

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：17102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2022

課題番号：20K23031

研究課題名（和文）埋入時注水冷却で歯科インプラント体の早期脱落を予防する

研究課題名（英文）Effect of cooling by irrigation during implant placement on surrounding bone healing

研究代表者

神野 洋平（JINNO, YOHEI）

九州大学・大学病院・助教

研究者番号：40507779

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：歯科インプラント治療において、早期のインプラント体脱落が散見されている。この問題に関する研究は不足しており、より慎重な埋入術式の確立が求められている。初期固定獲得のために選択されるアンダーサイズドリリング後のインプラント体埋入による骨内変化に関する研究をこれまで続けてきた。骨内変化を惹起する理由の一つを埋入時の発熱と考えている。埋入時の注水により発熱をどの程度抑えることができるかを確認するために動物実験を行った。インプラント体表面が湿った状況で埋入することにより骨内（インプラント体表面から1mm、骨表面から2mm深さ）温度の実測値が2℃程度低下した。高トルク埋入時の注水の有効性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

インプラント埋入手術における骨内の温度上昇に関してはこれまで多くの報告があるがそのほとんどはドリリング時の温度上昇に関するものである。我々は埋入時の温度上昇に関する動物実験と有限要素法解析を行ってきた。周囲骨の壊死を惹起するレベルの温度上昇が起こることが明らかになりその対策の必要性も同様に明らかになった。埋入時の注水により温度上昇を抑制できることが示されたため、今後は埋入時の注水の有効性を広く臨床現場に周知していく必要がある。

研究成果の概要（英文）：Early implant failure has been observed frequently in dental implant treatment. Research and discussion on this matter is lacking, and more careful placement procedures should be established. We have continued the researches about intraosseous changes caused by dental implant placement after undersized drilling, that is the technique for higher primary stability. We believe that one of the reasons for intraosseous changes is the heat generated during placement. We conducted the animal experiments to confirm that heat generation can be suppressed by water injection during implantation. The intra-bone temperature (1mm from the implant surface and 2mm deep from the bone surface) decreased (2°C) when the implant surface was moistened during placement. This suggests the effectiveness of water injection during high-torque implantation.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：歯科インプラント 埋入手術 オッセオインテグレーション

### 1. 研究開始当初の背景

歯科インプラント治療は、高い成功率により歯科補綴治療のオプションとして確固たる地位を築いている。しかし臨床現場において、早期のインプラント体脱落が散見されている。この問題に関する研究、臨床現場における議論は不足しており、より慎重な埋入術式の確立が求められている。

本研究の着手前よりインプラント体埋入時に注意すべき因子に関して検討を重ねてきた。特に、即時・早期負荷を行う場合に多用されるアンダーサイズドリリング(インプラント体の径より小さい径の埋入窩形成)の術式が周囲骨治癒に与える影響に注目し、過度のアンダーサイズドリリングによる高トルク(80Ncmを想定)埋入群において、非アンダーサイズドリリングによる通常トルク(40Ncmを想定)埋入群と比較してインプラント体近傍の皮質骨内により多くの空隙・骨折線が認められることを発見した(図1)。

マイクロCT画像データを用いたマルチスケール有限要素解析では、荷重負荷時に骨小腔を多く含むアンダーサイズ群において、より広く・高いレベルの最大主応力・最大主ひずみが惹起されることが確認された(図2)。大きな応力・ひずみは周囲骨吸収等による早期失敗の原因となる可能性がある。

さらに、埋入時における実測値を用いた周囲温度変化のシミュレーション解析の結果、アンダーサイズ群では埋入時に大きな温度上昇が惹起されており、骨の形態変化に影響を与えている可能性が示唆されている(図3)。

過度なアンダーサイズドリリングによる高トルク埋入時の周囲骨内の形態変化は、過度な温度上昇により惹起されるという仮説のもと、臨床現場で一般的ではない埋入時注水(温度上昇低減)が骨内形態変化(空隙発生)を軽減、治癒促進に影響し、即時・早期負荷に適した骨治癒に寄与するのか?という臨床における疑問を解決するために本研究を開始した。

### 2. 研究の目的

アンダーサイズドリリングを用いたインプラント体埋入時における注水が周囲骨の形態変化・治癒に与える影響を明らかにすることが本研究の目的であった。

### 3. 研究の方法

実験群は、アンダーサイズドリリング群・非アンダーサイズドリリング群、それぞれにサブグループとして埋入時注水群・非注水群を設定する予定であった。温度変化の測定は先行研究と同じ部位(インプラント表面から1mm、骨の表面より2mm深さ)で計測をすることにより結果の比較を行うことも本研究の目標であった。

注水を行いながら上記の部位で温度計測を行う実験手法を確立するために予備実験を行なったが、測定部位に注水用の生理食塩水が流れ込み正確な温度測定が不可能であった。ワックス等を用いて水分の侵入を防ぐための対策を講じたが結果が安定しなかったため、注水を諦め、埋入

