

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：33602

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2017

課題番号：25463205

研究課題名(和文)CTと顎運動、筋活動測定による矯正治療後の顎関節形態と顎機能の調和に関する研究

研究課題名(英文)A study of harmony between TMJ morphology and oral function after orthodontic treatment using CT, jaw movement and muscle activity

研究代表者

山田 一尋 (YAMADA, KAZUHIRO)

松本歯科大学・歯学部附属病院・教授

研究者番号：40182521

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：解剖学的下顎頭による顎運動の多点解析システムを確立した。解剖学的下顎頭運動と筋電図を同時測定した。矯正治療後の顎関節形態の適応について不正咬合者を顎運動と筋電図の同時記録を行った。その結果上顎前突、下顎前突患者では、矯正治療後の切歯路角の変化に伴い下顎窩後方斜面角は変化し、咬合の改善に伴う下顎頭運動の変化に合わせて下顎窩で適応性の骨改造が示された。また、骨格性下顎前突では、主機能部位は下顎第二大臼歯にみられた。アングル Ⅱ級不正咬合で、Spee彎曲と関節結節後方斜面の関連が示された。

研究成果の概要(英文)：The present study developed the system for integrating morphological coordinates obtained with dental computer tomography and jaw movement coordinates acquired with a mandibular movement measuring device in order to enable multipoint analysis of anatomical condylar movements to be performed. The incisal paths as well as masseter and anterior temporal muscle activity were simultaneously recorded in orthodontic patients to elucidate the adaptation of TMJ after orthodontic treatment. The results suggested that adaptive bone remodeling of the TMJ might occur due to the correction of occlusion and craniofacial morphology in patients with mandibular protrusion and maxillary protrusion. Main occluding area in patients with mandibular protrusion was located in the upper first molar and the lower second molar. Spee curvature related to the posterior slope of articular eminence in the patients with maxillary protrusion.

研究分野：歯学・矯正・小児系歯学

キーワード：矯正治療 顎運動 顔面形態 口唇閉鎖力 歯科用CT 主機能部位 解剖学的顎頭点 筋活動

1. 研究開始当初の背景

矯正治療の大きな目的の一つは、咀嚼機能の回復である。従来から矯正治療による咀嚼機能の評価に種々の方法が行われ、我々は顎顔面形態や不正咬合が、咬合力、咬合接触面積、顎運動、筋活動の機能に関連していることを報告されてきた。

一方、摂食・嚥下障害の治療は、歯科領域での対応が重要となっている。しかし、これまで不正咬合者では、咬合力を中心に検討され、舌と口唇の関連については検討されていない。従って、口腔内に取り込み、粉碎し、舌側への移送による食塊形成を経て、嚥下するという一連の咀嚼過程との関連を検討し、各種不正咬合、顔面形態の咀嚼指標を検討する必要がある。

申請者らはすでに、顎顔面形態と咬合力、咬合接触面積の関係を発表し、さらに、咀嚼に重要な役割を果たす口唇機能について、研究協力者の増田が開発した上唇と下唇の8カ所の口唇圧を別々に測定可能な多方位口唇力測定器を用いて上下左右の口唇閉鎖力のバランスが顔面形態と関連することを検討してきた。さらに、咀嚼運動時の顎運動と筋電図の同時記録確立し、従来の平均的顎頭点を用いた研究では、回転運動を伴う作業側顎頭の詳細な検討は困難で解剖学的顎頭点の運動解析が必要であることを示してきた。今後は、X線被曝の少ない歯科用CTと顎運動装置の座標系を統一したシステムを構築し、解剖学的顎頭点による下顎頭運動の解析を検討が必要である。

2. 研究の目的

下顎窩および関節隆起は下顎骨の滑走運動時に機能的に咬合と関連し、臨床上重要視されている。顎関節への機能的負荷は顎関節の形態に影響し、その負荷は顎顔面形態、不正咬合で形態が異なる。矯正治療により不正咬合に犬歯誘導を確立することで、顎運動と咀嚼筋活動の協調性も変化することが報告されている。しかしながら、矯正治療後の咬合、歯列および顎運動と咀嚼筋活動の協調性の改善に伴う顎関節の形態学的な適応変化については明らかにされていない。そこで、矯正治療に伴う顎運動、筋活動の協調性、顎関節への負荷と顎関節形態の3次元的变化の関連を解明することを目的とした。

