

## 学 位 論 文 審 査 の 要 旨

咀嚼などの顎機能運動は、顎口腔系諸器官の生理的ならびに力学的調和の上に成り立っている。従って、顎機能の回復と保全を目的とする歯科治療においては、保存、補綴学的見地から、咬合力を残存歯に適正に分配し負担させることが重要と考えられる。しかし、歯に加わった咬合力の周囲支持組織への伝達特性については、不明な点が多く、解明が急務とされている。

本申請者は、歯に加わった衝撃が歯根周囲組織へ伝達する様相を打音の放射として検索が可能であると考え、これらを音響学的見地から解明するための試みとして、歯の打音の音響インテンシティ測定に着目している。

本研究は、音響インテンシティ測定法の歯科領域での応用の可能性を検討することを目的として、歯を加振して生じさせた打音の放射を本測定法で検索した最初のものである。

本申請者は、まず、音響インテンシティ測定時の測定平面の設定条件について、種々の検討を行っている。このことは、本研究が周到な計画のもとに行われていることを示している。また、その結果、歯を被験対象とした

場合の測定条件の検索に成功している。

次に本申請者は、歯種の異なった人工歯を用いて、歯根部周囲での打音の放射を比較している。その結果、8,000Hz帯域において、加振部である歯冠部以外に歯根部周囲からも打音が生じることを確認している。また、この打音の放射は、歯種によって各々異なった放射の様相を示すと報告している。さらに、天然歯を用いた場合にも、8,000Hz帯域で歯根部周囲からの打音に歯種による差が生じることを確認している。

また、本申請者は、打音の放射特性と振動特性の比較を行っている。その結果、周波数帯域を選択することで、打音の放射から歯による振動伝達の様相を推察可能であると結論付けている。

以上の研究結果から、咬合力の伝達特性の解明に、音響インテンシティ測定法の応用の可能性が示唆された。本審査委員会は、本論文が歯科補綴学ならびに関連諸科学の進歩、発展に寄与するところが大であると判断し、本申請者に対して博士（歯学）を授与するに十分に値するものと認めた。

氏名・(本籍)	松 本 弘 幸 (北海道)
学位の種類	博 士 (歯学)
学位記番号	甲 第40号
学位授与の日付	平成 8 年 3 月 22 日
学位授与の要旨	学位規則第 5 条 1 項該当 (課程博士)
学位論文題目	<b>パルス電磁場刺激法の口腔インプラントへの応用 一家兔大腿骨インプラント埋入モデルを用いた実験的 研究一</b>
論文審査委員	主 査 教 授 坂 口 邦 彦 副 査 教 授 賀 来 亨 副 査 教 授 金 子 昌 幸

## 論 文 内 容 の 要 旨

### I. 目 的

近年口腔インプラント法が歯科における補綴の一方法

として行われている。骨内インプラント埋入後に osseointegration をすみやかに獲得できれば、最終上部構造体が装着されるまでの治療期間を短縮できる。当講座

では、osseointegrationの獲得を加速する方法として電気刺激療法の一方法であるパルス電磁場刺激の応用を考え、これまでにin vitroで実験を行ってきた。

本研究の目的は、実験動物の骨内にインプラント体を埋入し、パルス電磁場刺激時のインプラント体周囲の新生骨の形成状態について病理組織学的ならびに放射線学的に検索を行い、パルス電磁場刺激の新生骨形成促進効果を確認し、本刺激の口腔インプラント法への応用の可能性を検討することである。

## II. 実験材料および方法

実験動物には体重約2.5kgの成熟雄日本白色ウサギ27羽を用いた。インプラントはPOIインプラント(京セラ社製)を使用した。左右大腿骨遠心端部内側の骨面にドリルホール形成後インプラントをセルフタッピングで骨内に埋入した。

手術翌日からパルス電磁場刺激を開始した。刺激には変動電磁場刺激装置(理化学研究所製)を用い、帯状コイルに接続してインプラント埋入部を刺激した。パルス電磁場刺激群を実験群、非刺激群を対照群とした。

