

令和 2 年 6 月 7 日現在

機関番号：12602

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2018～2019

課題番号：18H06273・19K21364

研究課題名（和文）骨再生医療を用いた新規矯正歯科治療法の開発；上顎洞に関わる医原性歯根吸収への警鐘

研究課題名（英文）A Cone-Beam Computed Tomographic Assessment of the Proximity of the Maxillary Canine and Posterior Teeth to the Maxillary Sinus Floor

研究代表者

大石 修史 (Oishi, Shuji)

東京医科歯科大学・歯学部附属病院・特任助教

研究者番号：50822532

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：矯正歯科臨床における歯の移動は、医原性の歯根吸収リスクを伴う。特に、解剖学的に内部に骨がなく骨リモデリングがその外壁でしか起きないため、歯根の移動の障壁となると考えられる上顎洞については、歯周組織のリモデリングや歯根の移動量の限界など不明な点が多い。一方、近年では歯科用 cone beam computed tomography (CBCT) の普及に伴い、上顎洞内の歯根の移動を3次元的に評価した症例報告が散見されるが、その安全性・再現性については議論の余地が残る。そこで本研究では、CBCTにより得られる患者の3次元データ解析を行い、歯の移動パターンと歯根吸収の関係を明らかにする。

研究成果の学術的意義や社会的意義

矯正歯科臨床では二次元的なX線画像を用いた分析が主流であり、歯根吸収の正確な評価は困難であったが、近年CBCTの普及により歯根吸収の3次元評価が可能となった。日本国内においては、上顎洞と歯根の関係や上顎洞内への歯の移動に注目した報告はなく、矯正歯科治療の安全性に関する報告は報告がない。本研究成果として、上顎洞と歯根の関係をCBCTを用いて評価した国内初の報告を行うことができ、矯正歯科治療の安全性について検証する社会的意義があると考えられる。

研究成果の概要（英文）：When tooth roots protrude into the maxillary sinus, apical root resorption and tipping may occur during horizontal tooth movement across the sinus floor. Three-dimensional cone-beam computed tomography (CBCT) images may provide detailed information without distortion and overlap. We evaluated the relationships between the maxillary tooth root apices and the maxillary sinus floor, using CBCT. Our study provides valuable information for planning orthodontic tooth movement through the maxillary sinus, which may help to predict the occurrence and severity of root resorption.

研究分野：矯正歯科

キーワード：矯正歯科 歯根吸収 CBCT 上顎洞

## 1. 研究開始当初の背景

歯は健康な歯周組織と十分な骨組織が存在する部位にのみ移動が可能と考えられている。すなわち、上顎洞や切歯管などの解剖学的構造、唇顎口蓋裂等の疾患に伴う骨欠損部位においては歯の移動が困難とされ、無理に歯の移動した場合に生じる医原性歯根吸収が問題とされてきた。歯根吸収の病因は遺伝的要因、全身性因子、歯根形態、あるいは歯槽骨形態などが複雑に関連する多因子性である<sup>1</sup>。特に矯正歯科治療に伴う医原性の副作用として知られ、矯正歯科治療後には73%の症例<sup>2</sup>で歯根吸収が起き、5mm以上の重篤な歯根吸収も2-5%程度起きているとの報告<sup>3</sup>もある。特に、歯根が上顎洞に近接する場合<sup>4</sup>では歯根吸収が起きやすいといわれ、矯正歯科治療の障害となり歯の移動が困難とされている。

歯根吸収は二次元的なX線画像では正しい評価が困難であった。近年、歯科用 computed tomography (CT) の普及が進み、特に空間分解能が高く被曝線量が少ない cone beam CT (CBCT) の歯科治療における有用性が期待されている。特に、上顎洞と矯正歯科治療については不明な点が多く、上顎洞内に歯根が突出している歯の移動は経験的に困難と考えられていた。しかし、CBCT を利用した症例報告では上顎洞内でも歯根の移動が可能との報告があり<sup>5</sup>、基礎研究においても、マウスの上顎洞側に骨のリモデリングを伴う歯根の移動が可能であることが示唆されている<sup>6</sup>。そのため、上顎洞に突出している歯根に対し、安全に歯を動かす方法については議論の余地がある。

## 2. 研究の目的

本研究の目的としては、次の3点を挙げる。

CBCT を用いた3次元的評価による医原性歯根吸収の現状はどのようになっているか？

上顎洞内に突出している歯根を有する歯を安全に動かすことは可能なのか？

解剖学的骨欠損部位に対する骨再生医療の矯正歯科治療への応用は可能なのか？

上記目的を達成するために、研究方法として矯正学的歯の移動モデル (OTM モデル) を使用した基礎研究と、外来受診者の診断資料を使用した臨床研究の両面から体系的評価を行う。

