

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：24601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26462973

研究課題名(和文) 即時・早期荷重インプラントの骨結合獲得のための微小動揺の閾値と荷重開始時期の解明

研究課題名(英文) Clarification of the threshold value of micromotion and the appropriate timing of starting of load to acquire osseointegration of immediate and early loaded implants

研究代表者

村上 和宏 (Kazuhiro, Murakami)

奈良県立医科大学・医学部附属病院・研究員

研究者番号：60569078

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：ウサギの脛骨インプラントを埋入、即時・早期荷重をかけ、微小動揺の実測と骨形態計測を施行した。荷重時期が早期になるほど低い荷重値でもインプラントの骨結合が得られなかったが、開始時期が遅いほど高い荷重値を負荷しても骨結合が得られた。埋入後5日目においては荷重による初期のルーズニングがなく確実に成功することが解った。骨形態計測では骨接触率では術後5日後で最大となり、インプラント周囲骨量に関しては即時で最大となった。これらのことからインプラント埋入早期からの荷重については周囲骨量を増加する可能性もあるが喪失する可能性が高く、しばらく治療期間を置くほど骨接触率が増大し、治療の成功率も上昇させる。

研究成果の概要(英文)：The micromotion (MM) of immediately loaded dental implants placed in the tibia of rabbits was monitored by a laser displacement sensor. The condition of the bone around the implants was histomorphometrically analyzed. The osteointegration of the implant could not be obtained in early loading even if a low loading value was applied, but the osseointegration could be obtained in delayed loading even if a high load value was applied. The initial loosening was not developed by loading at 5 days after implantation. In histomorphometrically analysis, bone contact rate showed the maximal value at 5 days after implantation and bone volume around implant showed the maximal value at immediate loading. From these results, the bone volume around implant can increase in the early loading, but the possibility of implant's lost is increased. By setting a healing period for a while, the bone contacted rate increases, and the success rate also increases.

研究分野：生体力学

キーワード：歯科インプラント 微小動揺 即時・早期荷重 オッセオインテグレーション 機能的動的荷重 骨形態計測 レーザー変位計

1. 研究開始当初の背景

近年、歯科インプラントの治療期間短縮のために、即時および早期荷重の重要性が増してきた。多くの臨床研究で即時・早期荷重は従来の遅延荷重と比較してほぼ同程度の成功率が報告されている。インプラント埋入早期の微小動揺の大きさについては骨結合獲得のための最重要な因子の1つである。過去の報告においては即時荷重では微小動揺が150 μ m以下であれば骨の治癒を妨げることはないと考えられてきた。しかし、これらの報告はすべて荷重様式が不規則な荷重のため、制御下の荷重により与えられた微小動揺で評価する必要がある。また現在インプラントの安定度について間接的に評価することはできるが、直接変位(微小動揺)を実測する方法は確立されていない。

2. 研究の目的

即時・早期荷重インプラントの成功にはオッセオインテグレーション(以下、骨結合)の獲得が必要である。骨結合の獲得のためにはインプラントの加わる荷重の大きさと同時に微小動揺の大きさが重要な因子であるが、現在のところその許容範囲は不明である。また治癒期間中のインプラントに荷重が加わることによる周囲骨の反応については概念的にしかとらえられておらず、骨結合を確実にするための荷重開始時期についても解明されていない。本研究の目的は、即時・早期荷重下における

1. 骨結合を獲得するための荷重の大きさとインプラントの微小動揺の許容範囲の解明、

2. 治癒期間中の周囲骨改変現象をインプラントの変位と組織学的骨形態計測にて評価し確立、

3. 骨結合の獲得を確実にする荷重開始時期の解明、をすることである。

3. 研究の方法

ウサギ脛骨に埋入したインプラントに即時、早期に一定の変位を生じる動的荷重を与え、レーザー変位計にてインプラントの変位を経時的に測定する。荷重終了後、標本作成による組織学的検討、骨形態計測を行い、微小動揺の許容範囲、周囲骨接触の

