

令和 4 年 5 月 9 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K09699

研究課題名（和文）無歯顎者におけるインプラントおよび補綴装置選択基準の力学的検討

研究課題名（英文）Mechanical analysis about the selection criteria of implant and prostheses in the edentulous jaw

研究代表者

高橋 利士（Takahashi, Toshihito）

大阪大学・歯学部附属病院・講師

研究者番号：70610864

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：上顎無歯顎患者に対してインプラントオーバーデンチャーを設計する際は、義歯床にて口蓋を被覆すること、義歯床内に鋳造補強構造を埋入すること、インプラントを4本あるいは6本使用し、前歯部から大臼歯部にかけて可能な限りインプラントを広く分布させること、インプラント同士を連結、あるいは連結が不可能な場合は、ロケーターアタッチメントを使用すること、の4点がオーバーデンチャーおよびインプラントの双方に生じる機能時のひずみを抑制することが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果により、上顎インプラントオーバーデンチャーを選択する際の力学的な観点から考慮すべき点が明らかとなった。患者ごとに個人差はあるものの、本研究結果に基づいた治療計画を立てて、患者に提供することにより、上顎インプラントオーバーデンチャー装着後の生じるインプラントおよびオーバーデンチャーの双方に関する力学的な問題に起因するトラブルの発生防止につながり、患者のQoLの維持につながる可能性が示された。

研究成果の概要（英文）：When designing a maxillary implant overdenture, the denture base should cover the palate, a cast reinforcement should be placed in the denture base, four or six implants should be used, and as many implants as possible should be placed in both anterior and molar regions. And when the implants are not connected or connection cannot be made between implants, the use of a locator attachment can reduce the functional distortion of both the overdenture and the implants.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：インプラント オーバーデンチャー

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

歯科用インプラントが臨床に応用されるようになってから 30 年以上が経過し、その需要が高まるにつれて様々なインプラントが開発され、臨床での治療方針も多岐にわたっている。インプラントの上部構造である補綴装置についても、インプラントのみに支持された固定性インプラント補綴や、インプラントと粘膜に支持される可撤性インプラント補綴(インプラントオーバーデンチャー)、インプラントと粘膜に加えて残存歯に支持されるインプラント支持部分床義歯など複数の選択肢が考案されている。しかし、これほど多くの選択肢があるにもかかわらず、その選択基準となるエビデンスは限られており、特に力学的なエビデンスはほとんどない。

2. 研究の目的

本研究では、可撤性インプラント補綴であるインプラントオーバーデンチャーの中でも、特にエビデンスが不足している上顎インプラントオーバーデンチャーに着目し、力学的な観点から上記の不足しているエビデンスを構築すべく模型実験、有限要素法などの口腔外での計測と患者の口腔内での計測を併用して、無歯顎者に対してのインプラントオーバーデンチャーを用いた治療を計画する際に最初に考えるべき点であるインプラントと補綴装置の設計における力学的根拠の確立をめざすことを目的とした。

3. 研究の方法

1) 実験用模型の製作について

実験には、市販の上下顎無歯顎模型を用い、模型に適合する 2 種類の上顎全部床義歯(口蓋被覆あり/被覆なし)と下顎全部床義歯を義歯床用レジンにて製作した(以下、実験用義歯)。また、上顎実験用義歯については、歯槽頂と後述のインプラント上を走行するコバルトクロム合金による補強構造を埋入したもの(補強あり)と、埋入しないもの(補強無し)の 2 種類をそれぞれ製作した。上顎実験用義歯の唇側正中部、前歯部口蓋側正中部の 2 か所に 3 軸型のひずみゲージを貼付した。

上顎の無歯顎模型に直径 4.0mm、長さ 10mm のインプラントを前歯部と小臼歯部、大臼歯部に左右対称となるように 2 本ずつ、計 6 本埋入し、前述の上顎の実験用義歯に適合するように厚さ 2mm のシリコン製の擬似顎堤粘膜を付与した。各インプラントには、埋入前にプラットフォーム下 2mm の位置に、ひずみゲージの長軸とインプラントの長軸が一致するように計 4 枚のひずみゲージを貼付した。

埋入したインプラントには、非連結型のアタッチメント(ロケーターアタッチメント)と、連結型のアタッチメント(バーアタッチメント)を使用し、計測に用いた。

インプラントの本数と配置については、2 本の場合(前歯部のみ、小臼歯部のみ、大臼歯部のみ)、4 本の場合(前歯部と小臼歯部、前歯部と大臼歯部、小臼歯部と大臼歯部)、6 本の場合(前歯部、小臼歯部、大臼歯部の全て)の計 7 パターンとした。

2) ひずみの計測について

実験用義歯に生じたひずみの計測については、センサインターフェースに接続し、パーソナルコンピュータを用いておこなった。計測によって得られたひずみから、各貼付部位におけるせん断ひずみを算出した。

インプラントに生じたひずみの計測については、ひずみゲージを実験用義歯の場合と同様にセンサインターフェースに接続し、パーソナルコンピュータを用いておこなった。インプラントのひずみは 2 ゲージ法を用いて、近遠心的および頬舌的な曲げひずみを計測し、それらの値を合成して各インプラントのひずみとした。

