

平成22年5月14日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20791416
 研究課題名 (和文) 生体内三次元荷重解析に基づく固定性インプラント上部構造の咬合に関する検討
 研究課題名 (英文) The Investigation of the Occlusion of Implants-supporting Fixed Prosthesis on the Analysis of Three Dimensional Loads in vivo
 研究代表者
 依田 信裕 (YODA NOBUHIRO)
 東北大学・大学院歯学研究科・助教
 研究者番号：20451601

研究成果の概要 (和文)：インプラント (人工歯根) を土台とした被せもの (冠・橋義歯) 治療の良好な予後を期待する上で、インプラントに加わる負荷 (力) を考慮した設計が重要となる。しかしながら、現在の治療において、インプラントに加わる力について不明な点が多く、この力を基にした診療ガイドラインは確立されていない。本研究では生体内三次元解析システムによりインプラントに加わる力を測定し、力に影響を与える因子について解明した。

研究成果の概要 (英文)：Three-dimensional (3-D) loads exerted on dental implants are important parameters in the biomechanical control of implant-supported fixed prostheses. It is critical to consider not only the load magnitudes but also the load directions during function to obtain a good prognosis of that treatment. In this study, we developed a system for measuring *in vivo* the 3-D loads exerted on dental implants and for analyzing the loads on the basis of the stomatognathic system coordinates and clarified the effects of the prosthetic parameters on the loads.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：インプラント・オーバードンチャー・三次元荷重・生体内測定

1. 研究開始当初の背景

歯科インプラント治療においては、補綴装置に加わる荷重、または補綴装置を介して顎骨あるいは残存歯に加わる荷重の

制御が、治療の成否ならびに長期安定性に大きく関与する。固定性補綴装置の支台インプラントに加わる荷重制御に直接影響を及ぼすと考えられる上部構造の設計・咬

合に関しては、これまで主に経験則に基づく様々な臨床的指針が提唱されてきた。しかしながら、実際に機能時にインプラントに加わる荷重に関するデータ、特に生体内で測定された空間的・時間的な荷重動態データは欠如しており、上部構造の設計・咬合に関する明確なエビデンスは存在しないのが現状である。従って、固定性インプラント上部構造に与える咬合に関する指標を確立し、インプラント補綴治療の予知性を向上させることは、インプラント臨床における社会的ニーズに対応するために急務である。

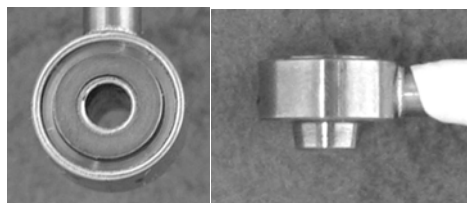
2. 研究の目的

本研究では、口腔内にて荷重測定が可能な三次元小型水晶圧電式センサを用いて、インプラントおよび歯に加わる荷重を生体内にて三次元的、経時的に測定し、解析するシステムを用いて、機能時にインプラントおよび歯に加わる荷重に与える補綴学的因子の影響について検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 荷重測定センサ

インプラントおよび歯に加わる荷重測定には三次元小型水晶圧電式センサ (Type Z18400, Kistler Instruments AG, Switzerland) (以下、センサ) を用いた。



小型水晶圧電式センサ

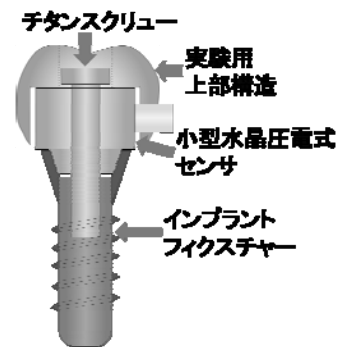
(2) 三次元荷重測定装置

センサからの出力電荷は、マルチチャネルチャージアンプ (Type5019B, Kistler Instruments AG, Switzerland) により増幅後、データレコーダ (LX-10, TEAC, 日本) およびパーソナルコンピュータ (Dimension 8200®, Dell, 日本) に記録した。サンプリングレートは 1 kHz とした。

被験者の頭部 X 線規格写真を用いて FH 平面ならびに正中矢状面を基準とする顎顔面座標を設定し、その座標軸に合わせてセ

ンサ出力値を補正した。前後方向 (anteroposterior axis) および左右方向 (left-right axis) は FH 平面上で規定し、上下方向 (superior-inferior axis) は FH 平面の垂線方向と設定した。