3. 研究の方法

正常咬合者と矯正治療前の不正咬合患者で、歯科用CTと座標を統一した解剖学的下顎頭の6自由度顎運動測定装置と筋電図の同時記録から、正常咬合者および各種不正咬合者の解剖学的下顎頭運動と咀嚼筋活動のバランスを解明する。さらにフェースボウトランスファーしたモデルをレーザーキャナーで取り込み後、CT画像に癒合し、正常咬合者および各種不正咬合者におけるスピー彎曲、ウィルソン彎曲、歯のガイドと関節窩お

よび顎関節形態の関連を解明する。さらに、主機能部位の診査、咬合力測定を行う。

被検者：成人個性正常咬合ボランティア20名と成人不正咬合者(上顎前突20名、下顎前突20名)とした。除外基準を、過去に矯正治療の経験がある者、先天性欠如を含め歯の欠損がある者(上下顎第三大臼歯を除く)、先天性疾患を認める者、顎関節症などの機能異常を認める者とした。

機能的評価

解剖学的下顎頭の運動と筋電図の同時記録：下顎頭外側皮膚に3点の鉛を貼付して、歯科用CTと6自由度顎運動測定装置の座標系を統一し、解剖学的下顎頭の下顎頭運動と筋活動の同時記録を行う。

主機能部位の診査：ストップングを用いて、主機能部位の診査を行う。

形態的評価

セファログラム解析：正面、側面のセファログラムより顔面形態解析を行う。

歯科用CT撮影：関節窩および下顎頭の形態解析を行う。

フェースボウトランスファー：歯列のスピー彎曲、ウィルソン彎曲の計測を行う。

4. 研究成果

解剖学的下顎頭の下顎運動と筋電図の同時測定：歯科用CTを用いて、顎運動と解剖学顎頭点の座標を統一して測定した顎運動では、CTと下顎頭の基準点入力との誤差による解剖学的下顎頭運動の多点解析への影響は小さく、精度の高い顎運動とCTの座標変換が行われていることを証明した。

下顎骨側方滑走運動解析への応用では、正常咬合症例の作業側下顎頭は、後方および外方への移動距離が内側極で一番小さく、外側極で一番大きい値を示したことから内側極の内方に中心を持つ回転運動を行っていることが示された。一方、顎偏位症例への臨床応用では、側方滑走運動で、作業側下顎頭は外側への移動距離が内側極、中央点、外側極とほぼ同じ長さを示し、外方への滑走運動が示唆された。下顎頭の回転運動を検討する場合、下顎頭の標点の取り方で得られる解析結果が大きく異なってくる。本研究で示した座位で撮影可能な照視野の小さい歯科用CTと6自由度顎運動測定装置の座標系を統一することにより、従来困難であった回転運動を主体とした側方滑走運動時の作業側下顎頭運動解析を解剖学的下顎頭運動の多点解析を用いて定量的に詳細に解析できることが示された。

顎偏位症例の顎運動：非対称な顎顔面形態を示す偏位症例では非偏位症例に比べ、不安定な咀嚼経路を示し、この不安定な咀嚼経路を補償するために、閉口相の早期より咬筋と側頭筋が活動を開始していることが示された。

矯正治療後の下顎頭形態：成人骨格性上顎前突症患者では小臼歯抜去による矯正治療で、上顎前歯舌側傾斜による正常な前歯部被蓋

の改善に伴い、関節結節後方斜面傾斜角が急勾配になり、下顎窩の深さが増加した。すなわち、矯正治療による咬合の改善に伴い、下顎頭が機能運動する下顎窩の適応現象が生じることが示唆された。

骨格性下顎前突者では、外科的矯正治療後、両側の関節結節後方斜面角度、下顎頭滑走斜面の傾斜角度、関節窩の高さ、および FH 平面から関節結節下部までの距離は有意に減少し、両側の下顎頭前後の幅径は術後有意に増加した。関節結節後方斜面角度、関節窩の高さ、および FH 平面から関節結節下部までの距離の術前後の変化量は、SNB の術前後の変化量と有意な正の相関を示した。すなわち、骨格性下顎前突症患者では下顎枝矢状分割骨切術後の顔面形態および咬合の改善に伴い、下顎頭と関節窩は骨改造により適応現象が生じるが、その変化は下顎骨の後退量に関連していることが示された。

不正咬合者の主機能部位：個性正常咬合者の主機能部位は主として上下顎第一大臼歯にみられ、骨格性下顎前突者の主機能部位は、上顎では上顎第一大臼歯に多く見られたが、その位置にばらつきがあった。下顎では、下顎第一大臼歯と第二大臼歯の間に多く見られた。骨格性下顎前突者の歯列内の主機能部位は個性正常咬合者と比較して、上顎では有意に前内方にみられ、下顎では後外方に位置していた。側面セファログラムでは、SNB と Ptm' -B', Ptm' -下顎 6', Ptm' -M' (主機能部位の位置) は下顎前突で正常咬合者に比べ有意に大きい値を示した。

