

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19592259
 研究課題名（和文） 歯科インプラントにおける偶発症抑止のための顎骨内部構造の解析
 研究課題名（英文） Biomechanical analysis in the internal structure of jaw bone for prevention of dental implant failure

研究代表者

井出吉信 (IDE YOSHINOBU)
 東京歯科大学・歯学部・教授
 研究者番号：20103377

研究成果の概要（和文）：

インプラント埋入位置を評価し、様々なインプラント偶発症を防ぐために、我々はマイクロCTベースの3次元的な計測と生体力学的解析を用いて、解剖学的構造物を観察し、インプラントを介して顎骨内部構造に生じる機能圧の影響を明らかとすることを目的とした。顎骨の3次元立体構築像から顎骨内部構造の複雑な構造を有し、インプラント埋入時に考慮する必要性があることが明らかとなった。有限要素解析結果から、荷重伝達経路が可視化され、インプラント周囲に再配列する骨梁構造が負荷を指示するのに重要な役割を果たしていることがわかった。また、力学解析を含めた海綿骨の構造解析が、インプラント周囲骨が許容可能な荷重の予測に役立つことが示唆された。

研究成果の概要（英文）：

To evaluate the sites for dental implant placement and prevent several implant failure, we used micro-CT for 3D measurement and biomechanical analysis to observe anatomical constructions and to clarify the influence of functional pressure on the internal structure of the jaw bone through implant. The 3D-reconstructed images revealed that jaw bone had a complex structure, and care must be exercised when inserting dental implants. In the finite element analysis, we visualized load transfer paths, and the results suggested that trabecular bone realignment around an implant is thought to play an important role in supporting the pressure. And examination of the structural properties of cancellous bone including stress analysis would be useful in predicting acceptable loads of endosseous implants.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：補綴系歯学

キーワード：歯科インプラント学

1. 研究開始当初の背景

歯科インプラントは各臨床分野で新しいテクニックの開発が試みられており、臨床技術は日進月歩の向上をみせている。しかし、インプラントフィクスチャーを顎骨に埋入するため、常に偶発症の危険があり、実際の治療における医療事故の報告も多くあげられるようになった。失敗症例は、顎骨の解剖学的構造を把握して適切なX線画像診断を行うことができれば回避できるものが多く、直接的に施術の対象となる顎骨の構造・性状・機能についての基礎知識が改めて重要視されている。また、歯の喪失に伴う顎骨の外部形態・内部形態の変化と、これにともなう顎骨に付着する筋、顎骨内部・周囲の脈管、神経の位置にも変化がみられることが考えられ、患者の状態を予測する必要がある。さらに、インプラント体が直接骨と結合するために生体力学的な影響を把握することが急務となっていた。

2. 研究の目的

上記の背景から本研究は、有歯顎・無歯顎の顎骨内部骨梁構造および内部の脈管などの位置的關係マイクロCTを用いて観察すると同時に、インプラント治療が顎骨内部構造の形態変化に及ぼす影響を明らかにするため、インプラントを介した咬合力によって顎骨骨梁に生じる応力の伝達経路を明らかにし、有歯顎・無歯顎における咬合負担と比較検討することを目的とした。

3. 研究の方法

東京歯科大学解剖学講座所蔵の日本人頭蓋骨をマイクロCTにて撮像し、得られた撮像データから三次元立体構築を行った。下顎管、上顎洞などの解剖学的構造物の抽出と各種計測を行い、歯の喪失に伴う顎骨の構造変化と解剖学的構造物の相対的な位置変化について考察した。

次に、マイクロCT撮像により得られた2次元データをもとに三次元有限要素モデルを作製した。三次元有限要素モデルは、海綿骨の微細構造を忠実に再現した精密モデルとし、骨梁の構造が荷重伝達に及ぼす影響まで詳細に検討することが可能であった。モデルは解析結果は、最大主応力のコンター図とベクトル表記による荷重伝達経路の可視化によって評価した。

