

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26463099

研究課題名(和文) 新たな自動皮質骨埋入型アンカースクリューを用いた顎整形力付与治療システムの考案

研究課題名(英文) the development of orthopedic appliance combined with newly designed orthodontic anchor screw

研究代表者

友成 博 (Tomonari, Hiroshi)

鹿児島大学・医歯学域附属病院・講師

研究者番号：70398288

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：矯正治療において顎整形力を付与する各種装置は、歯を固定源とするため、歯性の変化が起こり、骨格性の改善が小さくなる欠点がある。本研究では、皮質骨部の維持力強化と歯周組織損傷の危険因子を排除した新規歯科矯正用アンカースクリューを開発し、骨内固歯を介さない上下顎骨にダイレクトな矯正力を負与したときの顎整形力の効果について検証し、顎整形力を安全かつ効果的に発揮できる新たな矯正治療システムを確立することを目的とした。

研究成果の概要(英文)：Conventional orthodontic appliances applied to control the growth of maxilla and mandibular jaw during growing patients have several disadvantages that is the loss of the improvements of maxillo-mandibular relationship, because these alliances fixed the upper and/or lower teeth. To solve these problems, we developed a novel spike-like auxiliary skeletal anchorage device for use with a miniscrew to increase its stability. The newly developed auxiliary device can improve the primary stability without increasing diameter of miniscrew and eliminate increasing risk of root damage. These features may make it safe to use for areas and growing patients that have been difficult to implant.

研究分野：歯科矯正学分野

キーワード：歯科矯正用アンカースクリュー

### 1. 研究開始当初の背景

矯正治療において顎整形力を付与する各種装置は、歯を固定源とするため、歯性の変化が起こり、骨格性の改善が小さくなる欠点がある。最近私共は、骨内固定源として、皮質骨部の維持力強化と歯周組織損傷の危険因子を排除した自動皮質骨埋入型アンカースクリューを考案した。この新規アンカーの特徴として、機械的維持力の飛躍的な向上と歯根や歯胚損傷の危険性がほとんどないため、成長発育期の小児患者へ適応できることである。本研究では、新規アンカーを骨内固定源として用い、歯を介さない上下顎骨にダイレクトな矯正力を負与したときの顎整形力に用いることができるため、実験動物による基礎的な検証を行った後、ヒトを対象とした臨床的効果を検証することで、顎整形力を安全かつ効果的に発揮できる新たな矯正治療システムを検証する必要が生じた。

### 2. 研究の目的

従来型スクリューは、歯周組織損傷のリスクが大きいため適応症例が限られている。このような現在の問題に対する解決策として、私共の考案した新規アンカースクリューは歯周組織損傷の危険性を回避しながら、強固な維持力を獲得することができるため、これまで禁忌であった歯根間が近接した部位や歯胚の存在する混合歯列期の小児患者にも適用でき、下顎骨に対してダイレクトに矯正力を付与することが可能となる。この新たな顎整形力を発揮する矯正治療法は、望ましくない歯の移動は起こらず、骨格性の改善を確実に効果的に発揮する新たな顎整形力付与システムとして期待され、学術的検証を行うことを目的とする。

### 3. 研究の方法

骨モデルによる自動皮質骨埋入型アンカ

ースクリューのデザインについて、顎整形力に対して十分な維持力を発揮する、新規アンカーの OUTER と INNER の形状、直径、長さ等デザインの修正と、適切な挿入トルクに必要なパイロットホール の大きさ、スクリューの強度などを検討した。スクリューの最終デザインの決定後、動物実験による検証を行った。ウサギおよびビーグル犬の上下顎骨に新規アンカーを植立後、顎整形力をダイレクトに荷重した。経時的に、新規アンカーの安定性、 $\mu$ CT 撮影によるボーンコンタクトの評価、圧縮試験による物理的維持力、下顎骨に対する顎整形力の効果を評価した。

### 4. 研究成果

人工骨を用いたスクリューの最終デザインを検討した結果、アンカースクリューに補助装置とシリコンリングを用いることとした。アンカースクリュー頭部と補助装置のワッシャー部にシリコンを介させ、それを圧縮することで補助装置の3つのスパイク部に力が加わる構造とした。埋入の約 1~2 か月後、スパイクが 0.3mm 程度埋入したところでシリコンリングを撤去することにした。

動物を用いて歯科矯正用アンカースクリューに本補助装置を併用して埋入し、マイクロ CT によるスパイク部の皮質骨への埋入深度を計測した結果、埋入 4 週時では 0.28mm、8 週時で 0.37mm であった。また、維持力の比較では、従来型のアンカースクリュー単独に比べ、埋入後 4 週時で 2.2-2.6 倍、埋入後 8 週時で 2.0-2.1 倍と大きな維持力を示した。これは、スクリュー頭部に側方から加わった荷重は、スパイク部がスクリューの傾斜に抵抗する支点として作用したと考えられる。また、補助装置のワッシャー部が皮質骨表面から約 1.5mm 離れた位置にあることにより、スクリューの抵抗

