

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：13601
研究種目：若手研究
研究期間：2021～2022
課題番号：21K16681
研究課題名（和文）ストレスシールドングフリーを実現：新規開発材料によるチタンファイバープレート

研究課題名（英文）Achieving stress shielding-free: Titanium fiber plate with newly developed material

研究代表者
滝沢 崇 (Takizawa, Takashi)
信州大学・医学部・特任助教

研究者番号：40748109
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：ウサギの大腿骨髄腔内に、Titanium fiber（以下TF）製のロッドを挿入した個体（TF rod）と純チタンのロッドを挿入した個体（Titan rod）、何も挿入していない個体（Control）を作成した。術後12週のMicro-computed tomography（CT）画像を撮影し、皮質骨の萎縮、インプラント周囲の骨形成を評価した。

Titan rodを挿入した個体で大腿骨後方皮質の萎縮を認め、ストレスシールドングを生じていた。一方で、TF rodを挿入した個体では骨皮質の萎縮は見られなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、これまで出回っているチタンインプラントでストレスシールドングの影響を全く受けず長期間骨と共存できると証明された製品は無い。また、どの程度の厚さのチタンインプラントをどのくらいの期間固定するとストレスシールドングが出現するかというモデルも存在しない。すなわちこの実験自体が世界初の試みであり独自性がある。またこの結果から、プレート固定術へのTFP利用が超薄型という利点に加えて、ストレスシールドングが起きず抜釘手術が不要となり永続的に留置できる可能性を期待できる。このようなチタンインプラントの発見は、従来のチタンインプラントにはない創造性を兼ね備えていると言える。

研究成果の概要（英文）：We examined rabbits with a titanium fiber (TF) rod inserted into the femoral medullary canal (TF rod), a pure titanium rod (Titan rod), and nothing inserted (Control). Created. Micro-computed tomography (CT) images were taken 12 weeks after surgery to evaluate cortical bone atrophy and bone formation around the implants.

Atrophy of the posterior femoral cortex and stress shielding were observed in the individual with the Titan rod inserted. On the other hand, no bone cortical atrophy was observed in the TF rod-inserted individuals.

研究分野：再生医療

キーワード：Titanium Fiber Stress Shielding

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

R3年度からR4年度まで「ストレスシールドングフリーを実現：新規開発材料による次世代型骨伝導」というテーマで研究を行った。Titanium fiber plate (TFP) は信州大学工学部で開発されたもので、特許を有している。

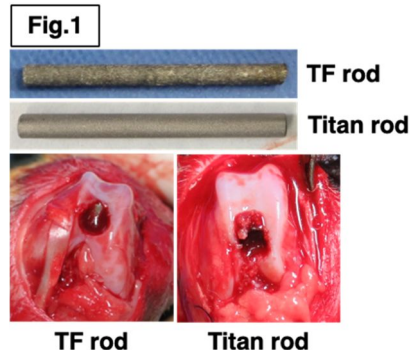
皮質骨と厳密に同等の弾性率を持ち合わせた線維性の多孔性構造を有しており、既に骨再生の足場材として有用であると報告した (Takizawa T, Saito N, et al, Titanium fiber plates for bone tissue repair, Advanced Materials, 2018 Jan;30(4))。今回我々はTFPが長期間骨と共存してもストレスシールドングを生じないインプラントである、という仮説を検証した。以下にその内容と成果を示す。

2. 研究の目的

TFPが長期間骨と共存してもストレスシールドングを生じないインプラントであるか検討することである。

3. 研究の方法

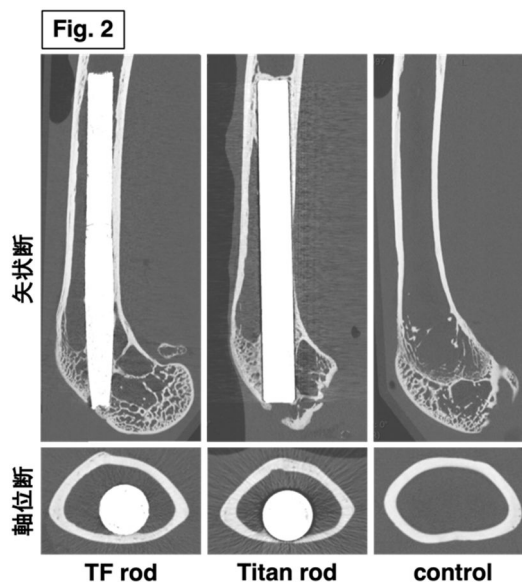
*In Vivo*のみ：実験にはプレートではなくロッドを使用した（理由は考察で述べる）。ウサギの大腿骨髄腔内に、Titanium fiber(以下TF)製のロッドを挿入した個体(TF rod)と純チタンのロッドを挿入した個体(Titan rod)、何も挿入していない個体(Control)を作成した。インプラントはTF rod, Titan rodとも径4mm,長さ40mmのものを作製した。膝関節より大腿骨果間に骨孔を開け、ロッドを逆行性に挿入した (Fig. 1)。術後12週のMicro-computed tomography (CT) 画像を撮影し、皮質骨の萎縮、インプラント周囲の骨形成を評価した。



4. 研究成果

CTではFig. 2に示すように、Titan rodを挿入した個体で大腿骨後方皮質の萎縮を認め、ストレスシールドングを生じていた。一方で、TF rodを挿入した個体では骨皮質の萎縮は見られなかった。最も萎縮の大きかった部位の計測値は、TF rod 0.72 mm, Titan rod 0.11 mm, Control 0.74 mmであり、Controlと比較してもTF rodでは骨皮質の萎縮は認めず、ストレスシールドングを生じなかったと考えられる。

【考察および結論】まず、実験にTFPではなくTF製のロッドを使用した理由を述べる。TFPを用いた実験も試みたが、プレートの骨との固定性や固定材料との応力の問題があった。そこで、骨との固定性が高く、固定材料を要さない髄内釘法での実験を考案し、ロッド形状のTFを作製し実験に使用した。TF rodはTFPと同様、皮質骨との弾性率が近似しており、骨と長期間共存してもストレスシールドングを起こさない可



能性が示唆された。今回、実験期間の関係上、1 個体ずつの評価となってしまったが、今後実験
個体数を増やし再現性を確認するとともに、インプラントの留置期間の延長、また病理組織評価
も行うことでストレスシールドフリーの実現を目指したい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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
---------	---------