4. 研究成果

設定した埋入危険領域における最大主応力値をヒストグラム化して評価したところ、インプラント埋入モデルでは内部骨梁における荷重伝達が観察され、ハンモック状の緩衝機構を呈していた。一方、義歯装着モデルでは皮質骨を主体とした伝達経路が確認された。インプラント埋入モデルでは、埋入深度や方向により下顎管などの解剖学構造物に近接した部位において応力集中がみられた。今回の研究結果から、インプラントを介して周囲顎骨に発生したメカニカルストレ

スが顎骨の恒常性維持を担うことが考察された。一方で危険領域における応力集中は、負担過重による偶発症発現の可能性を示唆している。これにより、インプラント周囲骨の支持能力の一端が解明されたとともに、インプラントが負担過重をはじめとした偶発症を引き起こす機序について定量的に評価された。さらにインプラント治療において起こりうる偶発症を想定した解析を行い、インプラント埋入危険部位についてデータを加えることで、生体力学的条件も考慮したインプラント埋入シミュレーションを確立した。

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8件)

① Matsunaga, S., Okudera, H., Abe, S., Tamatsu, Y., Hashimoto, M., Ide, Y. The influence of bite force on the internal structure of the mandible through implant. Journal of Oral Biosciences, 50(3) : 194-9, 2008 (査読有り)

② Hiraide, Y., Saka, H., Tamatsu, Y., Usami, A., Yanagisawa, N., Ide, Y. Root resorption of maxillary primary incisors in relation to position of successive permanent incisors by Micro-CT. Pediatric Dental Journal, 18(1), 15-23, 2008 (査読有り)

③ Someda, H., Saka, H., Matsunaga, S., Ide, Y., Nakahara, K., Hirata, S., Hashimoto, M. Age estimation based on three-dimensional measurement of mandibular central incisors in Japanese.

Forensic Science International, 185(1-3) : 110-4, 2009 (査読有り)

④ Sugisaki, M., Agematsu, H., Matsunaga, S., Saka, H., Ide, Y. Three-dimensional analysis of the internal structure of the mandibular condyle in dentulous and edentulous jaws using micro-CT. (査読有り) Cranio, 27(2) : 78-87, 2009

⑤ Ohashi, T., Matsunaga, S., Nakahara, K., Abe, S., Ide, Y., Tamatsu, Y., Takano, N. Biomechanical role of peri-implant trabecular structures during vertical loading. Clinical Oral Investigations, 2009 (in press) (査読有り)

⑥ Matsunaga, S., Shirakura, Y., Ohashi, T., Nakahara, K., Tamatsu, Y., Takano, N., Ide, Y. Biomechanical role of peri-implant cancellous bone architecture. The International Journal of Prosthodontics, 2009(in press) (査読有り)

⑦ Lu, WY., Saka, H., Tamatsu, Y., Nakahara, K., Agematsu, H., Ide, Y. The morphological analysis of root resorption of mandibular primary canines and their relationship with the position of successive permanent teeth using Micro-CT. Pediatric Dental Journal, 19(2) : 187-95, 2009 (査読有り)

⑧ Agematsu, H., Ohnishi, M., Matsunaga, S., Saka, H., Nakahara, K., Ide, Y. Three-dimensional analysis of pulp chambers in mandibular first deciduous

molars. Pediatric Dental Journal, 20(1) :
1-6, 2010 (査読有り)

〔学会発表〕 (計 1 件)

①井出吉信 インプラント治療に必要な顎骨の構造, 第 39 回日本口腔インプラント学会総会・学術大会, 日本口腔インプラント学会誌, 22 : 76, 2009

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井出吉信 (IDE YOSHINOBU)
東京歯科大学・歯学部・教授
研究者番号 : 20103377

(2) 研究分担者

矢島安朝 (YAJIMA YASUTOMO)
東京歯科大学・歯学部・教授
研究者番号 : 10183667

(3) 連携研究者

なし