

令和 2 年 7 月 2 日現在

機関番号：32667

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K11787

研究課題名（和文）Webカメラとコンピュータのみで構成した簡易的な下顎運動測定システムの開発

研究課題名（英文）Development of system of mandibular movement using web cameras and personal computer

研究代表者

横山 正起（Masaoki, Yokoyama）

日本歯科大学・生命歯学部・准教授

研究者番号：60312071

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：開発した下顎運動記録装置は、安定した出力信号を有し、生体の顎運動を観察する際の十分な測定範囲を有することが確認できた。咀嚼運動経路と側方運動時の下顎の経路は、開発した装置と市販の高精度下顎運動記録装置とが近似していることが確認できた。これらの結果から、新しく開発した3次元下顎運動記録装置は、高精度の下顎運動記録装置と同程度に顎運動を記録・分析できることが確認でき、臨床応用できることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新たに開発した2台のスポーツ用カメラを用いた3次元咀嚼運動測定装置は高精度の下顎運動記録装置と同程度に顎運動を記録・分析できることが確認でき、臨床応用できる可能性があることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：The mandibular movement recording device developed by us delivered stable output signals and had a sufficient measurement range for checking jaw movements. It was verified that the masticatory movement and the jaw pathways on the lateral excursions recorded with the newly developed device approximated those determined a commercially available high-precision mandibular movement recording device. From these results it was confirmed that the newly developed three-dimensional mandibular movement recording device is capable of recording and analyzing jaw movements to essentially the same degree as the high-precision mandibular movement recording device, and suggested that it is also clinically applicable.

研究分野：歯科補綴学 顎口腔機能学

キーワード：モーションキャプチャーシステム スポーツ用カメラ 咀嚼運動 下顎運動

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

最近、Web カメラが広く用いられるようになり、200 万画素を有するタイプでも極めて安価（数千円）で購入できるようになってきている。また、同時にモーションキャプチャーの技術が普及し、Web カメラで身体運動を記録・解析できるようになってきている。そこで、この Web カメラを PSD カメラの代わりに使用することにより、PSD に関する種々の回路を省くことができ、極めて安価で簡易的な下顎運動測定システムが開発できると考えた。

2. 研究の目的

これまでの下顎運動記録装置は、6 自由度の装置では、大きな測定用シーネと大型の装置、下顎切歯点における 3 次元下顎運動記録装置でも、標点は磁石や LED で小さいものの、頭部と固定したセンサーフレームや PSD カメラなどの測定装置が必要であった。しかしながら、本研究では、顔の上部に 4 点の標点、切歯部あるいはオトガイ部に 1 点の標点を付着するだけであり、極めて簡単で違和感なく被験者の下顎運動を記録することができるようになる。また本研究は、身体運動の記録に用いられているモーションキャプチャーシステムを下顎運動の記録に応用するもので、これまでの下顎運動記録法とは異なる原理で、下顎運動を記録しようとするものである。

3. 研究の方法

【方法 1】

20 代の健常被験者 5 名の下顎切歯点と前額部の 3 点に付けた標点の動きを 2 次元スポーツ用カメラで記録した。次いで、測定画像の歪み補正フィルタの作成、咀嚼運動の速さや動きに特化した標点追跡アルゴリズムの作成、ストローク判別アルゴリズムの作成を行い、被験者の下顎切歯点の運動を抽出した。

【方法 2】

咬合器の上弓に 1 個の標点、下弓に 3 つの標点をそれぞれ前頭面と平行に付着し、上弓を矢状面上で回転させた時の各標点の位置座標を 2 台の 2 次元スポーツ用カメラで記録する。次いで、2 台のカメラで記録したデータを統合し、3 次元データを算出するプログラムを開発し、算出した 3 次元データの正確性を検討する。さらに、健常被験者の咀嚼運動を記録し、咀嚼運動を視覚的かつ客観的に表示できるプログラムを開発する。

【方法 3】

全身および咀嚼系に臨床的異常が認められず、事前に実験の主旨についての説明を受け、同意した健常者 20 名（男性 10 名、女性 10 名）を被験者として選択する。本研究で開発した測定システム（装置 A）と市販の下顎運動記録装置 MKG K-6I（装置 B）を用いて被験者の咀嚼運動を同時記録する。本研究で開発した測定システムで解析した運動データと MKG K-6I で解析した運動データとを比較した。運動データは、咀嚼開始後の第 5 サイクルからの 10 サイクルについて、空間的パラメータとして開口量と咀嚼幅、時間的パラメータとしてサイクルタイムを算出した。

4. 研究成果

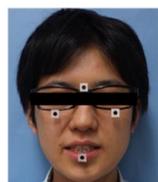
【実験 1】

(1) 目的

市販の下顎運動記録装置は、未だ高価で臨床の場で広く用いられているとは言い難い。本研究の目的は、モーションキャプチャーシステムを応用し、スポーツ用カメラとコンピュータのみの構成による咀嚼運動測定装置を開発、評価することである。