新生骨形成状態の評価は、塩基性フクシン・メチレンブルー重染色で組織学的観察、テトラサイクリン、カルセイン、アリザリンコンプレクソンを用いた3色蛍光ラベリングで経時的な骨形成過程の観察、Contact microradiography(以下CMR)で骨の石灰化程度の観察、CMR画像を用いたコンピューター画像解析で骨接触率、骨面積比率の計測を行った。インプラント埋入後1, 2, 4週間でウサギを屠殺した。研磨標本はPolyester樹脂にて包埋後、インプラントの埋入方向に垂直に試料を分割、作製した。上記の方法にて、以下の実験を行った。

### 1. 磁場強度の検索

インプラント周囲の新生骨形成状態を最も促進させる磁場強度を検索した。刺激条件は、パルス幅 $25\mu\text{sec}$ 、周波数100Hz、磁場強度0.2, 0.3, 0.8mT、刺激期間2週間、刺激時間1日あたり8時間とした。

### 2. 1日あたりの刺激時間の検索

磁場強度の検索の結果より最も新生骨形成を促進させた磁場強度を使用し、1日あたりの刺激時間を変えてインプラント周囲の新生骨形成状態を比較検討した。刺激条件は、パルス幅、周波数については磁場強度の検索と同条件、刺激期間2週間、刺激時間1日あたり4, 8時間とした。

### 3. 新生骨形成状態の経時的変化の観察

1日あたりの刺激時間の検索の結果より、新生骨形成を良好に促進させた刺激時間条件を選択して、インプラント周囲の新生骨形成状態の経時的変化を検討した。刺

激条件は、パルス幅、周波数、磁場強度については1日あたりの刺激時間の検索と同条件、刺激期間1, 2, 4週間とした。

## III. 結 果

### 1. 磁場強度の検索

対照群に比べ0.2, 0.3mT実験群はドリルホール中により多くの新生骨形成がみられたが、0.8mT実験群は0.2, 0.3mT実験群ほどの新生骨形成は認められなかった。新生骨は、塩基性フクシン・メチレンブルー重染色にて赤紫色に濃染されており、CMR像では既存骨に比べて骨構造が粗造で、骨梁が細く観察された。蛍光ラベリング像では主にアリザリンコンプレクソンによる赤色の蛍光を発していた。画像解析では、対照群に比較し0.2, 0.3mT実験群は骨接触率、骨面積比率ともに有意に高かったが、0.8mT実験群は骨接触率のみ有意に高かった。

### 2. 1日あたりの刺激時間の検索

対照群はドリルホール中で新生骨形成がわずかであったが、4時間、8時間実験群はより多くの新生骨形成がみられた。画像解析では、対照群に比較し4時間、8時間実験群は骨接触率、骨面積比率ともに有意に高く、1日あたり4時間よりも8時間刺激した方が骨接触率、骨面積比率ともに高い傾向が認められた。

### 3. 新生骨形成状態の経時的変化の観察

1週間では、対照群、実験群ともに新生骨形成は少なかった。2週間では、対照群はドリルホール中で新生骨形成がわずかであったが、実験群はより多くの新生骨形成がみられた。4週間では、両群ともに新生骨がインプラント界面付近に多く存在していた。新生骨はより緻密となり、既存骨と構造が近似していた。ドリルホール辺縁も不明瞭となっていた。画像解析の結果、1週間では、対照群に比較し実験群は骨接触率のみ有意に高かった。2週間では、対照群に比較し実験群は骨接触率、骨面積比率ともに有意に高かった。4週間では、両群の骨接触率、骨面積比率に有意な差はみられなかった。

## IV. 考 察

パルス電磁場刺激による新生骨形成促進効果には磁場強度依存性が存在することがin vitroにて示唆されていたが、in vivoでも同様の結果を得た。磁場強度0.2, 0.3mTのパルス電磁場刺激はインプラント体周囲の新生骨形成を促進し、より早期に新生骨を成長させた。しかし、0.8mTの磁場強度の刺激では新生骨形成促進効果が0.2, 0.3mTより低かったことより、ヒトのインプラントへの応用には磁場強度管理が重要になると思われる。ま