3) 統計的分析について

各実験条件間の平均値の比較には、比較対象が 2 群の場合は、t 検定を用いた。比較対象が 3 群以上の場合は、一元配置分散分析を用い、有意差が認められた場合は、多重比較に Bonferroni 法を用いた。

また、実験用義歯に生じるひずみ、インプラントに生じるひずみのそれぞれに影響を与える因子を検討するために重回帰分析をおこなった。

なお、統計学的有意水準はすべての分析において 5%とした。

4. 研究成果

1) インプラントのひずみについて

インプラントに生じたひずみは、すべての計測条件において口蓋部の被覆なしと比較して、口蓋部の被覆ありの方が有意に小さくなった。また、補強構造なしと比較して、補強構造ありの方がインプラントに生じるひずみが有意に小さくなった。インプラントの本数・配置については、インプラントに生じるひずみに影響を及ぼし、6 本の場合が最もひずみが小さく

なった。また、インプラントの連結なしと比較して、連結ありの方がインプラントに生じるひずみが有意に小さくなった。以上のことから、オーバーデンチャーの口蓋部の形態、補強構造の有無、インプラントの本数・配置ならびにインプラントの連結の有無は、インプラントに生じるひずみに影響を及ぼすことが明らかとなった。

2) 実験用義歯のひずみについて

実験用義歯に生じたひずみは、口蓋部の被覆なしと比較して、口蓋部の被覆ありの場合が、いずれのアタッチメントを使用した場合やインプラントの配置の場合においても有意に小さくなった。また、補強構造なしと比較して補強構造ありの方が、いずれのアタッチメントを使用した場合やインプラントの配置の場合においても有意に小さくなった。インプラントの本数・配置は、実験用義歯に生じるひずみに影響を及ぼし、6本の場合が最もひずみが小さくなった。また、インプラントの連結なしと比較して、連結ありの方が、実験用義歯に生じるひずみが有意に小さくなった。

以上のことから、オーバーデンチャーの口蓋部の形態や補強構造の有無、インプラントの本数・配置ならびにインプラントの連結の有無は、オーバーデンチャーに生じるひずみに影響を及ぼすことが明らかとなった。

3) 重回帰分析の結果について

インプラントのひずみについて

前歯部のインプラントについては、口蓋部の形態(標準化偏回帰係数=0.380)、補強構造の有無(標準化偏回帰係数=0.305)、4本・前歯部と小白歯部(標準化偏回帰係数=0.341)、4本・前歯部と大白歯部(標準化偏回帰係数=0.229)、インプラントの連結(標準化偏回帰係数=0.519)は、前歯部のインプラントに生じるひずみと有意な関連を認めた(表1)。

小白歯部のインプラントについては、口蓋部の形態(標準化偏回帰係数=0.300)、補強構造の有無(標準化偏回帰係数=0.277)、4本・前歯部と小白歯部(標準化偏回帰係数=0.320)、4本・小白歯部と大白歯部(標準化偏回帰係数=0.188)、インプラントの連結(標準化偏回帰係数=0.675)は、小白歯部のインプラントに生じるひずみと有意な関連を認めた(表2)。

大白歯部のインプラントについては、口蓋部の形態(標準化偏回帰係数=0.338)、補強構造の有無(標準化偏回帰係数=0.329)、4本・前歯部と大白歯部(標準化偏回帰係数=0.372)、4本・小白歯部と大白歯部(標準化偏回帰係数=0.188)、インプラントの連結(標準化偏回帰係数=0.417)は、大白歯部のインプラントに生じるひずみと有意な関連を認めた(表3)。

項目	標準化偏回帰係数	p値
口蓋部の形態 (あり=0)	0.380	<0.01
補強構造 (あり=0)	0.305	<0.01
インプラントの本数・埋入位置 (6本=0)		
4本・前歯部と小白歯部	0.341	<0.01
4本・前歯部と大白歯部	0.229	<0.01
インプラントの連結 (あり=0)	0.519	<0.01

表1 前歯部インプラントに生じるひずみの関係

項目	標準化偏回帰係数	p値
口蓋部の形態 (あり=0)	0.300	<0.01
補強構造 (あり=0)	0.277	<0.01
インプラントの本数・埋入位置 (6本=0)		
4本・前歯部と小白歯部	0.320	<0.01
4本・小白歯部と大白歯部	0.188	<0.01
インプラントの連結 (あり=0)	0.675	<0.01

表2 小白歯部インプラントに生じるひずみの関係

項目	標準化偏回帰係数	p値
口蓋部の形態 (あり=0)	0.338	<0.01
補強構造 (あり=0)	0.329	<0.01
インプラントの本数・配置 (6本=0)		
4本・前歯部と大白歯部	0.372	<0.01
4本・小白歯部と大白歯部	0.188	0.02
インプラントの連結 (あり=0)	0.417	<0.01