インプラントに加わる荷重測定装置は、センサを、実験用上部構造と共にチタン製スクリューを用いて、約 15~20 Ncm のトルクにて口腔内フィクスチャー上に固定した。



荷重測定装置の模式図

(3) 口腔内測定

被験者は部分欠損を有し、同部にインプラントが埋入されている有歯顎者とした。被験者に行わせたタスクは、各実験条件において、随意的最大咬みしめ (以下、MVC) およびパラフィンワックス片 (5 mm³) 咬みしめ (以下、WAX), グラインディング (以下、GR) とした。

各被験者には、研究への参加に先立ち実験の主旨を説明し、インフォームドコンセントを得た。また本研究は東北大学大学院歯学研究科倫理委員会の承認を受けて行った。

4. 研究成果

今回、荷重測定を行った 3 名の被験者についての結果を示す。

(1) 被験者 I

被験部位：下顎右側 5, 6 (インプラント)
実験条件：上部構造を 2 歯連結した場合で測定し、その後上部構造を切断し非連結 (単冠) の場合で測定した。

MVC において、非連結の場合に下顎右側 6 部インプラントに加わる荷重の大きさ (180.2±15.4 N) は、下顎右側 5 部 (34.3±16.3 N) よりも有意に大きかった (p<0.01)。連結した場合は、両インプラント間での有意差は認められず、荷重量は各インプラントに分

散する傾向であった。WAXにおいて、各インプラントに加わる荷重の大きさ、方向は、上部構造の連結、非連結間で有意差は認められなかった。

インプラントに加わる三次元的荷重は、固定性上部構造の連結、非連結により影響を受けることが示唆された。

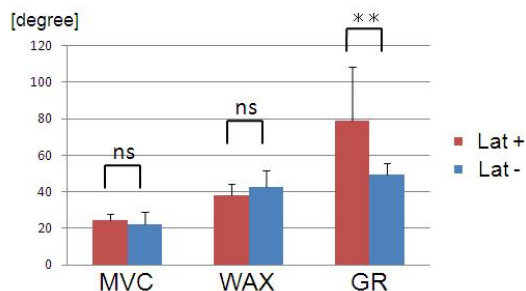
(2) 被験者II

被験部位：下顎左側5（インプラント）

実験条件：上部構造は、グループファンクションに参加する側方ガイドを付与したもの（Lat+）、側方ガイドを付与しないもの、すなわちディスクルージョンとしたもの（Lat-）の2種類を製作し測定を行った。

MVC、WAXにおいて、インプラントに加わる荷重量は、Lat+（MVC； 49.2 ± 6.6 N、WAX； 103.2 ± 32.8 N）とLat-（MVC； 48.3 ± 2.4 N、WAX； 99.2 ± 14.2 N）の2群間で有意差は認められなかった。一方、荷重の側方成分の大きさはGRの場合、Lat-と比較してLat+で有意に大きくなった（ $p < 0.01$ ）。また、インプラントに加わる荷重方向の変化量（角度）を荷重量最大値の10%時から100%時の範囲において比較すると、GRの場合、左右（頬舌）方向の変化量がLat-（ $49.7 \pm 5.8^\circ$ ）と比較してLat+（ $78.7 \pm 17.9^\circ$ ）で有意に大きくなった（ $p < 0.01$ ）。

荷重方向の変化量(角度)
(荷重量最大値の10%時から100%時)



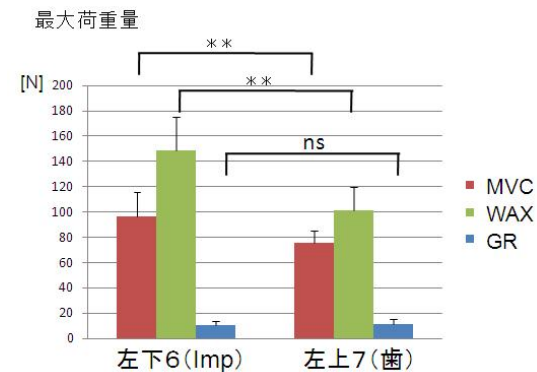
上部構造に付与した側方ガイドはインプラントに加わる荷重に影響を与え、側方運動時に水平方向の荷重が増大することが定量的に示された。