骨格性下顎前突者の主機能部位が下顎歯列の後方でみられるのは、下顎骨の前方位によることが示された。すなわち、骨格性下顎前突者の主機能部位は上下顎骨の前後的に位置不正に関連していることが示された。

不正咬合者の顔面形態と下顎窩の形態：Spee 彎曲と関節隆起後方斜面角は、アングル 級がアングル 級よりも有意に大きい値を示した。アングル 級では Spee 彎曲と関節隆起後方斜面角は有意な正の相関を示したが、アングル 級では、下顎窩形態と顎顔面形態に関連は認められなかった。アングル 級不正咬合で、Spee 彎曲と関節結節後方斜面の関連が示された。

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6件)

山口文音, 影山 徹, 竹尾健吾, 小出大吾, 山田一尋: 顎機能異常等を示さないアングル I 級とアングル 級不正咬合者の下顎窩形態と顎顔面形態との関連. 甲北信越矯正歯科学会雑誌(査読有り) 26: 印刷中 2018.

Koide D, Yamada K, Yamaguchi A, Kageyama T, Taguchi A: Morphological changes in the temporomandibular

joint after orthodontic treatment for Angle Class II malocclusion. Cranio (査読有り) 36:35-43, 2018. DOI: 10.1080/08869634.2017.1285218

星野正憲, 山田一尋: 骨格性下顎前突者における主機能部位 Orthod Wave Jpn Ed (査読有り) 76; 10-16, 2017.

Tominaga N, Kanazawa M, Takeo K, Arai A, Kageyama T, Yamada K: Simultaneous mandibular movement and EMG analysis during habitual masticatory movement in patients with mandibular protrusion and deviation. Orthod Waves (査読有り) 75:42-47, 2015. DOI: 10.1016/j.odw.2015.01.003

Takeo K, Komazaki Y, Hoshino M, Koide D, Aoki A, Kageyama T, Taguchi A, Yamada K. Multipoint analysis of anatomical condylar movement using dental CT. Matsumoto Shigaku (査読有り) 41: 7-19, 2015

Enami K, Yamada K, Kageyama T, Taguchi A: Morphological changes in the temporomandibular joint before and after sagittal splitting ramus osteotomy of the mandible for skeletal mandibular protrusion. Cranio (査読有り) 31;2013: 123-132. DOI: org/10.1179/crn.2013.020

[学会発表](計8件)

山田一尋: 骨格性下顎前突患者の口唇閉鎖力と口唇運動 シンポジウム「外科的矯正治療による機能的変化」, 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.

Yamada k. Skeletal Class II and TMD. "Stability of Class II & III surgery" The 6th Korea-Japan Joint symposium in 49th Annual Scientific Congress Korean Association of Orthodontists, 2016 10.9 Seoul Korea.

山田一尋: 顎関節症と矯正治療の関わり 日本顎関節学会 第36回学術講演会 2014年10月26日 横須賀市.

青木 文音, 影山 徹, 竹尾 健吾, 星野正憲, 小出 大吾, 山田一尋: 不正咬合者の顎関節形態と顎顔面形態の関連について. 日本矯正歯科学会大会, 2014年10月20日~22日, 東京.

小出 大吾, 影山 徹, 竹尾 健吾, 星野正憲, 青木 文音, 竹花 快恵, 山田一尋: 骨格性 II 級不正咬合者における矯正治療後の顎関節形態の変化について. 第73回日本矯正歯科学会大会, 2014年10月20日~22日, 東京.

Yamada K. TMD and Orthodontic treatment. TAO annual meeting, 2013Dec 7th, Taipei Kaohsiung.

山田一尋 顎変形症と顎関節 第58回
日本口腔外科学会総会・学術大会シンポ
ジウム「顎変形症の機能を考える」
2013年10月13日 福岡市。
星野 正憲，富永 憲俊，竹尾 健吾，小
出 大吾，青木 文音，竹花 快恵，山田
一尋：骨格性下顎前突者における主機能
部位．第72回日本矯正歯科学会大会，
2013年10月7日～9日 松本市。

6．研究組織

(1)研究代表者

山田 一尋 (YAMADA KAZUHIRO)
松本歯科大学・歯学部附属病院・教授
研究者番号：40182521

(2)研究分担者

田口 明 (TAGUCHI AKIRA)
松本歯科大学・歯学部・教授
研究者番号：70243582

増田 裕次 (MASUDA YUJI)
松本歯科大学・総合歯科医学研究所・教授
研究者番号：20190366