表3 大白歯部インプラントに生じるひずみの関係

実験用義歯のひずみについて

唇側のひずみについては、口蓋部の形態(標準化偏回帰係数=0.279)、補強構造の有無(標準化偏回帰係数=0.452)、4本・前歯部と大白歯部(標準化偏回帰係数=0.176)、4本・小白歯部と大白歯部(標準化偏回帰係数=0.193)、インプラントの連結(標準化偏回帰係数=0.597)は、有意な関連を認めた(表4)。

項目	標準化偏回帰係数	p値
口蓋部の形態 (あり=0)	0.279	<0.01
補強構造 (あり=0)	0.452	<0.01
インプラントの本数・配置 (6本=0)		
4本・前歯部と小白歯部	0.097	0.09
4本・前歯部と大白歯部	0.176	<0.01
4本・小白歯部と大白歯部	0.193	<0.01
インプラントの連結 (あり=0)	0.597	<0.01

表4 義歯唇側に生じるひずみの関係

口蓋側のひずみについては、口蓋部の形態(標準化偏回帰係数=0.520)、補強構造の有無(標準化偏回帰係数=0.300)、4本・前歯部と小白歯部(標準化偏回帰係数=0.142)、4本・前歯部と大白歯部(標準化偏回帰係数=0.238)、4本・小白歯部と大白歯部(標準化偏回帰係数=0.226)、インプラントの連結(標準化偏回帰係数=0.322)は、有意な関連を認めた(表5)。

項目	標準化偏回帰係数	p値
口蓋部の形態 (あり=0)	0.520	<0.01
補強構造 (あり=0)	0.300	<0.01
インプラントの本数・配置 (6本=0)		
4本・前歯部と小白歯部	0.142	0.04
4本・前歯部と大白歯部	0.238	<0.01
4本・小白歯部と大白歯部	0.226	<0.01
インプラントの連結 (あり=0)	0.322	<0.01

表5 義歯口蓋側に生じるひずみの関係

以上の結果より、上顎無歯顎患者におけるインプラントオーバーデンチャーを設計する際に考慮する点のうち、義歯床で口蓋を被覆すること、補強構造を埋入すること、インプラントを6本用いること、ならびにインプラントを連結することは、それぞれ独立してインプラントおよびオーバーデンチャーに生じるひずみを抑制することが明らかとなった。これらの点を考慮して治療計画を立案し、患者に提供することにより力学的トラブルを防止し、口腔機能の低下を予防する可能性が示された。

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 0件）

1. 著者名 Nishimura Y, Takahashi T, Gonda T, Ikebe K	4. 巻 36
2. 論文標題 Influence of Implant Distribution and Palatal Coverage on the Strain of Splinted Implant and Overdenture in Maxillary Implant Overdentures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Oral and Maxillofacial Implants	6. 最初と最後の頁 281-288
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11607/jomi.8558	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高橋利士, 西村優一, 権田知也, 池邊一典	4. 巻 63
2. 論文標題 "アタッチメントが上顎インプラントオーバーデンチャーのインプラントに及ぼす影響 ポール, ロケーター, マグネットアタッチメントにおける比較"	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 大阪大学歯学雑誌	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 1件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 西村優一, 高橋利士, 権田知也, 池邊一典
2. 発表標題 上顎インプラントオーバーデンチャーに生じるひずみに関連する因子の影響
3. 学会等名 日本補綴歯科学会 第129回学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村優一, 濱田匠, 高橋利士, 八田昂大, 和田誠大, 権田知也, 池邊一典
2. 発表標題 上顎のインプラントオーバーデンチャーにおいて, 口蓋部の被覆とインプラントの配置がオーバーデンチャーに生じるひずみに及ぼす影響の検討
3. 学会等名 日本口腔インプラント学会 第50回学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takahashi. T, Nishimura Y, Gonda. T, Ikebe K.
2. 発表標題 Influence of splinted-implant on denture strain in maxillary implant overdentures
3. 学会等名 97th General Session and Exhibition of the IADR (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村優一, 高橋利士, 権田知也, 池邊一典
2. 発表標題 上顎インプラントオーバーデンチャーのインプラントに生じるひずみの検討
3. 学会等名 平成31年度(社)日本補綴歯科学会第128回記念学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村優一, 高橋利士, 権田知也, 池邊一典
2. 発表標題 上顎IODのインプラントとオーバーデンチャーに生じるひずみに関連する因子と影響度
3. 学会等名 平成31年度(社)日本補綴歯科学会第129回記念学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋利士
2. 発表標題 アタッチメントが上顎インプラントオーバーデンチャーのインプラントに及ぼす影響 ポール, ロケーター, マグネットアタッチメントにおける比較
3. 学会等名 第127回大阪大学歯学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村優一, 高橋利士, 権田知也, 池邊一典
2. 発表標題 インプラントの本数と義歯の口蓋の形態が上顎インプラントオーバーデンチャーに与える力学的影響
3. 学会等名 日本補綴歯科学会第128回学術大会
4. 発表年 2019年

〔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
研究 分担者	権田 知也 (Gonda Tomoya) (30324792)	大阪大学・歯学部附属病院・講師 (14401)	
研究 分担者	富田 章子 (Tomita Akiko) (10585342)	大阪大学・歯学研究科・招へい教員 (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------