

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

自瑣式矯正支架於體內與體外之摩差力與牙齒移動之研究 (第2年) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 97-2314-B-040-023-MY2
執行期間：98年08月01日至99年07月31日
執行單位：中山醫學大學口腔生物暨材料科學研究所

計畫主持人：高嘉澤
共同主持人：黃翠賢

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 08 月 02 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫結案報告

(計畫名稱)

自鎖式矯自鎖式正支架於體內與體外之摩差力與牙齒移動之研究

(The study of self ligating bracket(SLB) friction force and tooth movement in vitro and in vivo)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 97 - 2314 - B - 040 - 023 - MY2

執行期間： 97 年08 月01 日至 99年 07月 31 日

計畫主持人：高嘉澤

共同主持人：黃翠賢

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中山醫學大學

中 華 民 國 九 十 九 年 八 月 一 日

目錄

中、英文摘要及關鍵詞(keywords)。

中文摘要-----	3
英文摘要-----	5
Introduction-----	6
Materials and Methods-----	10.
Result -----	15.
Discussion -----	16.
Conclusion -----	18.
REFERENCES -----	19
自評 -----	23
Figure and table -----	24.

中文摘要

隨著技術與材料的進步，高效率矯正治療要求成為大眾的需求，自鎖式矯正支架(self ligating bracket, 簡寫SLB)之設計乃期望達到此要求。然而由於廠商的鼓吹與專家的建議，往往欠缺較多的科學數據與資料，許多臨床矯正醫師對於SLB治療效率是否比傳統矯正支架優良則感到茫然。本研究計畫的**研究目的**：第一、於體外，比較自鎖式矯正支架(SLB)經氟化物腐蝕前後之摩差力變化。第二、於體外，比較自鎖式矯正支架(SLB)於矯正模擬咬合器上，犬齒之移動速率。**材料與方法**：第一、本實驗所用自鎖式金屬的矯正支架為0.022x0.028溝槽之Damon MX (Ormco Co.)，Axis (Ortho Classic, McMinnville, OR, U.S.A)， Smart clip (3M Co, Mo , LA USA), In Ovation R (GAC Co.)，和Carriere (Ortho Org. Co)。每種廠牌各60個，共計240個，實驗組為一半矯正支架先以電化學將之腐蝕，以SEM/EDS 分析表面結構。摩差力試驗則將實驗組與控制組之矯正支架固定於鋁板上，矯正金屬線為作為測試摩差力之主線。以EZ test 拉力試驗機器(Shimadazu, Tokyo, Japan)做拉伸試驗，crosshead speed為每分鐘10mm，距離為拉動5mm作為觀測，分別記錄其動摩差力與靜摩差力，再做統計分析。

第二、則準備自鎖式金屬的矯正支架為0.022x0.028溝槽之Damon MX (Ormco Co.)，Axis (Ortho Classic, McMinnville, OR, U.S.A)， In Ovation R (GAC Co.)，和Carriere (Ortho Org. Co)。每種廠牌各200個，共計800個。分為試驗組（經電化學腐蝕）與控制組。準

備十組矯正模擬咬合器(tyodont)，先取同一種矯正支架裝置於咬合器上，依照矯正治療程序，先做 Leveling動作，至換上0.018x0.025 SSW不銹鋼線後，以數位量尺進行犬齒移動之測量。以分角線X光照射法，測量其距離之變化。以無母數和Mann-Whitney U test 分別統計。比較不同狀況下之犬齒移動變化。

結果顯示：不論矯正支架有無經過腐蝕處理，靜摩差力大於動摩差力。(p<0.05) 隨者試驗金屬線材之尺寸增加，其摩差力也有增加趨勢。其中以TMA金屬線之摩差力大於相同尺寸之鎳鈦線(HAW)和不鏽鋼線(SSW)。(p<0.05) 由於本試驗之自鎖式支架有屬於Active type，passive type 和interactive type，其中以Damon和Carriere 形式之摩差力較in ovation R 和Smart clip之摩差力小。

於電子顯微鏡下觀察各個矯正支架表面之變化，結果如圖三所示，於高倍下各個晶象的表面結構相似，經EDX分析，大部份的矯正支架成份雷同，均已以鐵成份居多，未見有鎳金屬之成份。矯正支架腐蝕電位之測量，於不同溶液下之腐蝕結果，顯示各種矯正支架間並未有電位差異(p<0.05)，代表腐蝕狀況一樣。

比較自鎖式矯正支架(SLB)於矯正模擬咬合器上犬齒之移動速率，各個矯正支架於不同施力下之犬齒移動量。結果顯示於各不同的施力下，不同廠牌矯正支架之犬齒移動量，不具統計學上意義 (p>0.05)。結語：本研究針對主動式與被動式之矯正支架摩擦力，於模擬口腔環境下作一比較，發現主動式與被動式之矯正支架二者間摩差力據有差異性。但是於tyodont上觀察犬齒之移動速率則並無差異性。推斷不論何種形式矯正支架，其牙齒之移動上並不會因摩差力差異而影響其移動。

關鍵詞：自鎖式金屬矯正支架、金屬矯正線、氟化物、腐蝕效應，摩差力、矯正咬合架

Abstract

The self ligating brackets (SLB) were developed in 1935 and were more popular applied in clinical recently.