(2) 方法

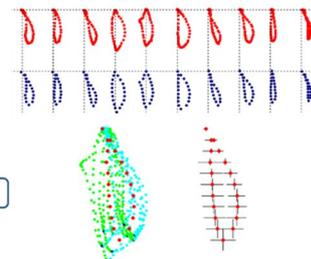
20 代の健常被験者 5 名の下顎切歯点と前額部の 3 点に付けた標点の動きを 2 次元スポーツ用カメラで記録した。次いで、標点の抽出と追跡を行い、下顎運動を抽出した。



スポーツ用カメラによる標点の記録



下顎運動抽出プログラムの開発



(図 1) 下顎運動の抽出

下顎切歯点に LED を追加し、市販の下顎運動記録装置 MVT (Motion visi-trainer) を被験者

に装着し、咀嚼運動を新たに開発した咀嚼運動測定装置と同時記録後、両測定装置による咀嚼運動経路を定性的に比較した。

(3) 結果

被験者の下顎切歯点と前額部の 3 点の動きを 2 次元スポーツ用カメラで記録することができた。また、測定画像の歪み補正フィルタ、標点追跡アルゴリズム、ストローク判別アルゴリズムの作成を行い、被験者の下顎切歯点の運動を抽出できた。さらに、新たに開発した咀嚼運動測定装置による咀嚼運動経路は、市販の下顎運動記録装置による咀嚼運動経路と近似していた。

(4) 結論

新たに開発したスポーツ用カメラを用いた咀嚼運動測定装置は臨床応用できる可能性があることが示唆された。

【実験 2】

(1) 目的

市販の下顎運動記録装置は、未だ高価で臨床の場で広く用いられているとは言い難い。本研究の目的は、モーションキャプチャーシステムを応用し、安価な 2 台のスポーツ用カメラとコンピュータのみの構成による 3 次元咀嚼運動測定装置を開発することである。

(2) 方法

【実験 2-1】

咬合器の上弓に 1 個の標点、下弓に 3 つの標点をそれぞれ前頭面と平行に付着し、上弓を矢状面上で回転させた時の各標点の位置座標を 2 台の 2 次元スポーツ用カメラで記録した。次いで、2 台のカメラで記録したデータを統合し、3 次元データを算出するプログラムを開発し、算出した 3 次元データの正確性を検討した。

【実験 2-2】

健常被験者の咀嚼運動を、下顎切歯点と前額部の 3 点につけた標点の動きを 2 台のスポーツ用カメラで記録した。その後、3 次元データを算出し、咀嚼運動を視覚的かつ客観的に表示できるプログラムを開発した。

(3) 結果

【実験 2-1】

実際の記録は切歯ピンを切歯路板上から上方に挙上したが、標点の表示は切歯路板上にある点を原点とし、下方に標示された。前頭面観では、ほぼ垂直に、矢状面観では、原点から後下方に移動し、咬合器の上弓に付着した標点は、正確な円弧を描いていることが観察された。これは、2 台のカメラで記録した運動データの 3 次元統合が正確にできていることを示すものと考えられる。

【実験 2-2】

2 台のカメラで記録した健常被験者の 2 次元の咀嚼運動データから、3 次元データを算出し、下顎運動の表示、咀嚼運動の時間軸表示、前頭面表示、各サイクルの表示、平均経路の表示が行え、また開口量や咀嚼幅、サイクルタイムなどの定量的表示を行えるようになった。