## 3. 研究の方法

【基礎研究】OTM モデルの評価。先行研究<sup>6</sup>に基づき Wistar 系雄性ラットを用いる。無作為に対照群、上顎臼歯を上顎洞側へ 10gf で移動する群 (Lightforce 群)、30gf で移動する群 (Heavy force 群) の3群に分ける。骨のリモデリングおよび歯根吸収を評価するため、Micro CT による骨微細構造解析を行う。その後、calcein による骨形成能および TRAP 染色による骨吸収能を組織学的に分析し、骨恒常性変化を評価する<sup>7</sup>。最後に骨代謝・炎症性マーカーを用いた生化学的解析を行う<sup>8</sup>。

【臨床研究】CBCT データの蓄積および評価。被験者は東京医科歯科大学歯学部附属病院矯正歯科外来を受診し、診断用資料として CBCT の撮影を行った患者とする。CBCT 画像から上顎洞底と歯根の位置関係を分類し、上顎洞底・歯根尖間の距離を測定する。対象とする歯根は上顎両側犬歯・小白歯・大白歯の計18根とする。また、矯正歯科治療後の CBCT 画像を3次元的に重ね合わせ、治療内容および歯根への影響を精査する。

## 4. 研究成果

現在までに【基礎研究】で使用する OTM モデル<sup>9</sup>を確立し論文として報告している。本 OTM モデルを使用し、矯正力による歯の移動に伴う上顎洞周囲組織の形態学的・組織学的評価を比較検討する予定である。

また【臨床研究】では、矯正歯科治療前の被験者301名(男性76名、女性225名)の CBCT データをもとに、4778本の歯根と上顎洞との関係を解析し論文として報告した<sup>10</sup>。平行して、矯正歯科治療開始前のデータの蓄積<sup>10-12</sup>も進み報告を行っている。今後は、治療終了時の CBCT データの解析を開始する予定である。

### <参考文献>

1. Feller L et al. Apical external root resorption and repair in orthodontic tooth movement: Biological Events. Biomed Res Int. 4864195:2016.
2. Lupi JE et al. Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in .... Am J Orthod Dentofacial Orthop. 109;28-37:1996.
3. Killiany DM. Root resorption caused by orthodontic treatment: an evidence-based review of literature. Semin Orthod. 5;128-33:1999.
4. Wehrbein H et al. The effect of the maxillary sinus floor on orthodontic tooth movement. Fortschr Kieferorthop. 51;345-51:1990.
5. Park JH et al. Space closure in the maxillary posterior area through the maxillary sinus. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 145;95-102:2012.
6. Maeda Y et al. Histomorphometric analysis of overloading on palatal tooth movement .... Am J Orthod Dentofacial Orthop. 148;423-30:2015.

7. Shimizu Y et al. Occlusal disharmony-induced stress causes osteopenia of the lumbar vertebrae and long bones .... *Sci Rep.* 8;173:2018.
8. Oishi S et al. Intermittent hypoxia influences alveolar bone proper microstructure via hypoxia-inducible factor .... *Front Physiol.* 7;416:2016.
9. Hatano K et al. The chemokine receptor type 4 antagonist, AMD3100, interrupts experimental tooth .... *Arch Oral Biol.* 86;35-9:2018.
10. Oishi S et al. A cone-beam computed tomographic assessment of the proximity of .... *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* In press.
11. Okuzawa M et al. Alveolar bone morphology in patients with a unilateral palatally displaced.... *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* In press.
12. Matumura T et al. Quantitative analysis of the relationship between maxillary incisors and the incisive canal by .... *Prog Orthod.* 18;24:2017.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Okuzawa-Iwasaki Makiko, Ishida Yuji, Ikeda Yuhei, Imamura Toshihiro, Oishi Shuji, Kita Soma, Matsumura Tomonari, Sakaguchi-Kuma Tomomi, Ono Takashi	4. 巻 0
2. 論文標題 Alveolar bone morphology in patients with a unilateral palatally displaced maxillary lateral incisor: A cone-beam computed tomography study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ajodo.2019.07.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Oishi Shuji, Ishida Yuji, Matsumura Tomonari, Kita Soma, Sakaguchi-Kuma Tomomi, Imamura Toshihiro, Ikeda Yuhei, Kawabe Ayako, Okuzawa Makiko, Ono Takashi	4. 巻 157
2. 論文標題 A cone-beam computed tomographic assessment of the proximity of the maxillary canine and posterior teeth to the maxillary sinus floor: Lessons from 4778 roots	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics	6. 最初と最後の頁 792～802
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ajodo.2019.06.018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----