

平成21年 5月13日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19592247
 研究課題名（和文）埋入トルク値に基づくインプラント補綴治療の新しいプロトコールの展開
 研究課題名（英文）A protocol for implant prosthetic treatment based
 on insertion torque
 研究代表者
 木原 優文（KIHARA MASAFUMI）
 九州大学・大学病院・医員
 研究者番号：40419536

研究成果の概要：インプラントを埋入する際の埋入トルク値を変化させて、埋入した際のインプラント周囲骨の反応を臨床的、組織学的に観察した。推奨されている埋入トルク値では、一部では骨吸収を認めたものの、良好なオッセオインテグレーションを得られた場合、インプラントは動揺せず、ISQ、骨接触率も良好であった。しかし、高トルク群の一部にはインプラント上部にクレーター状の骨欠損を示すものも認められ、皮質骨による固定が獲得できないものも認められた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：歯科補綴学

科研費の分科・細目：

キーワード：細胞・組織、歯学、病理学

1. 研究開始当初の背景

近年のインプラント補綴における課題として治療期間の短縮があり、即時、あるいは早期負荷を行うことが多くなってきた。インプラントの即時、早期の荷重を可能にする条件としては、初期固定が十分に獲得できていること（微小動揺（micromotion）がない）が挙げられる。この初期固定に関連する事項としてインプラント埋入時のトルク値があり、メーカーによっては埋入プロトコールに推奨ト

ルク値が明記してあるものもある。しかし、このトルク値に関して、明確なエビデンスは示されておらず、埋入トルク値の限界やそれに対する骨の反応についても詳細な検討はなされていない。

2. 研究の目的

本研究では、異なった埋入トルク値（特に高い埋入トルク値）に対する骨の反応と負荷に対する骨の動態を臨床的、組織学的に解析し、

埋入トルク値に応じたインプラント補綴治療のエビデンスを構築することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 材料と実験動物

①使用インプラント

GC 社製インプラント（純チタン、直径3mm、長さ8mm）およびNobel Biocare 社製リプレイスセレクト NP（表面処理：TiUnite、直径3.5mm、長さ10mm）を用いた。

②埋入用エンジン

本研究では、インプラント埋入時のトルク値の計測を行うために、インプラントテオ（フランス/アンソジュール社製）をインプラント外科用エンジンとして使用した。

③実験動物

本研究の実験動物には、ビーグル犬（15月齢、雌）を用いた。なお、本研究の遂行にあたり、九州大学動物実験委員会での審査後、承認を受けた。

(2) 実験方法

①インプラント埋入

キシラジン/ペントバルビタールナトリウムにて全身麻酔を施したビーグル犬に対し、塩酸リドカインの局所麻酔下で下顎両側第一・第二臼歯（1頭につき計4箇所）を抜歯した。抜歯窩治癒後（約3ヵ月後）、同様の全身・局所麻酔下で抜歯後の顎骨にそれぞれのインプラントを1頭につき計4本埋入した。（実験1：GC社製インプラント、実験2：Nobel Biocare社製リプレイスセレクトNP）（図1）



図1：埋入時のインプラント

なお、埋入時のトルク値は、10～35Ncm（Normal群、以下N群）と40Ncm以上（High群、以下H群）の2群に分類した。埋入後は、

絹糸を用いて、密接に縫合を行った。抜歯後、インプラント埋入後は塩酸ブプレノルフィンを投与し、除痛を図った。

治癒期間は2週間とし、治癒期間後は、麻酔薬の過量投与により安楽死させた。

②臨床的評価：X線写真評価（実験1、2）

治癒期間後にビーグル犬を安楽死させ、インプラント周囲組織を採取し、X線撮影を行った。X線の撮影は、顎骨の頬舌側方向からと近遠心方向からの2方向で行った。

③臨床的評価：共振周波数解析（実験2）

埋入直後と治癒期間後にインプラントと骨の接触状態を臨床的に観察するため、共振周波数解析を行った。本解析では、Ostell mentor®（インプラテックス社）を用いて、インプラント安定指数値（Implant Stability Quotient: ISQ値）を測定した。（3回測定）（図2）



