

令和元年6月10日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K11739

研究課題名(和文) 関節窩内での関節頭位置描出への挑戦 精度の高い外科的矯正治療を目指してー

研究課題名(英文) Visualization of condylar position in the glenoid fossa for the precise maneuver of orthognathic surgery

研究代表者

松下 和裕 (Matsushita, Kazuhiro)

北海道大学・歯学研究院・助教

研究者番号：10399933

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：顎関節の動きを皮膚の上に設置したセンサーで評価するシステムの構築を試みた。日本写真印刷株式会社製のフォースセンサー(55mmX55mm)を用いた。手指でスマートフォンのタッチパネルをなぞるように、関節頭の外側極でセンサーの表面をなぞりその軌跡を描出することを目指した。センサーをスポンジに接着剤で固定し、スポンジごと外側から皮膚へ圧迫する方法で軌跡を描出した。

結果、関節結節を超える前方滑走や、大きな回旋運動は描出可能で再現性もあったが、手術に必要な関節窩内にとどまるわずかな範囲での関節頭の描出は困難であった。ただ、今後の構想につながる大きな意味のある研究であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

顎関節の動きは関節窩から前方に滑走し、その軌跡は開閉口時、ほぼ同様であった。これまでバントグラフを用いて描記していたものと同様の軌跡が描けた。よって、従来は顎頭運動の経路を描記するためには、複雑な器具が必要であったが、容易に描記できることが判明し、さらにこの概念の正当性が証明された。ただ、顎変形症の治療に必要な関節窩内部での関節頭の僅かな動きを評価する精度まではなかったことが判明した。しかし、今後の研究のヒントは見つかった。

研究成果の概要(英文)：We tried to develop the new system by which condylar movement was evaluated.

The sensor was placed on the skin over the lateral pole of the condyle. Force sensor (55mm X 55mm; Nissha, Kyoto, Japan) was selected. As swiping the display of the Smartphone with a fingertip, lateral pole of the condyle was made to swipe the surface of the sensor, and the trajectory was visualized. The sensor was fixed on the sponge by the adhesive and pushed on the skin over the condyle from lateral side. Wide range of the movement was easily depicted by the sensor and reproducibility was observed. However, small range of the movement, limited in the glenoid fossa, was hard to be depicted. Unfortunately, main focus of this project ended in failure. But, new idea concerning this evaluation system for the future came up conversely.

研究分野：口腔外科

キーワード：口腔外科 顎変形症 顎関節 センサー

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

顎変形症は顎骨の形態異常に起因し、関節頭の吸収や変形、関節円板の非復位性の前方転位や変形、円板後部結合組織の浮腫や線維化など、顎関節を構成する構造物にも異常所見を認めることが多い。下顎前突、上顎前突、開咬、下顎偏位などの骨格形態によっても異なった様態を示し、同一個体の中でも左右まちまちである。よって、これを評価・配慮せずに下顎枝矢状分割術を施行し、骨片固定をおこなうのであれば、術後の咬合は安定せず、後戻りや関節症状が将来起こりかねない。術直後であっても下顎の正中が偏位したり、特に下顎の前方移動時には後退したりする。Condylar sag も起こりかねない。これらはすべて“関節の位置づけがあまり”ことが一つの要因と考えられ、決して望ましいことではない。

一般に、下顎頭をC0（中心咬合位）＝CR（中心位）の位置に誘導するが良いとする意見が多いが、顎変形症の患者では上記の如く、解剖学的に正しい関節内の立体構造を保っている症例は少なく、厳密な意味ではこの概念は通用しない。また、CRの定義にそのものについても様々な変遷があり曖昧である。一方で、従来の関節頭の位置に復位することが望ましいとする意見もあり、その位置を保持するための手技も数多く報告されているが、従来の位置が正しい根拠は何もない。また、転位した円板を整復する必要性についても様々な異論があり、一致した見解はない。よって、現時点において、顎変形症の治療において、骨片固定する際の関節頭の位置については、従来の補綴学的な概念は必ずしも通用せず、個別に判断する必要があると思われる。しかし術者の経験則に依存していることが多く根拠に乏しい。また、後輩を育成する上でも説明しづらい。