(4) 結論

新たに開発した 2 台のスポーツ用カメラを用いた 3 次元咀嚼運動測定装置は臨床応用できる可能性があることが示唆された。

【実験 3】

(1) 目的

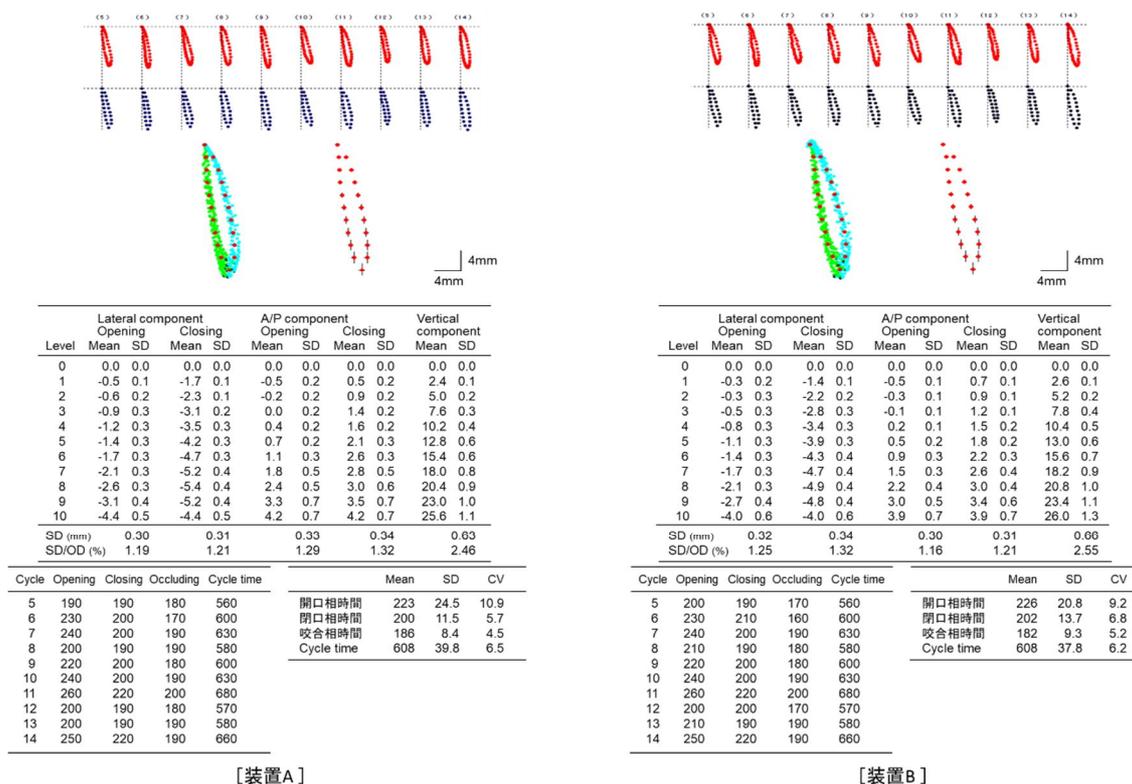
市販の下顎運動記録装置は、未だ高価で臨床の場で広く用いられているとは言い難い。本研究の目的は、モーションキャプチャーシステムを応用し、安価な 2 台のスポーツ用カメラとコンピュータのみの構成による新たな 3 次元咀嚼運動測定装置の有効性を確認することである。

(2) 方法

全身および咀嚼系に臨床的異常が認められず、事前に実験の主旨についての説明を受け、同意した健常者 20 名（男性 10 名、女性 10 名）を被験者として選択する。本研究で開発した測定システム（装置 A）と市販の下顎運動記録装置 MKG K-6I（装置 B）を用いて被験者の咀嚼運動を

同時記録する。本研究で開発した測定システムで解析した運動データと MKG K-6I で解析した運動データとを比較した。運動データは、咀嚼開始後の第 5 サイクルからの 10 サイクルについて、空間的パラメータとして開口量と咀嚼幅、時間的パラメータとしてサイクルタイムを算出した。

(3) 結果



(図 2) 装置 A と装置 B による咀嚼開始後第 5 サイクルから第 14 サイクルまでの咀嚼運動経路、咀嚼運動データ

(表 1) 装置 A と装置 B で測定した開口量、咀嚼幅、サイクルタイム

	装置A	装置B	
空間的パラメータ(mm)			
開口量	24.2±2.8 (18.4~27.2)	24.0±2.8 (18.7~27.4)	NS
咀嚼幅	2.9±0.7 (1.7~3.9)	2.8±0.6 (1.8~3.3)	NS
時間的パラメータ(msec)			
サイクルタイム	538.8±56.3 (492~681)	540.0±56.7 (491~682)	NS

NS: not significant

装置 A で測定した運動経路は、装置 B で測定した運動経路の定性的観察では、両者がほぼ一致していた。装置 A で測定した開口量と咀嚼幅は、装置 B で測定した開口量と咀嚼幅に近似し、それぞれ両者間に有意差が認められなかった。装置 A で測定したサイクルタイムは、装置 B で測定したサイクルタイムに近似し、両者間に有意差が認められなかった。

(4) 結論

新たに開発した 2 台のスポーツ用カメラを用いた 3 次元咀嚼運動測定装置は臨床応用できることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 横山正起, 志賀 博, 丸山智章, 小見野真梨恵
2. 発表標題 2次元スポーツ用カメラを用いた咀嚼運動記録装置の評価
3. 学会等名 第31回日本顎関節学会総会・学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横山正起, 志賀 博, 丸山智章, 小見野真梨恵, 上杉華子
2. 発表標題 スポーツ用カメラを用いた3次元咀嚼運動記録装置の開発
3. 学会等名 第32回日本顎関節学会総会・学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横山正起, 志賀 博, 丸山智章, 小見野真梨恵
2. 発表標題 スポーツ用カメラを用いた3次元咀嚼運動記録装置の有効性
3. 学会等名 第33回日本顎関節学会総会・学術大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	志賀 博 (Shiga Hiroshi) (50226114)	日本歯科大学・生命歯学部・教授 (32667)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	丸山 智章 (Maruyama Tomoaki) (00455114)	茨城工業高等専門学校・国際創造工学科・准教授 (52101)	