図2：共振周波数解析（Ostell mentor®）スマートペグをインプラントに挿入し、ISQ値の測定を行う。

④組織学的評価（実験1、2）

ビーグル犬の安楽死後、インプラントを含む下顎骨をブロック片で採取し、0.1Mリン酸緩衝5%グルタルアルデヒド+4%ホルムアルデヒド固定液（pH7.4）に2週間浸漬固定した。固定後は、試料は通法どおりアルコール上昇系列および100%アセトンにて脱水後、ポリエステル樹脂（Rigolac）にて包埋し、加熱重合後、試料を薄切、研磨し、非脱灰研磨標本を作製した。

作製した研磨標本は、2分間、エッチング後、水洗し、0.5%トルイジンブルー（TB）で染色を行った。染色後は流水中で1分間の水洗した後に、封入し、光学顕微鏡で観察を行った。

4. 研究成果

(1) 埋入トルク値

埋入トルク値は、埋入窩の直径を変えることでN群、H群を設定した。

実験1ではN群6本、H群6本であり、平均はN群 25.3 ± 11.3 Ncm、H群 58.0 ± 4.81 Ncmであった。また、実験2では、N群、H群はそれぞれ、5群、6群であり、平均値は、N群 24.4 ± 12.1 Ncm、H群 52.7 ± 4.64 Ncmであった。

(2) インプラント生存率

2週の治癒期間では、インプラントのオッセオインテグレーションは不十分なものも存在し、骨内に残っているものの、動揺が認められるインプラントもあった。よって、骨内に残っているものを生存、骨内で動揺しているものを失敗と定義した。実験1での生存率は、66.7% (12本中8本) であり、N群: 50%、H群: 83.3%であった。また、実験2では、全群で45.5% (11本中5本) であり、N群: 60%、H群: 33.3%であった。

(3) 観察所見

良好なオッセオインテグレーションが得られてものは、大きな骨吸収も認められず、ヒーリングキャップの周囲にも骨吸収は認められなかった。一部には、若干の骨吸収は認められたものの、オッセオインテグレーションが獲得され、動揺は認められないものもあった。N群において、骨吸収を示すものは、インプラント周囲全体に骨吸収、あるいは上部に骨吸収が認められていた (図3-1) のに対し、H群においては、N群同様の骨吸収像を示すものの存在したが、インプラント上部にクレーター上に骨欠損を示すものが2群認められた。 (図3-2) この所見は、H群にしか認められない骨吸収像であった。

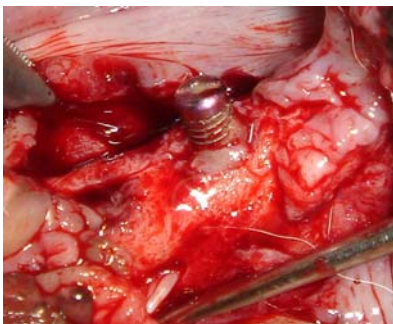


図3-1: N群に認められた骨吸収インプラント周囲 (写真では上部) に骨

吸収が認められた。



図3-2: H群のみに認められた骨吸収インプラント上部にクレーター状の骨欠損を認めた。

(4) X線写真所見

良好なオッセオインテグレーションを得られたものでは、インプラント周囲はX線不透過の皮質骨に囲まれていた。また、近遠心からの撮影でも、骨髓腔内部にはX線透過部位を認めたものの、インプラント周囲の多くは皮質骨に覆われていた。 (図4-1、2)

骨吸収を認めた群では、視診同様、インプラント上部には、X線不透過の皮質骨を認めず、一部の下部の骨によって、オッセオインテグレーションを得られている像が観察された。 (図4-3、4)

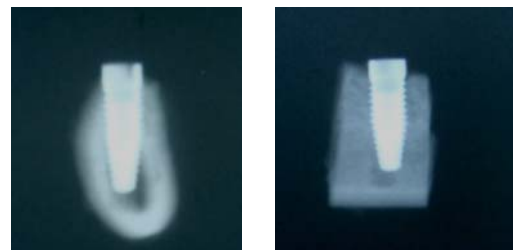


図4-1、2: 良好なオッセオインテグレーションが獲得できたX線写真

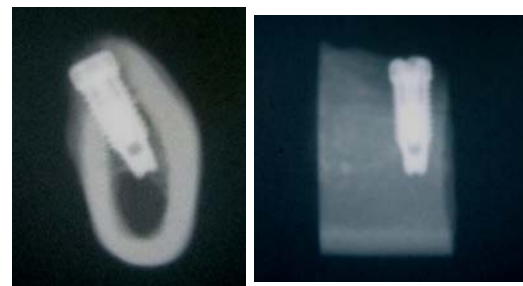


図4-3、4: 一部に骨吸収を認めたX線写真

また、H群のみに認められたクレーター状の骨欠損は、近遠心から撮影した写真では他の骨吸収群との差は認めにくいですが、頬舌側から撮影した写真では、クレーター状の骨吸収が観察された。(図4-5、6)