2. 研究の目的

これまで経験と勘に頼ってきた下顎枝矢状分割後の近位骨片の位置づけを、客観的根拠に基づいて施行できるようその礎を構築する。そして、後生に引き継ぐことを目的とする。

その初期段階として、物体の動きを繊細に感知できる装置を顎関節に応用し、顎関節運動の測定の限界や可否を検討する。

3. 研究の方法

携帯電話やゲーム機器の発展で日々進化しているタッチパネルに目を向け、“タッチパネルを指でなぞるのではなく、関節頭でなぞれば良い！”との発想に基づき（図1、2）、各社スマートフォンのタッチパネルに利用されている日本写真印刷（京都）の抵抗膜式マルチタッチセンサー（フォースセンサー[®]）を用いて、関節頭の位置、運動経路を客観的に描出する手法を試みた。

① センサーの設置方法の検討

センサーは板状であるため、効率良く関節の動きを感知するため、センサーの加工、圧迫方法、感度を検討した。健常ボランティアに協力を仰ぎ行った。附属のアプリケーションソフトや市販のソフトでの表示法も検討した。

② 測定可能な顎運動の検討

顎関節は回転運動と滑走運動の2つ運動をスムーズに行う生体で唯一無二の関節である。また、左右の関節が連続しており、生体の他の関節とは全く異なる特徴を有する。よって、どの程度の運動を軌跡として描出できるか検討した（図3、4）。

③ 実際の手術での測定の検討

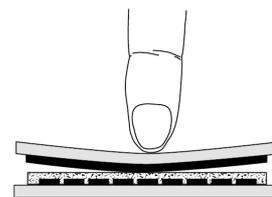


図1
指とタッチパネル

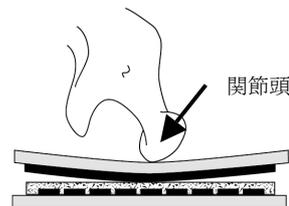


図2
タッチパネルを顎関節でなぞる。

実際の患者の顎を筋弛緩状態で動かし、より計測に則した条件を決定する。また、下顎枝矢状分割後、近位骨片だけを動かして下顎頭の可動域を確認し、経験上の骨片固定に適した位置に誘導

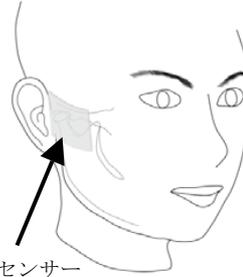


図3
センサーを顎関節外側極直上の皮膚面に設置

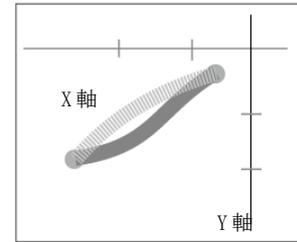


図4
関節頭の軌跡を描出する。どのような軌跡になるか？

する。その位置を感知できるか確認する。また、骨片固定後、顎間固定を除去した際の関節頭の位置を感

知できるか、さらに回転・滑走運動させた時の関節頭の動態を描出できるか確認する。フォローアップの際にも活用できるか、同一モダリティーで客観的な計測ができるか、経時的変化を評価できるかを確認し、将来の手術症例にフィードバックする。

4. 研究成果

①センサーを関節表面上の皮膚面にプラスチック板を用いて圧迫した結果、関節結節を通過する際にはきれいに描出されるものの、それ以外の位置では描出困難であった。感度を変更すると、ノイズが強くなり理想とする描出は困難であった。その他、様々な硬度、弾性を有する材質での圧迫を試み、スポンジにセンサーをつけて圧迫する方法一番詳細に描出できた(図5)。よって、その後の実験はこのスポンジを用いた系で実験を行った。

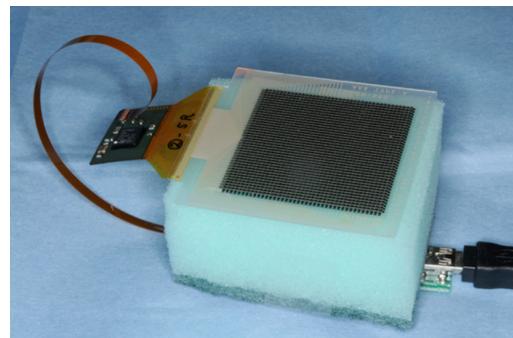
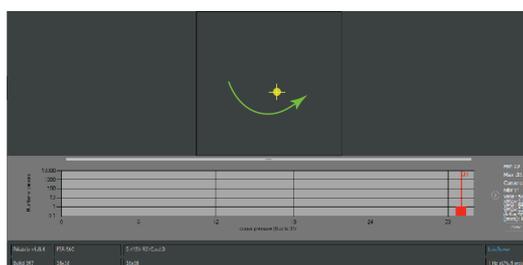
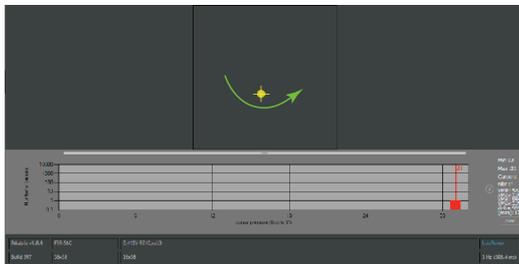
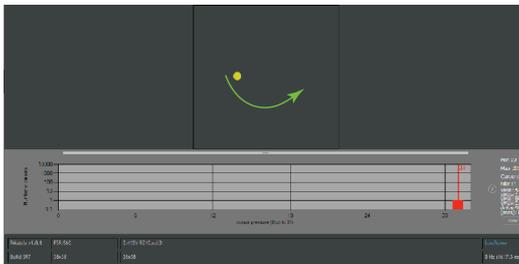