中心が、スクリュー単独で埋入した場合と比較して上方に変化し、スクリュー頭部に側方への荷重が加わった際に生じるモーメントが小さくなったためと考えられる。従って、より短く径の細いアンカースクリューと本補助装置を併用することにより、成功率の向上と歯周組織損傷のリスクを減少できる可能性が示唆された。しかし、ウサギの大腿骨は、骨表面が曲面であり、 $\mu$ CTで解析すると、3つのスパイク部が均等に埋入しておらず、安定した維持力を発揮するためには、スパイクが均等に骨面に接触できるよう改良が必要と考えられた。また、デンタルインプラントではインプラント周囲炎は、周囲骨の吸収を惹起し、オッセオインテグレーションを阻害する脱落の重要なリスクファクターである。今後、臨床応用に向けてヒトの口腔内に近い環境で、炎症を含めた安全性や安定性の検討が必要と考えている。

#### 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14件)

1. Hiroshi Tomonari, Sangho Kwon, Takaharu Kuninori, Shouichi Miyawaki. Differences between the chewing and non-chewing sides of the mandibular first molars and condyles in the closing phase during chewing in normal subjects. Arch Oral Biol, in press (査読・有).
2. Kitashima F, Tomonari H, Kuninori T, Uehara S, Miyawaki S. Modulation of the masticatory path at the mandibular first molar throughout the masticatory sequence of a hard gummy jelly in normal occlusion. Cranio. 2015 Oct;33(4):263-70. doi: 10.1080/08869634.2015.1097275. Epub 2015 Dec 29. (査読・有)
3. Miyawaki S, Tomonari H, Yagi T, Kuninori T, Oga Y, Kikuchi M. Development of a novel spike-like auxiliary skeletal anchorage device to enhance miniscrew stability. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2015 Aug; 148(2): 338-344. (査読・有)
4. Kubota T, Yagi T, Tomonari H, Ikemori T, Miyawaki S. Influence of surgical orthodontic treatment on masticatory function in skeletal Class III patients. J Oral Rehabil. 2015 May; 42(10): 733-741. (査読・有)
5. Nagayama K, Tomonari H, Kitashima F, Miyawaki S. Extraction treatment of a Class II division 2 malocclusion with mandibular posterior discrepancy and changes in stomatognathic function. Angle Orthod. 2015; Mar; 85(2): 314-321. (査読・有)
6. Tomonari H, Yagi T, Kuninori T, Ikemori T, Miyawaki S. Replacement of one first molar and three second molars by the mesial inclination of four impacted third molars in a Class II Division 1 adult patient. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2015; 147(6): 755-765. (査読・有)
7. 権 相豪, 友成 博, 北嶋文哲, 宮脇正一. 歯科矯正用アンカースクリューを用いて臼歯の圧下を行った顎関節症を伴う Angle 級開咬症例. 九州矯正歯科学会誌. 2015; 11(1) (査読・有)
8. 友成 博, 窪田健司, 池森宇泰, 國則貴玄, 上原沢子, 北嶋文哲, 宮脇正一. 臼歯部不正咬合を伴う患者の咀嚼機能の特徴と習慣性咀嚼側との関連性. 歯科

- 医師会会報. 2015.
9. 北嶋文哲, 上村裕希, 友成 博, 永山邦宏, 宮脇正一. 上顎左側第一大臼歯欠損を伴う Angle 級 2 類不正咬合症例. 九州矯正歯科学会誌. 2014; 10(1) :1-8. 12月(査読・有)
  10. Tomonari H, Ikemori T, Kubota T, Uehara S, Miyawaki S. First molar crossbite is more closely associated with a reverse chewing cycle than anterior or premolar crossbite during mastication. J Oral Rehabil. 2014; 41(12): 890-896. (査読・有)
  11. Tomonari H, Miura H, Ooki M, Nakayama A, Harada S. Diverse contributions of Tas1r2/Tas2rs within the rat and mouse soft palate to sweet and bitter. Neurosci Lett. 2014; (569): 63-67. (査読・有)
  12. Tomonari H, Kubota T, Yagi T, Kuninori T, Kitashima F, Uehara S, Miyawaki S. Posterior scissors-bite: Masticatory jaw movement and muscle activity. J Oral Rehabil. 2014; 41(4): 257-265. (査読・有)
  13. Kuninori T, Tomonari H, Uehara S, Kitashima F, Yagi T, Miyawaki S. Influence of maximum bite force on jaw movement during gummy jelly mastication. J Oral Rehabil. 2014; 41(5): 338-345. (査読・有)
  14. 窪田健司, 友成 博, 永山邦宏, 宮脇正一. 拡大ネジ付きアクチベーターとエッジワイズ装置を用いて非抜歯治療を行った Angle II 級 1 類症例.九州矯正歯科学会誌. 2014; 10(1):9-18. 12月(査読・有)
- [学会発表](計 12 件)
1. 庄村兼治, 友成 博, 権 相豪, 宮脇正一. 上顎第一大臼歯近遠心に埋入した歯科矯正用アンカースクリューの成功率と脱落要因. 第 12 回九州矯正歯科学会学術大会 学術展示 2017 年 3 月 18-19 日 ウェルシティ宮崎(宮崎県宮崎市).
  2. 権 相豪, 友成 博, 北嶋文哲, 宮脇正一. 顎関節症を伴う Angle 級開咬症例に対して歯科矯正用アンカースクリューを用いて臼歯の圧下を行った症例. 第 12 九州矯正歯科学会学術大会 学術展示 2017 年 3 月 18-19 日 ウェルシティ宮崎(宮崎県宮崎市).
  3. 友成 博, 池森宇泰, 大賀泰彦, 権 相豪, 宮脇正一. 歯冠修復や根管治療済みの歯を抜去し埋伏した 4 本の第三大臼歯を歯列内誘導した Angle II 級 1 類成人症例. 第 75 回日本矯正歯科学会学術大会 学術展示 2016 年 11 月 7-9 日 アステイ徳島(徳島県徳島市).
  4. 大賀泰彦, 友成 博, 権 相豪, 國則貴玄, 宮脇正一. 新規骨固定補助装置を併用した歯科矯正用アンカースクリューの維持力について. 第 75 回日本矯正歯科学会学術大会 学術展示 2016 年 11 月 7-9 日 アステイ徳島(徳島県徳島市).
  5. Tomonari H, Oga Y, Kwon S, Miyawaki S: Retention force of a novel spike-like auxiliary skeletal anchorage device to enhance miniscrew stability. The 10th Asia Pacific Orthodontic Congress 2016. 1-3, Sept, 2016. Bali, Indonesia.
  6. Tomonari H, Oga Y, Kwon S, Miyawaki S. Micrognathia with temporomandibular joint ankylosis and obstructive sleep apnea treated with mandibular distraction osteogenesis using skeletal

