

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 不同密合程度的補綴物在螺釘鎖緊時連續扭力測量的比較

### Continuous Torque Measurements During Screw Tightening of Prostheses with Different Fitting Inaccuracies

計畫編號：NSC90-2314-B-002-354

執行期限：90年8月1日至91年7月31日

主持人：林立德 執行機構及單位名稱台灣大學臨床牙醫學研究所

共同主持人：王若松 執行機構及單位名稱台灣大學臨床牙醫學

計畫參與人員：李明澍 執行機構及單位名稱台灣大學臨床牙醫學

#### 一、中文摘要

臨床不易製作一個完全密合的補綴物也不易偵測密合度的情形。本實驗目的要比較(1)補綴物與支台間的不密合度(2)補綴物橋體的長度(3)螺釘鎖緊的順序，對螺釘鎖緊時，連續扭力測量值的影響。補綴物是模擬臨床上三單位牙橋以及兩單位相連牙冠，藉由不同層數的咬合箔片，我們分別在兩種不同長度補綴物中製造出理論上密合、 $30\mu\text{m}$ 不密合、 $60\mu\text{m}$ 不密合三種實驗模型。實驗方法是先將近心螺釘鎖緊至 $10\text{Ncm}$ ，再以Osseocare將遠心螺釘鎖緊至 $10\text{Ncm}$ 並記錄螺釘鎖緊過程中旋轉角度-扭力的關係。我們利用二維變異數分析以及獨立樣本 T-檢定針對結果：(1)從初遇阻力至鎖緊螺釘旋轉的角度(2)螺釘旋轉角度(橫軸)對扭力輸出(縱軸)關係圖中自扭力上升點開始曲線下的面積做分析。結果顯示，不密合度對結果有統計學上顯著的影響( $p<0.001$ )，而補綴物橋體的長度則否。鎖緊的順序對於支台在螺釘鎖緊後最後的彎曲狀態沒有顯著影響( $p>0.05$ )。統計分析中也顯示，初遇阻力至鎖緊螺釘旋轉的角度比螺釘旋轉角度橫軸對扭力輸出縱軸關係圖中曲線下的面積在不密合診斷上具靈敏度。

**關鍵詞：**牙科植體，螺釘，扭力

#### Abstract

It is difficult to make a perfectly fit prosthesis and to detect or define the inaccuracy of a framework clinically. This in vitro study was to compare differences in continuous torque measurements (CTM) during screw tightening of (1) different framework-abutment fitting inaccuracies (2) different length of the prosthesis and (3) different sequences of gold screw tightening. Two metal frameworks were fabricated on models with two Nobel Biocare multiunit abutment analogs separated by  $8\text{mm}$  and  $16\text{mm}$ . Passive-fit and misfit models were created of both frameworks. Misfit models were fabricated as the passive-fit models except that we inserted spacers of  $30\mu\text{m}$  and  $60\mu\text{m}$ , which were removed during testing, between the framework and distal abutments. The framework was first placed on the models and mesial retaining screw was tightened to  $10\text{N-cm}$ . Then, with an Osseocare equipment, CTM (torque value during every rotating degree change) were taken during tightening of the retaining screw of distal abutment to  $10\text{N-cm}$ . Comparisons of CTM were made by (1) observing the rotating degrees of screw between the initial rising torque and final  $10\text{N-cm}$  and (2) calculating the area under the torque-rotating degree curve. Two-way ANOVA and two-sample T-test were applied for statistical analysis. The data showed that fitting inaccuracies have significant influence on the CTM ( $p<0.001$ ). The sequence of

screw-tightening had little effect on the final bending status of abutment after screw tightening( $p>0.05$ ). The data also showed that the rotating degrees of screw between the initial rising torque and final 10 N-cm was more sensitive than the area under the torque-rotating degree curve in inaccuracies discrimination.

