行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號　NSC　89　2213　E038　007　-　-
執行期限　89 年 8 月 1 日至　91 年 03 月 31 日

主持人　潘力誠　　台北醫學大學 口腔復健醫學研究所
共同主持人　李勝揚　　台北醫學大學口腔復健醫學研究所
計畫參與人員　黃豪銘 台北醫學大學 醫技系
李建海 亞東技術學院 電機工程系
秦平源 亞東技術學院 電機工程系

一、中文摘要

由於至今仍沒有一種簡單、方便的方法可以非侵性地提供客觀量化的數值，以便臨床醫師能隨時有效的評估人工牙根植入後骨整合的情形。因此，本計畫利用振動原理以離體實驗來探討，人工牙根植入後，初期骨整合過程中穩固度的變化。預期本研究之成果將可用於人工牙根植入初期、骨整合過程穩固度之監測，以確保及增進人工牙根植入手術之成功率。

關鍵詞　人工牙根、骨整合、穩固度、共振頻率

Abstract

Radiographic examination and palpation have been two of the methods often used in clinical assessment for implant stability for years. However, theses radiographs are two-dimensional and difficult to standardize. The investigation was designed to study the use of resonance frequency analysis in search of the stability of the implant-tissue interface in vivo. Resonance frequency measurements were made at predetermined intervals on implants placed in mandibles of dogs. A significant increase in resonance frequency was observed.

***Keywords**: dental implant, osseointergration, stability, resonance frequent*

二、緣由與目的

近年來，利用人工植體為缺牙患者進行口腔贋復的比率已逐漸升高。臨床上植牙的成功決定於植體表面與周圍骨頭間的骨整合（osseointegration）程度[1]，骨整合是指於骨組織和植體間的直接結合，可於植體受力時傳遞、分散力量。若在不確定人工牙根與齒槽骨是否骨整合完成之前即裝上假牙，則人工植牙的失敗率極高。

現今臨床上最常用 X-ray 影像的灰階密度變化來評估骨整合程度，但 X-ray 無法偵測 30％以下的骨流失量[2]，以致無法作為是準確的診斷工具，且因每次照射角度不同及影像處理過程不同，使放射線影像在定量上有相當大的困難，而只能做定性的觀察。另外也以鈍器來輕推植體，量測牙根的鬆動程度，但此方法會因搖動牙根的力量大小與方向之不同而使牙根的搖動度不同，無法進行交互比較。

利用共振頻率分析骨質流失的研究，於骨科醫學應用上已行之多年，而與骨頭同屬硬組織的牙齒亦有類似的特性。1996 年 Meredith 等人指出利用一轉接器連接在牙根植體上，可量測其共振頻率，以監測牙根周圍骨質生長的情形[3]。若骨整合逐漸完成，剛性會逐漸增加，共振頻率也隨之增加。為了能夠快速、精確地監測共振頻率的改變，並符合臨床醫學需求，本研

究利用 PC-based 研發一套人工牙根診斷系統，進行共振頻率之擷取與評估分析，利用活體試驗來觀察共振頻率於人工牙根骨整合過程中之變化曲線。

預期本研究之成果將可用於人工牙根骨整合過程穩固度之監測，以便於選擇最適當的時機讓植體開始受力，達到縮短治療時間的效果。

三、研究材料與方法

（1）共振頻率量測系統

本研究建構的 PC-based 人工牙根自動量測系統（圖一）包括了感測器模組、振動模組、控制與擷取模組、電腦處理模組。感測器模組採用壓電薄膜（ 110ì m, Measurement Specialties, Inc.，USA）切割而成，利用壓電薄膜的壓電特性，可以有效的擷取震動訊號。震動裝置是選用低電壓高扭力之偏心輪直流馬達來引發牙根植體之震動。而裝置驅動及信號檢測分析以個人電腦為中心，傳回電腦將信號作快速富立葉轉換（FFT）成頻譜，對頻譜做峰值偵測（peak detection）得一最大峰值，最大峰值即是共振頻率。

(2) 離體實驗模型

本研究計劃之另一重要目標，即希望以離體實驗模型來探討，人工牙根植入後，不骨癒合狀態對植體穩固度的影響，以及不同植入手術方法對植體在癒合曲線上之改變。骨癒合與人工牙根自然頻率影響模擬測試即：將電木裁成 10mm ×10mm×15mm，以 2.0mm twist drill 轉速 1000rpm 鑽 10mm 深，再以 3.0mm twist drill 擴大。窩洞成形成以下 4 種離體實驗模型以模擬四種植床（如圖二）：**標準型**：以 4mm tapping drill 攻牙。**上端固定型**：攻牙後，以 4.25mm twist drill 從下端擴大到 11mm 深，使電木上端 4mm 與植體嵌合。**下端固定型**：攻牙後，從上端用 4.25mm twist drill 擴大到 6mm 深，使電木下端 4mm 與植體嵌合。**浮動型**：以 4.25mm twist drill 擴大 10mm 深。

四種模型分別利用 type high-strength dental stone（依粉水重量比 10g：2.4g，進入真空攪拌混和 30 秒）及 silicone 包埋 3.75mm×10mm 的人工牙根植體，不同包埋材欲模擬二種不同的骨質。