変化を調べ、最適荷重開始時期をもとめる。

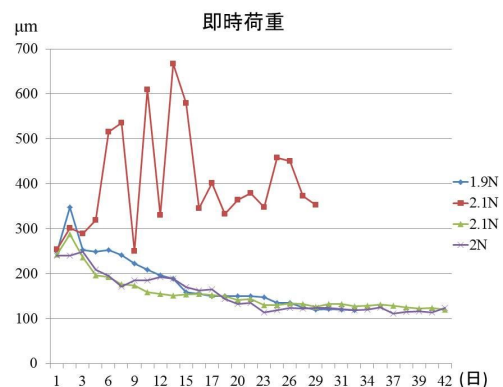
4. 研究成果

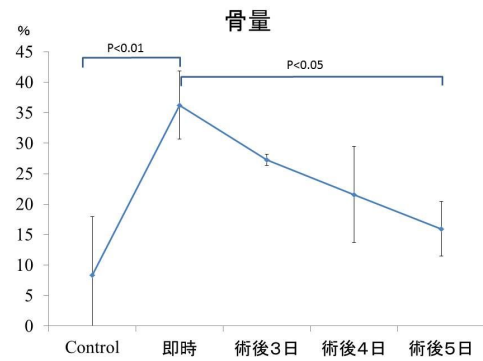
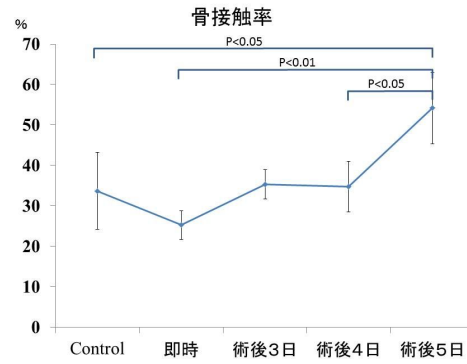
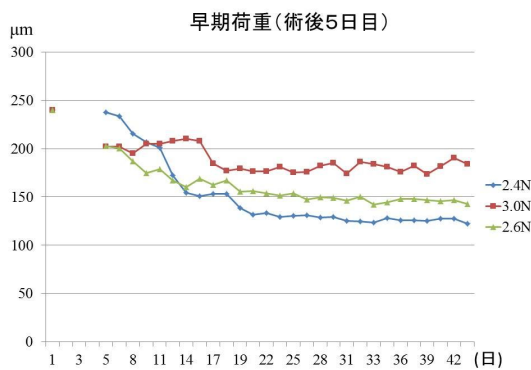
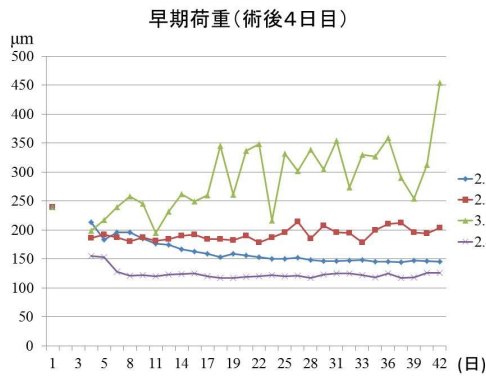
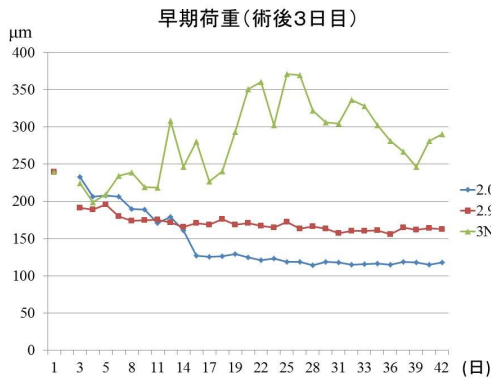
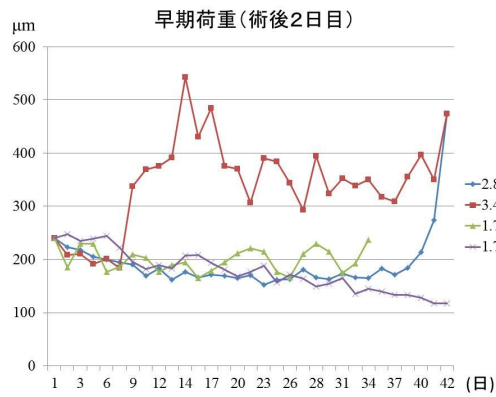
(1) レーザー変位計によるインプラント微小動揺の実測

18頭のウサギにたいして荷重実験を行った。荷重開始時期については、即時荷重(術翌日)(4頭)、術後2日後(4頭)、術後3日後(3頭)、術後4日後(4頭)、術後5日後(3頭)であった。ウサギの荷重初回の変位は150 μ mにて開始された。18頭のウサギに150 μ mの微小動揺をえるには1.7~3.4N必要であった。骨結合が獲得できなかったケースは即時荷重では1例、術後2日後は2例、術後3日は1例、術後4日は1例、術後5日後の荷重に関してはすべて骨結合が得られた。荷重時期が早期になるほど低い荷重値でインプラントの骨結合が得られなかったが、開始時期が遅いほど高い荷重値を負荷しても骨結合が得られた。即時荷重に関しては荷重開始翌日にはすべて安定度が低下したが、術後5日においては荷重開始翌日でも安定度が上昇した。