**Keywords:** dental implant, screw, torque

## 二、緣由與目的

由於材料與技術的限制，要製作一個完全密合的補綴物幾乎是不可能的，而對於臨床可接受的密合度至今仍眾說紛紜，針對密合度的評估也沒有一個直接且客觀的方法。瑞典 Nobel Biocare 公司宣稱他們的 Osseocare 不但在手術時可用來評估骨密度，還可藉由連續扭力測量(continuous torque measurement)的方法來對補綴物密合度做評估，但是直至目前為止沒有研究或文獻提到有關連續扭力測量對密合度評估的可信度，適用性以及所代表的意義。有關不密合的程度，補綴物的長度，以及螺釘鎖緊的順序對連續扭力測量的影響也是另一個引人興趣，且值得探討的問題。所以本實驗的目的在於了解不密合的程度，補綴物橋體的長度，以及螺釘鎖緊的順序對連續扭力測量值的影響。

## 二、結果

### 1 測量實際的不密合度

我們使用立體光學顯微鏡檢查在近心螺釘鎖緊後遠心支台與補綴物之間的縫隙大小結果如表 1。

表 1. 實際不密合度

牙橋模型	Fit	30µm	60µm
遠心支台與補綴物 近心側實際縫隙	5µm	45µm	75µm
遠心支台與補綴物 遠心側實際縫隙	5µm	15µm	40µm

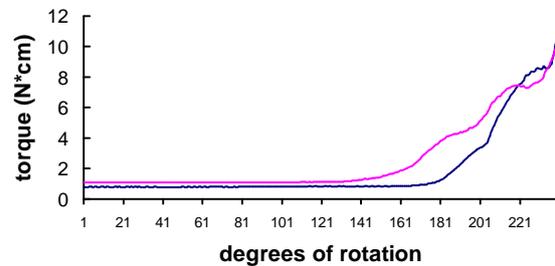
相連牙冠模型	Fit	30µm	60µm
遠心支台與補綴物 近心側實際縫隙	5µm	45µm	75µm

遠心支台與補綴物 遠心側實際縫隙	5µm	25µm	45µm

## 2. Osseocare Data

圖 1 顯示不密合牙橋(60µm) (M model, 紅線) 及密合牙橋 (P model, 藍線) 在近心螺釘鎖緊後，鎖緊遠心端時連續扭力輸出紀錄的情形。

P model vs M model (average curve)



### 2.1 二方分類變異數分析

#### 2.1.1 遠心(不密合)側扭力上升到最後鎖緊至 10Ncm 螺釘旋轉的角度

以二方分類變異數分析遠心(不密合)側扭力上升到最後鎖緊至 10Ncm 螺釘旋轉的角度時發現，不密合的程度對於結果有統計上顯著的影響( $p<0.001$ )，且其影響力遠大於補綴物的長度( $p=0.873$ )，兩因子間亦無明顯交互作用( $p=0.089$ )

#### 2.1.2 遠心(不密合)側扭力輸出-螺釘旋轉角度曲線自扭力上升開始曲線下的面積

以二方分類變異數分析遠心(不密合)側扭力輸出-螺釘旋轉角度曲線下的面積時發現，不密合的程度對於結果有統計上顯著的影響( $p<0.001$ )，且其影響力遠大於補綴物的長度( $p=0.376$ )，兩因子間亦無明顯交互作用(interaction;  $p=0.948$ )。

### 2.2 獨立樣本 T-檢定

#### 2.2.1 遠心(不密合)側扭力上升到最後鎖緊至 10Ncm 螺釘旋轉的角度

在牙橋模型中，將 fit ( $51.92^\circ + 7.07^\circ$ ),  $30\mu\text{m}$  ( $70.44^\circ + 2.08^\circ$ ),  $60\mu\text{m}$  ( $78.36^\circ + 1.91^\circ$ ) 三組兩兩相互比較，結果發現，三組間都有統計學上顯著的差異( $p<0.01$ )

在相連牙冠模型中，將 fit ( $46.52^\circ + 3.45^\circ$ )

°),  $30\ \mu\text{m}(73.72^\circ + 2.79^\circ)$ ,  $60\ \mu\text{m}(81.32^\circ + 6.36^\circ)$ 三組兩兩相互比較, 結果發現, fit,  $30\ \mu\text{m}$  以及 fit,  $60\ \mu\text{m}$  間都有統計學上顯著的差異( $p < 0.01$ ),  $30\ \mu\text{m}$  與  $60\ \mu\text{m}$  組間則無統計上的差異。