三、結果與討論

自然頻率與包埋材硬化時間之研究結果顯示，初期自然頻率隨時間的增加而上升，其後有一變化量少的高原期。植體有效振動長度越長則自然頻率越低。在本研究中，標準型植體全部與電木嵌合，有效振動長度最短，初期穩固度最高，因此初期自然頻率最高(silicone=162.99hz;stone= 152.05hz)。上端固定型與下端固定型的植體都只有 4mm 與電木嵌合，但下端固定型因嵌合部位是植體下端 4mm，有效振動長度因此較上端固定型長，初期自然頻率較低。浮動型植體與電木全無接觸，有效振動長度最長，初期穩固度最差，因此初期自然頻率最低(silicone=94.03hz;stone= 83.52hz)。浮動型模型以石膏包埋時，初期石膏硬度不夠、結構過於鬆散，有時無法產生自然頻率。

比較四種模型於包埋材硬化過程中之自然頻率變化率，為浮動型(silicone 35.35% ; stone 71.52%) ＞下端固定型(silicone 24.03% ; stone 11.08%) ＞上端固定型(silicone 3.45% ; stone 4.33%) ＞標準型(silicone 3.11% ; stone 1.12%)，乃因不同模型間之有效振動長度變化差異所致。

自然頻率與包埋材硬化時間之關係如圖三所示，初期自然頻率隨時間的增加而上升，其後有一變化量少的高原期。植體有效振動長度越長則自然頻率越低。在本研究中，標準型植體全部與電木嵌合，有效振動長度最短，初期穩固度最高，因此初期自然頻率最高(silicone=162.99hz; stone=152.05hz)。上端固定型與下端固定型的植體都只有 4mm 與電木嵌合，但下端固定型因嵌合部位是植體下端 4mm，有效振動長度因此較上端固定型長，初期自然頻率較低。浮動型植體與電木全無接觸，有效振動長度最長，初期穩固度最差，因此初期自然頻率最低(silicone=94.03hz;stone= 83.52hz)。浮動型模型以石膏包埋時，初期石膏硬度不夠、結構過於鬆散，有時無法產生自然頻率。

五、計劃成果自評

本研究計畫目的即在自行設計一人工牙根檢測裝置，並以離體實驗模型為基礎，模擬該裝置在牙根植體植入後骨癒進行過程中，其穩固度與量測所得之振動頻率之相關性。本期計劃所完成的計畫目標包括:(一)以自行設計製造之檢測機構，將薄膜形壓電感測器附於待測植體之上方開口處，再以振動裝置引發植體之振動，同時使來自感測器之訊號經數位化轉換後，經由傅立葉轉換由低頻頻域(50 Hz ~ 200 Hz)計算出牙根植體在不同癒合階段及邊界條件下穩固度之相關參數。(二) 在離體實驗模型下，提出四種手術模型，來評估人工植體骨整合的情形，以期尋找一定量方式來偵測植牙的癒合情形。在定性考量下，該項技術確實可以有效評估值體於骨週邊狀態的相關性，亦即當值體邊界骨質密度增高時，測量所得之系統自然頻率將相對增高兩者成正的相關性。然而，為更進一步提昇該項技術在臨床診斷上的可行性及定量的需求，未來研究重點將著重於從動物實驗中量測骨接觸率(Bone contact ratio) 、輔以植體移除扭力(Removal Torque)及自然頻率三者之相關性，以建立資料庫與對照表，來評估人工植體骨整合的情形，以期尋找一定量方式來偵測植牙的癒合情形。

六、參考文獻

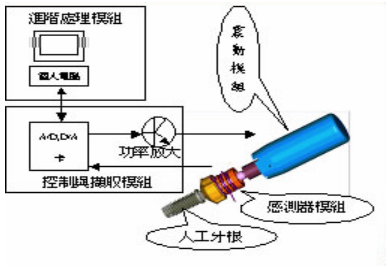
[1] Carlsson L, Rostlund T: Osseointergration of titanum implants. Acta Ortho Scand, 57: 285-289, 1988.

[2] Sunden S, Grondahal K. Accuracy and precision in the radiographic diagnosis of clinical instability in Branemark dental implants. Clin Oral Implant Res 6:220-226, 1995.

[3] Meredith N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of the mobility of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. Clin Oral Implant Res 7:261-267, 1996.

[4] Sennerby L, Thomsen P, Ericsson L. A morphometric and biomechanic comparison of titanium implants inserted in rabbit cortical and cancellous bone. Int J Oral Maxillofac Impl 7:62-71,1992.

[5] Sennerby L, Thomsen P, Ericson LE.Early tissue response to titanium implants inserted in rabbit cortical bone. Part1: light microscopic observations. J Mater Sci Med 4:240-250,1993.



圖一 人工牙根自動量測系統之架構示意

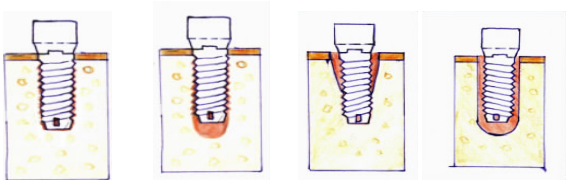


圖 二、 離體實驗模型

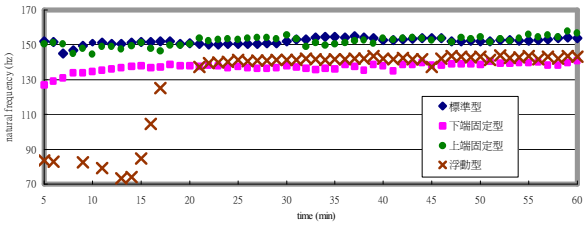


圖 三、植體植於四種模型中，利 type Ⅳ stone 包埋時所測得之自然頻率

附件：封面格式

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

※※※