図5
センサーをスポンジに貼り付けた。スポンジごと顎関節外側極直上の皮膚に位置させ、徒手で圧迫して動きを描出した。



②通常の開閉口運動の描出はきれいに可能であった。さらに、前方運動、側方運動などもきれいに描出できた(図6)。軌跡の長さも測定できた(図7)。しかし、関節窩内に限局する僅かに可動する運動の描出は困難であった。すなわち、滑走運動はきれいに描出できるものの、回転運動の描出は困難であった。ただ、左右の関節の動きの協調性や抵抗性は画像として描出できた。

③関節窩内に限局する僅かな可動を認識する

図6
関節頭外側極の動きの描出

開口運動時。黄色い丸の軌跡として表された。
上段：開口開始時、関節窩内に位置。
中段：関節結節直下通過時。
下段：最大開口時、最前方に位置。

感度が手術では必要であり、さまざま検討した結果、今回の板状のセンサーでは測定困難であることが判明した。しかしながら、今後どのようなセンサーや実験系が望ましいかが明らかになり、今後の研究のヒントが数多く得られる研究ではあった。

図7
軌跡の長さが[mm]として表示されている。

Min : 0
Max : 31
Cursors
Nbr : 1
xMin: 542
xMax: 1305
yMin: 846
yMax: 1394
delta: 939
[mm]: 17
Clear

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計4件）

- 1, Matsushita K: The Mandible is Further Retruded Under General Anesthesia: The Latent Concept for a Favorable Outcome in Sagittal Split Ramus Osteotomy. J. Maxillofac. Oral Surg. In press （査読あり）
- 2, Matsushita K: So-called "bad split" may not be "bad" when the split is on the buccal side: technical note. Br J Oral Maxillofac Surg 56:232-233, 2018. （査読あり）
- 3, 松下和裕: 最新の顎変形症治療 : 当院での本治療の発展とともに. 北海道歯学雑誌 39: 25-32, 2018. （査読なし）
- 4, Matsushita K, Yamamoto H: Bilateral hypoplasia of the maxillary sinus: swelling of the nasal mucosa after periapical periodontitis. Br J Oral Maxillofac Surg. 55: 324-325, 2017. （査読あり）

〔学会発表〕（計5件）

- 1, 松下和裕、高道 理、原田沙織、弓削文彦、小堀善則、他7人：北海道大学病院歯科診療センターにおける顎変形症患者の治療計画とその実際— II 口腔外科的見地から—、第28回特定非営利活動法人日本顎変形症学会総会・学術大会、2018年6月14日、大阪
- 2, Matsushita K, Sato J, Tei K: Clinical outcomes following OK-432 (Picibanil) administration for recurrent dislocation of the temporomandibular joint. 24th Congress of the European Association for Cranio Maxillo Facial Surgery, 20 September, 2018, Munchen.
- 3, Matsushita K, Tei K: The mandible is further retruded under general anesthesia: the latent concept for a favourable outcome in ramus osteotomy, 13th Asian Congress of Oral and Maxillofacial Surgery, 10 November, 2018, Taipei.
- 4, 松下和裕、高道 理、原田沙織、山本隆昭、佐藤嘉晃、他12人：術前における下顎遠位骨片の矢状面回転量予測の実態— 下顎骨形成術に対しての上下顎骨形成術の特徴—、第27回特定非営利活動法人日本顎変形症学会総会・学術大会、2017年6月15日、東京
- 5, 松下和裕、井上農夫男、箕輪和行、山口博雄、大井一浩、他11人：骨格形態による関節円板ならびに円板後部結合組織の差異について、第26回特定非営利活動法人日本顎変形症学会総会・学術大会、2016年6月24日、東京

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

なし。

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：なし。

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：なし。

ローマ字氏名：

※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。