

氏名	SASTRA KUSUMA WIJAYA
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	学 術
学位授与番号	博甲第2679号
学位授与の日付	平成16年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科知能開発科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Mechanical Mobility Technique for Stability and Geometry Assessment of Dental Implant (歯科インプラントの安定性および形状アセスメントのための 機械モビリティ技法に関する研究)
論文審査委員	教授 岡 久雄 教授 五福 明夫 教授 高橋 則雄

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

The work was carried out to develop a device for evaluating the implant mobility objectively, to propose a suitable implant geometry for implantation and to verify the implant mobility measurement with a numerical analysis using two-dimensional finite element method (FEM). This thesis constitutes of six chapters.

In Chapter 1, the general introduction of this study was described. Failures in dental implantation may still occur. One of the most important criteria of success for dental implantation is the immobility of the individual unattached implant when tested clinically. Therefore, it is very important to assess implant mobility objectively and quantitatively.

In Chapter 2, the development of a microcomputer-based implant movement (IM) checker was described. The IM checker was developed based on the mechanical mobility technique. The IM checker constituted of a measuring probe, some amplifiers and a personal computer. The size of the measuring probe is similar to that of a dental drill. Therefore, dentists or dental technicians can easily measure the mobility of a dental implant at any position in the mouth. The measuring probe of the IM checker was actuated at a constant frequency and amplitude. The preload and acceleration signals were obtained and acquired using a DAQCard-1200 (National Instrument, USA) built into a personal computer. The IM checker could discriminate the two Molteno[®]-based artificial dental implant models significantly, even though they had the same clinical tooth mobilities, M0.

In Chapter 3, the development of a microcontroller-based IM checker based on the same method of the previous device was described. The personal computer of the previous checker was replaced with an F2MC-MB90553A microcontroller (Fujitsu Ltd, Japan) for designing a small-sized and portable device, so that it was able to place near any dental chair. Several artificial implant models were made using an implant cylinder of phosphorous bronze embedded in Rigolac[®] resin. Using these models, the definition of the *IM* score was verified experimentally.

In Chapter 4, the developed IM checker was applied to evaluate the mobility of artificial implant models of various implant geometries. This study showed that the *IM* score measurement was appropriate for analyzing the mobility of different implant diameters and lengths, and different stiffnesses of surrounding material of implant. The implant mobility decreased inverse linearly to the implant length and diameter. Therefore, a longer or wider implant is recommended for dental implantation. However, the gradients of the approximate curves of the *IM* score over the implant diameters were greater than that of the *IM* score over the implant lengths, so that the diameter had a stronger effect on the implant mobility than the length. Then a wider implant should be selected first for implantation.

In Chapter 5, a numerical analysis of the mechanical mobility of the models was performed using the two-dimensional FEM. The implant of numerical model was actuated at a constant frequency and amplitude of sinusoidal force. The magnitude of velocity decreased inverse linearly when the implant length, diameter and Young' modulus of surrounding material of implant were increased. It was also found that there was a strong linear relationship between the experimental result (*IM* score) and the calculated velocity at the actuating point. Then the results of the *IM* score measurements were confirmed by the numerical analysis. In Chapter 6, this work was summarized and concluded. The future works were also proposed in this chapter.

論文審査結果の要旨

ひとたび歯牙が欠損すると、総義歯、部分床義歯、固定ブリッジ等の補綴物によって咀嚼機能を回復するが、種々の障害が残る。そこで、外科手術によって顎骨の中に人工歯根を埋め込み、上部構造補綴物を取り付ける歯科インプラント施術が行われるようになったが、その成否を診査する評価基準は、国際的にも未だ不十分である。客観的評価項目として、これまでにインプラントの動揺度、X線像の分析、歯肉の健康程度、歯周ポケットの深さ等が提唱されているが、インプラントの動揺度評価に関しては、国際的にもこれまでわずか二種類の装置が市販されているのみで、それぞれに一長一短がある。

本研究では、機械モビリティ技法を応用して、歯科インプラントの安定性を客観的に評価する方法を提案するとともに、小型の装置を試作した。すなわち、口腔内に埋植されたインプラント体に、微小振動を加えたときの加速度応答を検出し、機械モビリティを算出してインプラントの動揺指標を求める手法である。また信号の駆動と検出を行う一組の圧電素子を組み込んだ測定プローブとデータ処理用ノートパソコンを組み合わせ、「IM (Implant Movement) チェッカ」を試作した。さらにマイクロコントローラを採用して装置の改良を行い、測定精度、操作性の向上を実現し、測定結果の印刷、患者履歴データの表示を行えるようにしたの、デンタルチェアサイドでの使用を可能にした。本研究の後半では、本手法およびIMチェッカを使って、埋植されたインプラントの幾何学形状、特にインプラント体の長さおよび直径が、インプラントの安定性に与える影響を検討し、歯科医が埋入するインプラントを選択する際の指針を提案した。すなわち、インプラント体の長さ、直径を変えた人工歯根モデルを製作してインプラント動揺指標を求めた結果、動揺度はインプラント体の長さ、直径に逆比例し、また長さおよび直径がある一定以上になると、それ以上動揺度が変化しなくなる領域があることを明らかにした。さらに、長さを変化させるよりも、同じ割合だけ直径を変化させる方がインプラントの動揺に大きく影響することを明らかにし、歯科医が限られた顎骨のスペース内で最適なインプラント形状を選択する際の指針を提案している。またこれらの結果は、有限要素法による数値計算によって確認された。

このように本研究では、機械モビリティ技法を応用して、歯科インプラントの安定性および形状アセスメントを、学術的かつ実用的観点から総合的に検討しており、この分野に貢献するところ大である。よって本論文は、博士の学位論文に値するものと認める。