### 2.2.2 遠心(不密合)側扭力輸出-螺釘旋轉角度曲線自扭力上升開始曲線下的面積

在牙橋模型中, 將 fit ( $478.42+41.77$ ),  $30\ \mu\text{m}(522.37+30.40)$ ,  $60\ \mu\text{m}(561.51+43.64)$  三組兩兩相互比較, 結果發現, 只有 fit 與  $60\ \mu\text{m}$  兩組間有統計上顯著差異( $p < 0.01$ ), fit 與  $30\ \mu\text{m}(p=0.094)$  以及  $30\ \mu\text{m}$  與  $60\ \mu\text{m}(p=0.143)$  組間無顯著差異(附表 13~15)。

在相連牙冠模型中, 將 fit ( $465.2+26.79$ ),  $30\ \mu\text{m}(516.69+20.85)$ ,  $60\ \mu\text{m}(546.14+38.75)$  三組兩兩相互比較, 結果發現, 僅 fit 與  $60\ \mu\text{m}$  組間有顯著差異( $p < 0.01$ ), 其餘 fit 與  $30\ \mu\text{m}$ ,  $30\ \mu\text{m}$  與  $60\ \mu\text{m}$  間均無顯著差異。

## 四、討論

本實驗使用機械鎖緊螺釘而不選用人手鎖緊的方式, 是因為由許多的研究指出, 機械鎖緊螺釘其不穩定性較小(Goheen et al. 1994; Tan and Nicholls 1994), 人手鎖緊的扭力輸出個體間的差異較大(Jaarda, 1993), 實驗結果也說明了人手在鎖緊金螺釘時的扭力的穩定性較機械式扭力計差 ( $p < 0.001$ ). Mitrani(2001) 以 Nobel Biocare torque controller 為測試對象, 經過五年的觀察, 他也認為扭力的輸出不會因為時間而改變, 所以我們的實驗中採用的是機械式扭力計 Osseocare 以及低轉速的鎖法。

本實驗以應變計(EA-05-031CE-350)來觀察支台在螺釘鎖緊時的彎曲程度或方向, 在黏貼時由於支台本身不大(長 3.0mm 寬 2.5mm), 加上平滑的金屬表面使得應變計固位及黏貼不易, 並且支台圓弧的表面也容易造成應變計的變形, 在熱處理之後殘餘塑膠片的清除也必須在顯微鏡下操作, 以避免傷害到應變計, 造成實驗的誤差。

我們實驗製作的牙橋模型是模擬口內後牙三單位牙橋, 距離是選取下顎第一小白齒近遠心距離的一半+第二小白齒近遠心

距離+下顎第一大白齒近遠心距離的一半, 關節部分是 4mmX5mm, 就臨床的實際情況而言是較 rigid 的關節, 這樣就可以減少 framework 彎曲的可能性也可以使不密合造成的效果被放大, 便利於我們的觀察。

本實驗是體外實驗, 所以無法完全模擬植體骨整合於骨頭內的情況, 但儘管使用活體實驗, 個體間骨密度差異也很大, 所以我們選擇以 epoxy resin 模擬骨頭, 選用 epoxy resin 的原因是因為其硬度介於骨頭與硬石膏之間, 且較接近骨頭, 若使用硬石膏包埋, 雖然可以觀察出最壞的情況, 但無法模擬骨頭具彈性的性質。

本實驗使用鈦支台接上植體類比體而不使用不鏽鋼支台類比體, 是因為臨床的情況下在支台與植體之間會存在一介面, 在這個介面存在有支台螺釘造成的 preload, 這個 preload 對於 strain gauge 的讀值會有決定性的影響, 在金螺釘鎖緊時其中的應力分佈會有複雜的變化, 如果只是在不鏽鋼支台類比體上貼應變計, 會喪失觀察接近臨床實際情況的機會。