(3) 被験者III

被験部位：上顎左側7（歯）、下顎左側6（インプラント）

咬合関係が1歯対2歯（上顎左側6，7に対し下顎左側6）であるため、下顎左側6加わる荷重量（MVC； 91.6 N、WAX； 148.4 N）は、上顎左側7（MVC； 75.3 N、WAX； 101.3

N）に比較して有意に大きかった（ $p < 0.01$ ）。被験者IIと同様の方法にてインプラントに加わる荷重方向の変化量（角度）を比較すると、MVCではインプラントに比較して歯の方が有意に大きくなった（ $P < 0.01$ ）が、GR時における荷重方向変化範囲はインプラントの方が大きかった（ $P < 0.01$ ）。



歯における機能時の荷重方向の経時的変化には歯根膜の影響が大きいと考えられるが、インプラントにおいても同様に経時的な荷重方向の変化が認められた。このことから、荷重方向に影響を与える因子としては顎筋の収縮力発現方向や、顎顔面形態等の生体力学的因子の関与が示唆された。

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4件）

1. N Yoda, T Ogawa, Y Gunji, T Kawata, T Kuriyagawa, K Sasaki.
The analysis of the load exerted on the implants supporting an overdenture based on in vivo measurement.
Prosthodont Res Pract: 7(2), 258-260, 2008
査読有り
2. 山川優樹, 田村崇, 重光竜二, 依田信裕, 末永華子, 川田哲男, 佐々木啓一, 池田清宏
口腔インプラントの力学挙動の解明：診療支援システムへ向けて
Transactions of JSCES, Paper No.20080014 (11 ページ), 2008
査読有り
3. T Kawata, T Kawaguchi, N.Yoda, T Ogawa,

T Kuriyagawa, K Sasaki
Effects of a Removable Partial Denture and
Its Rest Location on the Forces Exerted on
an Abutment Tooth In Vivo
Int J Prosthodont 2008; 21: 50-52.
査読有り

4. Kubo K, Kawata T, Suenaga H, Yoda N,
Shigemitsu R, Ogawa T, Sasaki K
Development of in vivo measuring system
of the pressure distribution under the
denture base of removable partial denture.
J Prosthodont Res, 2008; 53: 15-21.
査読有り

[学会発表] (計 5 件)

1. R.Shigemitsu, N. Yoda, T. Kawata, H.
Suenaga, K.Kubo, Y.Yamakawa, T.Tamura,
K.Ikeda and K. Sasaki
FEA of implant supported overdenture that
reflects biomechanical factor
IADR 87th General session and exhibition
Ernest N. Morial Convention Center New マ
イアミフロリダ USA
2009 年 4 月 1-4 日
J Dent Res 87: CD-ROM
2. T.Matsumoto, Y.Ishii, R.Shigemitsu, N.
Yoda, T. Kawata, H. Suenaga, K.Kubo,
Y.Yamakawa, K.Ikeda and K. Sasaki
Comparison of stress distribution by changing
the implant alignment
2nd Meeting of the IADR PAPF 1st Meeting
of the IADR APR
武漢, 中国
2009 年 9 月 22-24 日
3. 郡司良律, 依田信裕, 小針啓司, 川田哲
男, 佐々木啓一
上部構造の連結・非連結がインプラントに
加わる三次元的荷重に与える影響に関す
る検討
第 6 回東北大学バイオサイエンスシンポ
ジウム
仙台
2009 年 6 月 16 日
4. 依田信裕, 重光竜二, 田村崇, 山川優樹,

池田清宏, 厨川常元, 佐々木啓一
生体応力解析に基づく歯科インプラント
治療支援システムの開発
第 5 回東北大学バイオサイエンスシンポ
ジウム
仙台国際センター (2008 年 5 月 19 日)
講演要旨集, 233

5. 依田信裕, 重光竜二, 郡司良律, 川田哲
男, 佐々木啓一
オーバーデンチャー支台インプラント荷
重の生体内三次元解析
第 28 回 (社) 日本口腔インプラント学
会東北・北海道支部 総会・学術大会
仙台情報・産業プラザ (アエル) (2008
年 10 月 11, 12 日)
日口腔インプラント誌 (支部会) /28, 27,
2008

6. 研究組織

(1) 研究代表者

依田 信裕 (YODA NOBUHIRO)
東北大学・大学院歯学研究科・助教
研究者番号 : 20451601