痛のような侵害刺激は、咀嚼中の咀嚼筋活動パターンに影響を及ぼすとされ、深部痛、表在痛といった痛みの性状や、痛みの部位の相違もまた咀嚼筋活動パターンの相違と関連するとされている。これらのことは、咀嚼筋痛の性状や部位により咀嚼運動経路が様々に変化することを示唆している。しかし、その変化の様相は未だ不明な点が多い。

咀嚼運動経路の変化を明らかにするためには、刻々と変化する顎運動路の変動を定量的に解析する必要がある。しかし、従来の咀嚼運動の解析は、定性的に分類した咀嚼運動経路の形態の出現頻度や、経路上に設けられた標識点間の距離や向きの変化に着目しており、咀嚼運動経路の変動の全景を定量的に解析するには至っていない。そこで申請者の教室では、経路上の標識点に着目する代わりに経路全景を定量的に記述する新たな手法を用いることにより対応を試みた。すなわち、2次元画像の輪郭の記述に用いられる楕円フーリエ記述子を応用して各周期の前頭面内咀嚼運動経路を定量的に記述し、周期間の経路の変動を主成分分析に供する方法を導入した。その結果、咀嚼運動経路の変動をより少数の要素、例えば咀嚼運動経路の幅の要素、大きさの要素、向きの要素といった要素に分割可能であり、咀嚼運動経路の88.2~96.4%が3つの主成分によって記述されることが明らかとなった。また、咀嚼運動経路の変動を相互に独立な変動の重畳として記述する本手法が、咀嚼運動経路の変動を検討する上で有効であることが示された。

一方、楕円フーリエ記述子を用いた解析では、咀嚼運動経路の方向や大きさが標準化で失われ、開口量の変動を捉えられない。また、咀嚼運動の速度変化といった時間に依存する要素も記述できない。近年、Buschangらにより、時間軸上の位相を基準に標識点を求める方法が報告され、咀嚼各相内で生じる運動速度の変化など、時間に依存する要素や大きさ・方向の要素といった経路情報の詳細を保存しながら、咀嚼運動経路を記述することが可能となった。

前述の主成分分析を Buschang らの方法に应用することは、咀嚼運動経路の変動の全景を定量的に解析する上で有効であろう。そこで本研究では、実験的に咀嚼筋痛を起こした際の咀嚼運動経路を記述し、主成分分析によってその変動を検討することにより、咀嚼筋痛が咀嚼運動経路に及ぼす影響を明らかに

することを試みた。

2. 研究の目的

本研究では、咀嚼運動経路の全景を Buschang らの方法を用いて記述し、得られたデータを主成分分析を用いて解析することにより、その変動を独立した変動要素に分解する新たな咀嚼運動経路解析法の有用性を検証する。さらに、実験的に咀嚼筋に疼痛を生じさせ、その前後の咀嚼運動経路の変動を新手法を用いて解析することにより、咀嚼筋痛により影響が及ぼされる咀嚼運動要素を明らかにし、顎関節症患者における咀嚼筋痛がもたらす咀嚼運動障害の様相を解明する一助とすることを目的とする。

3. 研究の方法

本研究は、厚生労働省の臨床研究に関する倫理指針に準拠するもので、研究実施に先立ち、東北大学大学院歯学研究科の研究倫理委員会の承認を受けた。また、各被験者には、研究の目的と内容、予測される危険などを十分に説明して理解を得た。さらに、書面による研究参加への同意を得た上で、以下の実験を行った。

(1) 咀嚼運動経路解析法の確立

被験者は正常有歯顎者12名(25~31歳、平均 26.8 ± 2.1 歳)である。被験者は、第三大臼歯以外の歯の欠損やウ蝕がないこと、顎口腔系に機能異常やその既往を認めないこと、大きな歯冠修復物や著しい歯列不正がないことを選択基準とした。各被験者に、チューインガム1枚を右側片側咀嚼するよう指示した。ガムはあらかじめ本人の咀嚼によって十分に軟化させた物を用い、1回の試行で、咀嚼開始から約30秒間の連続した咀嚼運動を行わせた。ガム咀嚼時の下顎切歯点の運動経路は、磁気センサを応用した下顎運動測定装置(K7/CMS)を用いて三次元的に記録した。下顎運動測定装置のアナログ出力(前後、左右、上下方向の座標値)は、サンプリング周波数3kHzでA/D変換し、デジタル・データ・レコーダに記録した。実験終了後、記録したデータをパーソナルコンピュータに転送し、分析に供した。一連の運動経路は咀嚼周期ごとに分割し、被験者ごとに得られた200周期の咀嚼サイクルを解析に用いた。各咀嚼サイクルの経路上に、所要時間をもとに41の標識点を設定し、それらの三次元座標である計123の変数を主成分分析に供した。