anchorage, The 10th Asia Pacific Orthodontic Congress 2016. 1-3, Sept, 2016. Bali, Indonesia.

7. 大賀泰彦, 友成 博, 権 相豪, 國則 貴玄, 宮脇正一. 新規補助装置を併用した歯科矯正用アンカースクリューと既存アンカースクリューの維持力の比較. 第11回九州矯正歯科学会大会 学術口演 2016年2月6-7日 福岡国際会議場・マリンメッセ(福岡県福岡市).
8. 友成 博, 窪田健司, 池森宇泰, 宮脇正一. カスタムメイドリングブラケットを用いて治療期間の短縮を試みた Angle I 級の抜歯症例. 第74回日本矯正歯科学会大会 症例展示 2015年11月18-20日 幕張メッセ(千葉県千葉市).
9. 友成 博. 歯科矯正用アンカースクリューを併用して治療した上顎前突症例. 第10回九州矯正歯科学会大会 臨床セミナー 2015年3月8-9日 長崎大学医学部キャンパス内 医学部記念講堂、ポンペ会館(長崎県、長崎市).
10. 八木孝和, 菅 真有, 植田紘貴, 友成 博, 大牟禮治人, 宮脇正一. 従来の大白歯遠心移動装置とスケレタルアンカレッジ装置の治療効果の検討 - 系統的レビュー -. 第73回日本矯正歯科学会大会 学術展示 2014年10月20-22日 幕張メッセ(千葉県千葉市).
11. 高田寛子, 友成 博, 松井竜太郎, 杉原一正, 宮脇正一. 外科的矯正治療を行った小下顎症と顎関節強直症を伴う症例. 第24回日本顎変形症学会学術大会 ポスター発表 2014年6月10日 アクロス福岡(福岡県福岡市).
12. 池森宇泰, 友成 博, 八木孝和, 窪田健司, 上原沢子, 高田寛子, 宮脇正一. 第一大白歯に発現する交叉咬合

は逆ストロークの咀嚼パターンと異常な閉口筋活動に関連する. 第24回日本顎変形症学会学術大会 一般講演 2014年6月10日 アクロス福岡(福岡県福岡市).

[図書](計 0件)

[産業財産権]

出願状況(計1件)

名称: スクリューの結合力維持具及び結合  
力維持具付きスクリュー

発明者: 宮脇正一、友成博、八木孝和、木  
村裕一

権利者: 国立大学法人鹿児島大学

種類: 特許

番号: 2012-268204

出願年月日: 2014年04月01日

国内外の別: 国内

取得状況(計 0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

友成 博 (TOMONARI, Hiroshi)

鹿児島大学・医師学域附属病院・講師

研究者番号: 70398288

### (2) 研究分担者

宮脇正一 (MIYAWAKI, Shouichi)

鹿児島大学・医師学域歯学系・教授

研究者番号: 80295807

八木孝和 (YAGI, Takakazu)

鹿児島大学・医師学域歯学系・講師

研究者番号：10346166

國則貴玄 (KUNINORI, Takaharu)

鹿児島大学・医師学域歯学系・講師

研究者番号：0062666

前田綾 (MARDA, Aya)

鹿児島大学・医師学域歯学系・助教

研究者番号：10457666

(3)連携研究者 (なし)

(4)研究協力者 (なし)