在 Osseocare data 我們擷取的是扭力上升到最後鎖緊至 10Ncm 螺釘旋轉的角度以及扭力輸出-螺釘旋轉角度曲線下的面積兩者作為資料分析的代表, 在 ANOVA 分析結果中, 我們得到不密合度對結果的影響最大, 而補綴物的長度影響較小。在獨立樣本 T-檢定中, 我們發現到在扭力上升到最後鎖緊至 10Ncm 螺釘旋轉的角度方面, 僅相連牙冠模型中  $30\ \mu\text{m}$  與  $60\ \mu\text{m}$  兩組間無差異, 其餘結果都可得到統計學上的差異, 而在扭力輸出-螺釘旋轉角度曲線下的面積中, 有許多組間看不出統計上的差異, 這可能表示曲線下的面積所代表的除了不密合程度外更可能表示的是螺釘鎖緊時接觸面間的粗糙程度, 而扭力上升到最後鎖緊至 10Ncm 螺釘旋轉的角度相較之下較具不密合度的診斷靈敏度。

在我們的前導實驗中將金追體直接所在模型上得到的數據可做為理論上補綴物與支台密合的參考值。將他們與本實驗所謂密合得到的資料相比, 發現數值都比參考值大(附表 20), 這表示金錐體本身在經過鑄造之後, 發生了一定程度的變形或表面

的粗糙度增加，造成鎖緊過程中阻力增加。實驗設計中，我們刻意將補綴物長度做成兩倍大小差距，以驗證我們對補綴物的假設：在不密合程度相同之下，較長的補綴物在螺釘鎖緊時遇到的阻力較小。我們觀察附圖 16、附圖 17 的結果也驗證了我們的假設。對於相同的不密合模型，牙橋模型在初遇阻力到鎖緊螺釘旋轉的角度，以及曲線下的面積得到的數值，與相連牙冠模型相比都相對較小。因此，對於實驗的臨床意義以及未來展望，利用本實驗的基礎，將來可以進一步結合 osseocare 以及 3-D photogrammetry technique (Jemt & Book, 1996; Jemt & Lie, 1995)，應用於臨床實驗，使 osseocare 紀錄的數值與實際不密合度的關係能更清楚建立。在臨床上，牙醫師也可以在鎖螺釘時，藉由角度-扭力輸出的圖形判斷補綴物的不密合度，再結合病人臨床上追蹤檢查的資料，我們對於”臨床上可接受的密合”就能更清楚的了解。

## 五、計畫成果自評

臨床上有經驗的牙醫師常以螺釘鎖緊時，手指所感受的阻力及螺釘自開始感覺阻力至鎖緊時的旋轉角度來判斷植體補綴物與支台或植體間的密合程度。本體外模型研究結果顯示，可以紀錄螺釘鎖緊時連續扭力輸出的裝置，如 Osseocare，似乎也有異曲同工之處，而較無經驗之醫師可利用這種較客觀而較不需憑靠經驗的方式，評估植體補綴物的密合度。本研結果需更廣泛的研究更多不同情況的不密合度以及臨床上的驗證。

## 六、參考文獻

Goheen KL, Vermilyea SG, Vossoughi J, Agar JR (1994) Torque generated by handheld screwdrivers and mechanical torquing devices for osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 9:149-155.

Jaarda MJ, Razzoog ME, Gratton DG (1993) Providing optimum torque to implant prostheses: a pilot study.

Jemt T, Book K(1996). Prosthesis misfit and marginal bone loss in edentulous implant patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11:620-625

Jemt T, Lie(1995). Accuracy of implant supported

prostheses in the edentulous jaw: analysis of precision of fit between gold alloy framework and master cast by means of 3-D photogrammetric technique. *Clin Oral Implants Res* 6:172-80

Mitrani R, Nicholls JI, Phillips KM, Ma T(2001). Accuracy of electronic implant torque controllers following time in clinical service. *Int J Oral Maxillofac Implants* 16:394-399

Tan KB, Nicholls JI. Implant-abutment screw joint preload of 7 hex-top abutment system. *Int Oral Maxillofac Implants*;16:367-77



中 華 民 國 91 年 10 月 31 日