(2) 実験的疼痛が咀嚼運動経路に及ぼす影響の解析

右側咬筋中央部に高張食塩水0.15mlを10~15秒かけて注入し、右側片側ガム咀嚼時の咀嚼筋活動と下顎切歯点の運動経路を三次元的に記録した。さらに、両側咬筋、側頭筋、顎二腹筋前腹から右側片側ガム咀嚼中の筋

活動を双極導出した。筋活動データは、1咀嚼周期の筋活動パターンを96個のデータ列として記述した。各被験者200周期の表面筋電図、咀嚼運動経路に上述の方法を応用して、主成分分析を行った。

4. 研究成果

(1) 各被験者から得た200周期の咀嚼運動経路を主成分分析に供したところ、全被験者において、咀嚼運動経路の変動の93%以上が7つの主成分で説明されることが明らかとなった(表1)。これら主成分が経路に及ぼす影響を可視化したところ、各主成分のもたらす経路の変動はそれぞれ異なっていた。

表1 咀嚼経路変動の第1～第7主成分の寄与率(上段) [%] と累積寄与率(下段) [%]

被験者	Sub.a	Sub.b	Sub.c	Sub.d	Sub.e	Sub.f
第1主成分	38.4 (38.4)	47.4 (47.4)	60.1 (60.1)	59.8 (59.8)	48.9 (48.9)	56.7 (56.7)
第2主成分	25.2 (63.6)	18.7 (66.1)	17.0 (77.1)	14.4 (74.2)	21.1 (70.0)	13.2 (69.9)
第3主成分	12.8 (76.4)	10.5 (76.6)	9.7 (86.8)	8.2 (82.4)	7.9 (77.9)	9.6 (79.5)
第4主成分	7.5 (83.9)	7.6 (84.2)	5.5 (92.3)	4.8 (87.2)	5.7 (83.6)	7.4 (86.9)
第5主成分	5.3 (89.2)	5.1 (89.3)	2.1 (94.4)	4.5 (91.7)	4.1 (87.7)	4.1 (91.0)
第6主成分	3.6 (92.8)	4.5 (93.8)	1.7 (96.1)	2.6 (94.3)	3.3 (90.9)	2.1 (93.1)
第7主成分	1.9 (94.8)	1.7 (95.5)	1.2 (97.4)	1.6 (96.0)	2.3 (93.2)	1.7 (94.9)

被験者	Sub.g	Sub.h	Sub.i	Sub.j	Sub.k	Sub.l
第1主成分	47.0 (47.0)	55.5 (55.5)	73.8 (73.8)	48.5 (48.5)	44.8 (44.8)	43.7 (43.7)
第2主成分	15.2 (62.2)	18.4 (73.9)	10.6 (84.4)	17.9 (66.5)	23.7 (68.5)	25.4 (69.1)
第3主成分	11.8 (74.0)	9.5 (82.4)	5.4 (89.8)	10.5 (76.9)	8.1 (76.5)	11.7 (80.5)
第4主成分	7.5 (81.5)	4.8 (87.2)	3.3 (93.1)	6.9 (83.9)	7.1 (83.6)	5.9 (86.4)
第5主成分	6.7 (88.2)	4.6 (91.9)	2.4 (95.5)	4.8 (88.7)	5.2 (88.8)	3.7 (90.0)
第6主成分	4.3 (92.5)	3.3 (95.2)	1.4 (96.9)	3.9 (92.6)	3.7 (92.5)	2.4 (92.4)
第7主成分	2.2 (94.6)	1.6 (96.8)	0.8 (97.8)	2.2 (94.7)	1.7 (94.2)	2.0 (94.4)

(2) 各主成分がもたらす経路への影響を、固有ベクトルの逆行列を用いて経路を再構成することで、視覚的に解釈を行った。それにより、7つの主成分の中には、全被験者において類似した4種の影響の存在を認めた(図1)。第1は経路の大きさの変動に関与する主成分である。この主成分の寄与率は、各被験者で38.4～73.8%で、全被験者において、その分散(寄与率)がもっとも大きい第一主成分に該当した。第2は咬頭嵌合位と最大開口位を結んだ仮想的な開口方向の、前頭面内における変動に関与する主成分である。この主成分の寄与率は、各被験者で5.4～25.4%であり、第2～4主成分に該当した。第3は咬頭嵌合位と最大開口位を結んだ仮想的な開口方向の、矢状面内における変動に関与する