た、1日あたり8時間の刺激が4時間の刺激よりもパルス電磁場刺激の新生骨形成促進効果を高めた結果より、長時間刺激の方がより効果的に作用すると思われる。加えてインプラント体埋入後4週間では磁場刺激の効果が認められなかったことより、パルス電磁場刺激はインプラント体埋入初期の幼若な骨組織に対してのみ効果があると考えられる。

## V. 結 論

1. 家兎大腿骨インプラント埋入モデルにおいてパルス電磁場刺激の磁場強度を変化させたとき、0.2mT, 0.3mTでは新生骨形成を有意に促進させたが、0.8mTで

は新生骨形成促進効果が0.2, 0.3mTより低かった。

2. 本モデルにおいて磁場強度を0.2mTに固定し、1日あたりの刺激時間を変化させたとき、4時間、8時間の刺激とも新生骨形成を有意に促進させたが、4時間より8時間刺激した方がより新生骨形成を促進する傾向がみられた。

3. 本モデルにおいてインプラント周囲の新生骨形成状態の経時的变化を観察したところ、2週間では実験群は新生骨形成を有意に促進させたが、4週間では両群の新生骨形成に有意な差はみられなかった。

以上より、パルス電磁場刺激の口腔インプラント法への応用の可能性が示唆された。

## 学 位 論 文 審 査 の 要 旨

パルス電磁場刺激法は、整形外科領域で、偽関節や遷延治癒骨折などの難治性骨折の治療に広く臨床応用されている。しかし、パルス電磁場刺激の口腔インプラントへの応用に関する研究は存在しない。当講座では、歯科用骨内インプラントの顎骨への初期固定期間を短縮させる方法としてパルス電磁場刺激の応用を考え、これまでにin vitroで研究を行い、本刺激が骨原性細胞の増殖と分化を促進させることを実証した。

本研究は、パルス電磁場刺激の口腔インプラント法への応用の可能性を検討するにあたり、本刺激の新生骨形成促進効果をin vivoで確認した最初のものである。また、塩基性フクシン・メチレンブルー重染色像、CMR像、蛍光ラベリング像の観察によってインプラント体周囲の組織をより多角的に評価し、画像解析によって客観的に新生骨形成状態を評価することを可能にしたことは意義が大きい。

まず本申請者は、インプラント体周囲の新生骨形成を最も促進させる磁場強度を検索した。磁場強度0.2, 0.3mTのパルス電磁場刺激はインプラント体周囲の新生骨形成をより促進した一方、0.8mTの磁場強度の刺激では新生骨形成促進効果が0.2, 0.3mTより低かったことよ

り、骨内インプラントへの応用に際しては磁場強度管理が重要であることが明らかになった。

次に本申請者は、1日あたりの刺激時間を変えてインプラント体周囲の新生骨形成状態を比較検討した。4時間、8時間の刺激とも新生骨形成を有意に促進させたが、4時間より8時間刺激した方がより新生骨形成を促進する傾向がみられたことより、長時間刺激の方がより効果的に作用することが明らかになった。

また本申請者は、インプラント体周囲の新生骨形成状態の経時的变化を観察した。2週間では実験群は新生骨形成を有意に促進させたが、4週間では両群の新生骨形成に有意な差はみられなかったことより、パルス電磁場刺激はインプラント体埋入初期の幼若な骨組織に対して新生骨形成促進効果を示すことが明らかとなった。以上本審査委員会は、パルス電磁場刺激が歯科用骨内インプラントの顎骨への初期固定期間を短縮することが示唆され、本論文が歯科補綴学ならびに関連諸科学の進歩、発展に寄与するところが大きであると判断し、本申請者に対して博士（歯学）を授与するに十分に値するものと認めた。