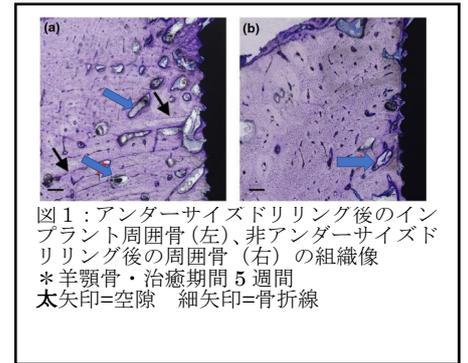


図1:アンダーサイズドリリング後のインプラント周囲骨(左)、非アンダーサイズドリリング後の周囲骨(右)の組織像  
\*羊顎骨・治癒期間5週間  
太矢印=空隙 細矢印=骨折線

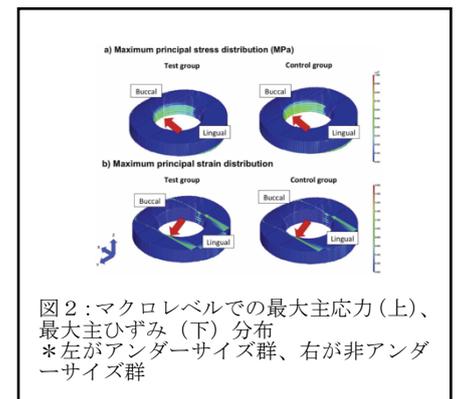


図2:マクロレベルでの最大主応力(上)、最大主ひずみ(下)分布  
\*左がアンダーサイズ群、右が非アンダーサイズ群

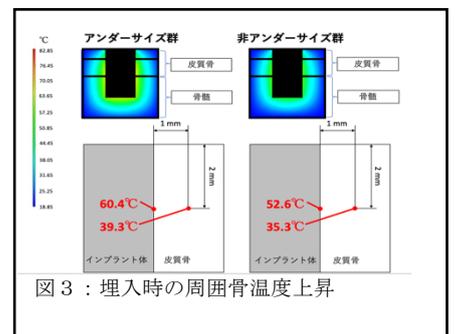


図3:埋入時の周囲骨温度上昇

前にインプラント体を室温（18 度から 20 度）の生理食塩水に含浸することで代替した。

先行研究と同じく羊の顎骨モデルを用いた。

さらにインプラント表面性状は機械研磨表面のものと中程度粗面のものを用いた。サンプル動物数はN=10 とし、以下の二項目を明らかにした。

・インプラント体埋入トルク値解析

（方法）埋入トルク値を計測可能な機器でインプラント体を埋入した。

・埋入時の周囲骨内温度変化の実測解析

（方法）インプラント体埋入時の、インプラント体表面より 1mm、骨表面より 3mm の深さの部位の温度変化を実測した。

#### 4. 研究成果

上記の通り、本研究における実験群は 8 群となった。

	ドリリング	生理食塩水への含浸	インプラント体表面性状
実験群 1	アンダーサイズ	あり	中程度粗面
実験群 2	アンダーサイズ	なし	中程度粗面
実験群 3	アンダーサイズ	あり	機械研磨
実験群 4	アンダーサイズ	なし	機械研磨
実験群 5	ノンアンダーサイズ	あり	中程度粗面
実験群 6	ノンアンダーサイズ	なし	中程度粗面
実験群 7	ノンアンダーサイズ	あり	機械研磨
実験群 8	ノンアンダーサイズ	なし	機械研磨

・インプラント体埋入トルク値解析

先行研究と同じく実験群 1、2、3、4 ではほぼ全てのインプラント体埋入時に 80Ncm 以上の埋入トルクを示した。

アンダーサイズ群では、高トルク埋入が達成できており、先行研究と同じく実験モデルの正当性が示された。

・埋入時の周囲骨内温度変化の実測解析

	上昇温度の平均値 (°C)
実験群 1	6.38
実験群 2	8.24

実験群 3	8.14
実験群 4	9.59
実験群 5	4.03
実験群 6	5.06
実験群 7	3.37
実験群 8	5.15

生理食塩水へのインプラント体の含浸により、その他の条件が同じ場合それぞれ1℃から2℃の骨内温度の低下が起こることがわかった。

本研究の当初の予定では、実測値・熱伝導率の数値を用いた有限要素解析によりインプラント体表面を含めた周囲温度変化をシミュレーションを行う予定であった。先行研究では、高トルク埋入を行なった場合、インプラント体表面では60.4℃に至る温度上昇が惹起される可能性を示している。

現在、引き続きシミュレーション研究を継続しており、そのデータを合わせて論文執筆を行う予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 神野洋平
2. 発表標題 バイオエンジニアリングで得られた知見を歯科用インプラント臨床現場で生かす
3. 学会等名 日本機会学会 第34回バイオエンジニアリング講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 神野洋平
2. 発表標題 インプラント周囲硬組織を理解し評価するために 臨床論文から見えてくるもの、基礎研究からわかること
3. 学会等名 第52回公益社団法人日本口腔インプラント学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 神野洋平
2. 発表標題 Key Factors for Early Stage Osseointegration -Bone Tissue Response Around Dental Implant-
3. 学会等名 50th Golden Jubilee Conference of Indian Prosthodontic Society（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------