主成分である。寄与率は各被験者2.1～9.6%で、第3～6主成分に該当した。最後の第4は、開口路と閉口路の幅径の変動に関与する主成分である。寄与率は、0.8～11.8%で、第3～第7主成分に該当した。これら4種の変動に関わる4つの主成分は、合わせて各被験者の咀嚼運動経路の変動の73.9～87.0%を説明していた。

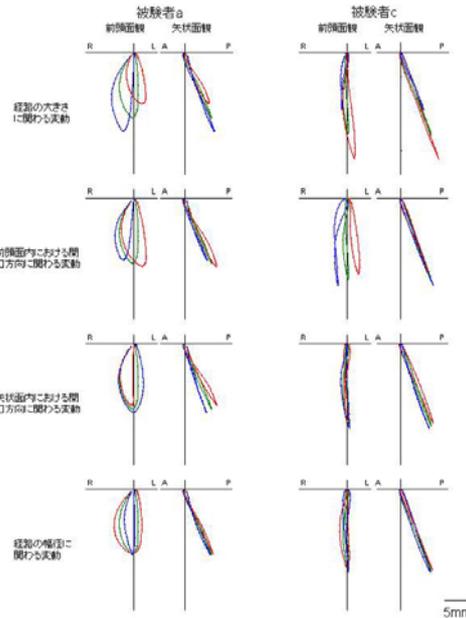


図1 被験者間で共通性が示唆される主成分によって生じる咀嚼運動経路の変動の例

(3) 実験的疼痛を加える前後で咀嚼運動経路の変動は7つの独立した主成分でその90%以上が記述されることが明らかとなった。また、各主成分がもたらす経路への影響は、固有ベクトルの逆行列を用いて経路を再構成することで、視覚的に解釈を行った。その結果、経路の大きさに関与する成分、前頭面および矢状面における開口方向にそれぞれ関与する成分、経路の幅径に関与する成分がすべての被験者で観察され、実験的疼痛を加えた場合でも、これらの成分が抽出された(図2)。一方、筋活動データを主成分分析したところ、各人、固有値1以上の主成分が平均15.0個抽出され、それらによって変動全体の約90%を説明できることが明らかとなった。各主成分の変動は、ひとつ以上の筋の、ひとつ以上の時点における筋活動レベルや咀嚼運動経路に有意な影響を及ぼし、顎筋活動が主成分として抽出される互いに独立な変動の重畳として記述できることが示された。

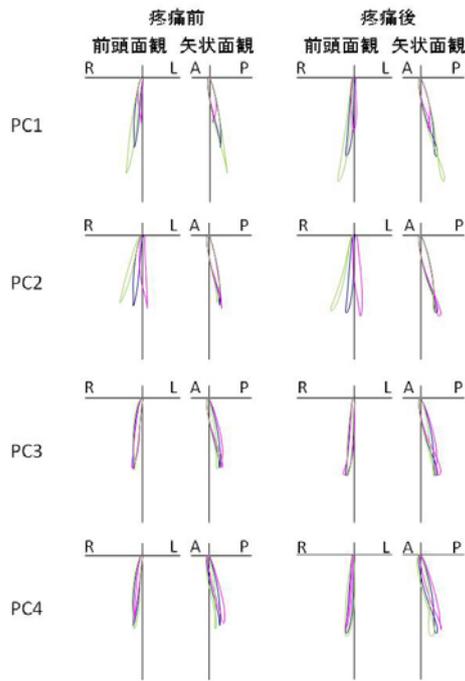


図2 実験的疼痛付与前後における咀嚼運動経路の変動の例 (Sub. A の結果を示す)

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)

[雑誌論文] (計1件)

① Katsuyuki Takeda, Yoshinori Hattori, Takahisa Murakami, Masaaki Iwamatsu, Makoto Watanabe. Indirect evidence for the reduction of controlled degrees of freedom in chewing. J. Jpn. Soc. Stomatognath. Funct 16, 102-111, 2010, 査読有

[学会発表] (計2件)

① Y.Hattori, K.Takeda, T.Murakami, M.Iwamatsu, and M.Watanabe. An indirect evidence of jaw muscle synergy in human chewing. IADR 87th General Session and Exhibition April 2, 2009 Miami USA.

②武田勝之、服部佳功、村上任尚、岩松正明、渡邊誠。顎筋活動パターンに基づく咀嚼運動経路の推定可能性。日本顎口腔機能学会第41回学術大会。平成20年11月8日。長崎。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩松 正明 (IWAMATSU MASAACKI)

東北大学・病院・助教

研究者番号：30343031

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：