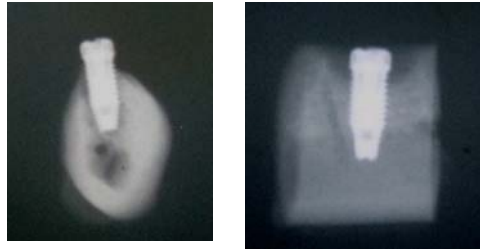


図4-5、6：H群において、インプラント上部にクレーター状の骨欠損を認めたX線写真

(5) 共振周波数解析 (ISQ 値)

共振周波数解析の結果を図5に示す。埋入時では、N群がH群に比較して、高いISQ値を示す傾向にあった。しかし、観察時のISQ値を観察すると、オッセオインテグレーションが十分に得られているものは比較的に高い値を示したが、一部に骨吸収を認めたものでは、埋入時に比較して、ISQ値の低下を認めた。なお、平均値は、N群埋入時で、 77.2 ± 3.60 、N群観察時で 59.0 ± 7.91 、H群埋入時で 68.8 ± 6.65 、H群観察時で 53.5 ± 13.28 であった。

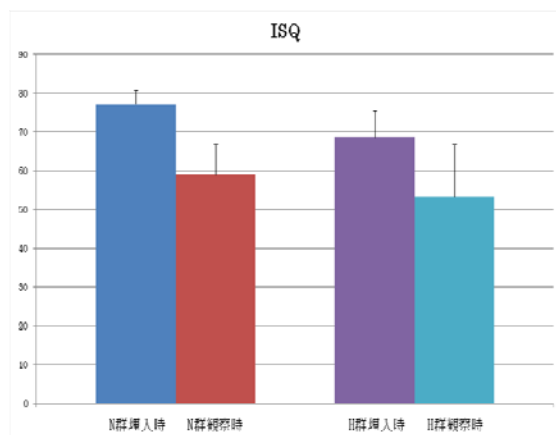


図5：N群、H群における埋入時のISQ値 (縦軸：ISQ値、0～90(最大値)、横軸：左よりN群埋入時、N群観察時、H群埋入時、H群観察時)

ともにN群の方が高い値を示す傾向があった。

(6) 組織学的評価

N群の組織標本を図6-1、2に示す。インプラントが皮質骨と接している部分が認められるものの、一部には、骨と接していない部分も存在している。



図6-1：N群の組織標本

図の上部に認められるように皮質骨との密接な接触も認められる一方で、一部には骨との接触が認められない部分も存在している。(ISQ値：平均61)



図6-2：N群の組織標本

図6-1同様に、皮質骨に接している部分が認められるものの、インプラントの先端部には、皮質骨との接触は認められなかった。インプラントは口腔内では動揺は認められなかった。

また、H群の組織標本を図6-3に示す。N群同様に、オッセオインテグレーションは得られているものの、一部、皮質骨と接触せずに、骨髓、あるいは軟組織がインプラント界面に存在している部分も認められた。特に、N群同様にインプラント先端部には皮質骨との背食は認められなかった。また、H群でクレ