骨形態計測

術後2日後の標本は作製できなかったが、そのたについて作成を行い統計処理を行った。骨接触率では術後5日後で最大となり術後4日、即時、コントロールを比較して優位な差があった。インプラント周囲骨量に関しては即時で最大となり術後5日目、コントロールと比較して優位な差があった。





<引用文献>

- 1 Raghavendra S, Wood MC, Taylor TD (2005) Early wound healing around endosseous implants: A review of the literature. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants 20: 425-431.
- 2 Trisi P, Perfetti G, Baldoni E, Berardi D, Colagiovanni M, Scogna G (2005) Implant micromotion is related to peak insertion torque and bone density. Clinical Oral Implants Research 20: 467-471.
- 3 Duyck J, Rønold HJ, Oosterwyck HV, Naert I, Vander Sloten J, Ellingsen JE (2001) The influence of static and dynamic loading on marginal bone reactions around osseointegration implants: an animal experimental study. Clinical Oral Implants Research 12: 207-218.

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 18 件)

- 1 . Murakami Kazuhiro, Yamamoto Kazuhiko, Sugiura Tsutomu, Kirita Tadaaki
Spindle Cell Hemangioma in the Mucosa of the Upper Lip: A Case Report and Review of the Literature. *Case Rep Dent*. 2018 Mar 26;2018:1370701
- 2 . Sugiura T, Yamamoto K, Murakami K, Horita S, Matsusue Y, Nakashima C, Kirita T.
Immune Thrombocytopenic Purpura Detected with Oral Hemorrhage: a Case Report. *J Dent (Shiraz)*. 2018 Jun;19(2):159-163.
- 3 . Yamamoto K, Matsusue Y, Horita S, Murakami K, Sugiura T, Kirita T.
Trends and characteristics of maxillofacial fractures sustained during sports activities in Japan. *Dent Traumatol*. 2018 Mar 11. doi: 10.1111/edt.12395.
- 4 . Sugiura T, Yamamoto K, Horita S, Murakami K, Kirita T.
Micromotion analysis of different implant configuration, bone density, and crestal cortical bone thickness in immediately loaded mandibular full-arch implant restorations: A nonlinear finite element study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 20:43-49, 2018. 査読有
- 5 . Murakami K, Yamamoto K (他 4 名, 代表者 1 番目, 分担者 2 番目)
Computed Tomography-Based 3-Dimensional Finite Element Analyses of Various Types of Plates Placed for a Virtually Reduced Unilateral Condylar Fracture of the Mandible of a Patient. *J Oral Maxillofac Surg*. 75:1239.e1-1239.e11, 2017. 査読有
- 6 . Sugiura T, Yamamoto K, Murakami K (他 3 名, 代表者 4 番目, 分担者 2 番目).
Effects of implant tilting and the loading direction on the displacement and micromotion of immediately loaded implants: an *in vitro* experiment and finite element analysis. *J Periodontal Implant Sci*. 47:251-262, 2017. 査読有
- 7 . Horita S, Yamamoto K, Murakami K (他 3 名, 代表者 4 番目, 分担者 2 番目).
Biomechanical analysis of immediately loaded implants according to the "All-on-Four" concept. *J Prosthodont Res* 16: S1883-1958, 2016. 査読有
- 8 . Sugiura T, Yamamoto K, Murakami K (他 5 名, 代表者 4 番目, 分担者 2 番目).
Chronic Maxillary Sinusitis Caused by Denture Lining Material. *Open Dent J*. 10:261-7. 2016. 査読有
- 9 . Sugiura T, Yamamoto K, Murakami K (他 3 名, 代表者 4 番目, 分担者 2 番目).
The effects of bone density and crestal cortical bone thickness on micromotion and peri-implant bone strain distribution in an immediately loaded implant: a nonlinear finite element analysis. *J Periodontal Implant Sci*. 46:152-65. 2016. 査読有
- 10 . 山本 一彦, 村上 和宏 (他 4 名, 代表者 4 番目, 分担者 1 番目).
バイク事故による顎顔面骨骨折についての臨床的検討. *口腔顎顔面外傷* 14: 78-86. 2016. 査読有
- 11 . 山本 一彦, 村上 和宏 (他 5 名, 代表者 5 番目, 分担者 1 番目).
格闘技中に生じた顎顔面骨骨折についての臨床的検討. *口腔顎顔面外傷* 14: 72-77. 2016. 査読有
- 12 . Yamamoto K, Murakami K (他 4 名, 代表者 4 番目, 分担者 1 番目).
Trend and Characteristics of 2,636 Maxillofacial Fracture Cases over 32 Years in Suburban City of Japan. *Craniofacial Trauma Reconstr*. 8:281-8. 2015. 査読有
- 13 . Yamamoto K, Murakami K (他 4 名, 代表者 4 番目, 分担者 1 番目).
Routine removal of the plate after surgical treatment for mandibular angle fracture with a third molar in relation to the fracture line. *Ann Maxillofac Surg*. 5:77-81. 2015. 査読有
- 14 . Murakami K, Yamamoto K (他 4 名, 代表者 1 番目, 分担者 2 番目).
Biomechanical analysis of poly-L-lactic acid and titanium plates fixated for mandibular symphyseal fracture with a conservatively treated unilateral condylar fracture using the three-dimensional finite element method. *Dent Traumatol*. 31:396-402. 2015. 査読有
- 15 . Sugiura T, Yamamoto K, Murakami K (他 3 名, 代表者 5 番目, 分担者 2 番目).
Influence of bone parameters on peri-implant bone strain distribution in the posterior mandible. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 20:e66-73. 2015. 査読有
- 16 . Yamamoto K, Murakami K (他 4 名, 代表者 4 番目, 分担者 2 番目).
Clinical analysis

of midfacial fractures. *Mater Sociomed.* 26:21-5.
2014. 査読有

17. Murakami K, Yamamoto K (他4名,代表者1番目,分担者2番目). Theoretical efficacy of preventive measures for pathologic fracture after surgical removal of mandibular lesions based on a three-dimensional finite element analysis. *J Oral Maxillofac Surg.* 72:833.e1-18. 2014. 査読有

18. 村上 和宏, 山本 一彦 (他7名,代表者4番目,分担者2番目). 片側関節突起骨折を併発した下顎骨正中骨折における PLLA プレート固定の力学解析. *臨床バイオメカニクス* 35: 83-89. 2014. 査読有

〔学会発表〕(計5件)

1. 中上 佳寿彦, 堀田 聡, 山本 一彦, 杉浦 勉, 村上 和宏, 桐田 忠昭. インプラント周囲炎が誘因と考えられた下顎骨骨折の1例 *Japanese Journal of Maxillo Facial Implants.* 2017年

2. 中上 佳寿彦, 堀田 聡, 山本 一彦, 下辻 寛子, 山本 育久美, 松末 友美子, 村上 和宏, 杉浦 勉, 桐田 忠昭. 自殺企図による顎顔面骨骨折 20例についての臨床的検討. *障害者歯科.* 2017年

3. 杉浦 勉, 堀田 聡, 村上 和宏, 桐田 忠昭. 傾斜埋入および荷重方向が即時荷重インプラントの微小動揺に及ぼす影響. *日本口腔インプラント学会学術大会.* 2017年

4. 村上 和宏, 山本 一彦, 杉浦 勉, 堀田 聡, 松末友美子, 露木基勝, 石田純一, 桐田 忠昭. 片側性関節突起骨折患者のCTに基づく有限要素モデルを用いたプレートと固定法の評価. 第61回日本口腔外科学会総会 2016年11月25日~27日. 幕張メッセ

5. 村上和宏, 露木基勝, 石田純一, 山本一彦, 杉浦勉, 堀田聡, 川上正良, 今井裕一郎, 上田順宏, 桐田忠昭. 3次元有限要素モデル解析による下顎骨内病変摘出後の病的骨折の予測とその予防法および術後下顎骨の強度の回復についての検討. 第33回日本口腔腫瘍学会総会・学術大会 (2015年1月29・30日, 奈良県新公会堂)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織
(1)研究代表者

村上 和宏 (MURAKAMI, Kazuhiro)

奈良県立医科大学・医学部附属病院・研究員

研究者番号: 60569078

(2)研究分担者

山本 一彦 (YAMAMOTO, Kazuhiko)

奈良県立医科大学・医学部・准教授

研究者番号: 20243842

奈良県立医科大学・医学部・研究員

石田純一 (ISHIDA, Junichi)

研究者番号: 40724638

(3)連携研究者

()

研究者番号:

(4)研究協力者

()