一ター状の骨欠損が認められた組織標本を
図 6-4 に示す。上部の骨欠損のみではなく、
骨内部にも軟組織の存在が認められた。

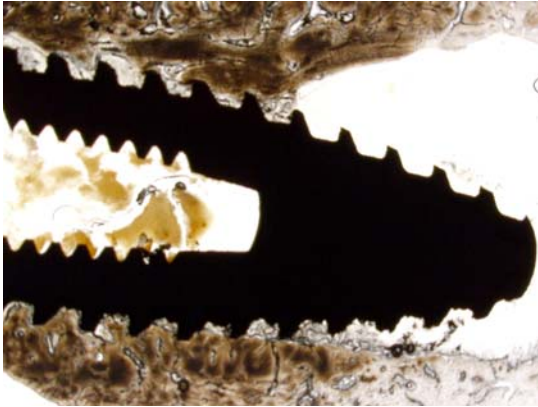


図 6-3 : H 群の組織標本

図の下部に認められるように皮質骨と
の密接な接触も認められる一方で、インプラ
ント先端部は骨の接触は認められない。

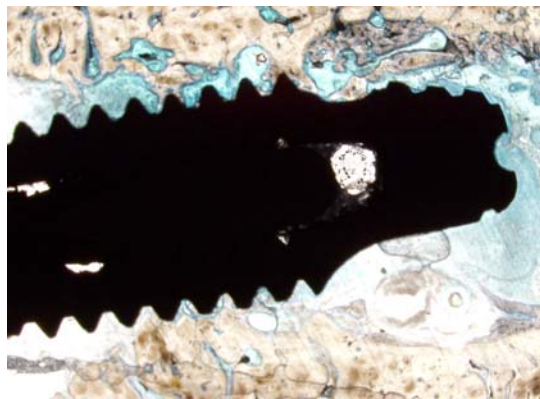


図 6-4 : N 群の組織標本

図の左部に認められるようなクレータ
ー上の骨欠損以外にもインプラント周囲
には、皮質骨との密接な接触は、減少して
いた。

(7) 考察

本研究では、埋入トルクの違いによって生じ
る骨の動態を観察した。しかし、全体を通じて、
インプラントの生存率が低かったことが
問題であった。実験当初に設定した群数より
も少なくなり、解析が十分に行えなかった。
その原因として考えられるのが、インプラ
ントの系が今回使用したビーグル犬には大き
すぎたこと、これにより、下歯槽神経の一部
を傷つけることもあり、檻を噛むなどの予想
しなかった負荷がかかったこともあった。ま
た、組織学的解析からも 2 週の観察期間では、

安定したオッセオインテグレーションを得
るには、不十分だったことが考えられる。
今後は、この問題に対する改善策を検討する
必要がある。

今回、トルク値の違いをつけるために行った
のが、埋入窩の形成を変えることであった。
過大な埋入トルク値を得るためには、埋入窩
を小さく形成し、ここにインプラントをエン
ジンを用いて埋入した。しかし、組織標本か
らもわかるように、上部の皮質骨以外はほと
んどが骨髄であり、この高い埋入トルク値は
上部の皮質骨のみにかかったことがうかが
えた。このことから、H 群で認められたイン
プラント上部の周辺に認められたクレー
ター状の骨欠損はこの皮質骨に対する圧迫
が大きすぎることによって骨の壊死がおこ
ったことが考えられた。

ISQ 値では、埋入直後の値から判断するに、N
群の方が H 群よりも高い値を示した。H 群で
は、上述のとおり、皮質骨に圧迫するよう
な力がかかっているためか、ISQ 値が少し下
ったことが考えられる。しかし、この知見に
関しては、未だ科学的根拠はなく、今後も
検討が必要だと考えられた。

組織学的所見では、両側に十分な骨接触が認
められた群はほとんど認められなかった。こ
れは、イヌの下顎骨の特性とインプラントの
サイズ（直径ならびに長さ）に関連してい
ることが考えられた。現状では、共振周波数解
析を行うには他のインプラントメーカーの
小さいサイズのインプラントに変えること
によって、再度検討することが必要だと思わ
れた。

以上より、適正トルク群と高トルク群では、
明らかな差は認められなかったものの、骨に
強い圧がかかると、その骨は吸収し、ISQ 値
も低下することが考えられた。

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)

該当なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

木原 優文 (KIHARA MASAFUMI)

九州大学・大学病院・医員

研究者番号：40419536

(2)研究分担者

荻野 洋一郎 (OGINO YOUICHIROU)

九州大学・大学病院・助教

研究者番号：50380431

鮎川 保則 (AYUKAWA YASUNORI)

九州大学・大学病院・講師

研究者番号：50304697

古谷野 潔 (KOYANO KIYOSHI)

九州大学・歯学研究院・教授

研究者番号：50195872

(3)連携研究者