There are many issue discussed on the effect or efficiency on this self ligating brackets. It is classified SLB as active and passive type from its binding with wire or not. There is no literature discussed on this two types of bracket effects on the friction or tooth movement efficiency. The purpose of this project were to evaluate the different types of SLB it friction amount. And to evaluate on tyodont, which SLB can move the canine more efficiency.

Material and methods: different type of SLB Damon MX (Ormco Co.), Axis (Ortho Classic, McMinnville, OR, U.S.A), In Ovation R (GAC Co.), Carriere (Ortho Org. Co) were used in present study. The electrochemical analysis were to evaluate the corrosion potential. The EZ universal test were to analysis its friction under standard model with crosshead speed was 10 mm /min, and with 5 mm distance movement. The canine movement efficiency were performed on spring retract the canine under different force amount, 50, 100, 150 and 200 gram on tyodont. The canine movement distance were recorded for seven time. The results were calculate with statistic software. Results: The friction force in different SLB were

existed statistic difference. ($p < 0.05$) The SEM showed the surface were existed similar morphology. There are rough surface under high magnificence of SEM. The corrosion potential were similar in tested SLB and under EDX analysis, showed similar composition of metal ions (Fe, Cr etc.) . The tyodont canine movement showed no statistic difference in tooth movement. ($p > 0.05$) Conclusion: The active or passive SLB existed friction difference in vitro study. But the tyodont canine movement efficiency were similar in present study.

Key words: self ligation bracket, orthodontic wire, fluoride, corrosion effect, friction , tyodont,

一、背景

近年自鎖式矯正支架(self ligating bracket, 簡寫SLB)於矯正治療上被積極推廣使用, SLB早在1935年Dr. Russell即已發表, 另外早期發展的尚有Ormco Edgelok (1972), Forestadent Mobil-Lock (1980), Orec SPEED (1980), 和“A” Company Activa (1986)等。目前商品流行的有Damon MX(Ormco), Smart clip(3M), Speed (Orec), In-Ovation R(GAC)等。1

以SLB結構而言又區分有【一】active type, 即矯正線被SLB的蓋子壓住;【二】passive type, 即矯正線沒被SLB的蓋子壓住, 此似乎此定義上不正確, 因矯正線於矯正支架之溝槽(slot)並不可能完全沒接觸。廠商強調自家的矯正支架其摩差力最小或是零, 可減少矯正治療時間, 這些廣告的確促觸動矯正醫師, 然而Dr. Robert Keim(Journal of clinical

orthodontic) 的主編也曾以實証醫學角度強調，這些宣傳或是矯正專家的意見，實際上信賴度是很低的。2 本研究計畫動機將以三年時間，對SLB作一系列科學化的探討。

SLB摩差力的研究

於體外試驗，摩差力會受到許多原因的干擾和影響，例如矯正線的尺寸、矯正支架溝槽大小，矯正支架成分，溝槽的tip 或torque角度，結紮線，矯正支架距離，唾液等因素影響。3-9 本研究室過去也曾探討傳統金屬矯正支架腐蝕後之矯正摩差力，結果發現腐蝕會影響摩差力。10

體外(in vitro)研究

體外研究原本就不足以代表真實情境，例如下面研究對於臨床上之狀況存有差異性。Braun等研究指出矯正線上之正常力量測量，於兩端和懸臂式矯正線上力量比可為3:1到9:1，即實驗設計模式會與臨床上有誤差。7 Henao等則以矯正起始階段用的鎳鈦金屬線作為摩差力測試，此與實際上當做牙齒移動時用的不鏽鋼金屬線有別。9 由於口內操作治療下，牙齒摩差力會因咬合力而影響，體外研究中常無法模擬此咬合力。11 於體外試驗，以universal testing machine移動矯正線速度（每分鐘5-10mm距離）為正常牙齒移動之21700到43500倍。實際上牙齒位於齒槽骨的運動速度沒有如此迅速。12 但研究還是須由這些基本開始，才有所謂參考數據可以進行更精確的實驗。

體內(in vivo)研究方面

以不同的矯正支架放置於患者口中，比較牙齒於起始階段(alignment)之效率，如Dr.

Miles等比較SmartClip(3M) 矯正支架與Victory MBT(3M) 以Damon 0.014 inches Copper NiTi 作的齊平(leveling)效果，作者以irregularity index作為參考，經二十週後發現二者無差異性。12 Dr. Harradine等則以peer assessment rating (PAR) score作為比較Damon SLB和傳統矯正支架之治療效果，結果發現Damon系統比傳統早四個月完成。13 Dr. Eberting 等實驗觀察亦發現Damon治療時間會減少6個月，或7次回診。13 這些研究上可能因矯正醫師的經驗，回診次數的期間，不同的矯正線材使用，或是矯正線順序使用等等會影響結果。除非研究者可以前瞻性研究、隨機雙盲方式做研究，否則誤差還是很大。Dr. Miles等曾以split mouth方式，於口內比較Damon II與傳統矯正支架治療，結果irregularity index 以傳統矯正支架治療較佳。14 此split mouth方法上亦有缺點，即兩側矯正支架的摩差力一開始就不一樣，二者矯正支架間會產生干擾狀況而影響結果。

金屬SLB矯正支架的腐蝕

目前商品上金屬SLB矯正支架的成份大部分為以鎳鎘合金為主，少數如Carriere SLB，Frosdent SLB強調不含鎳離子成分，對於鎳離子會過敏之患者是不錯的選擇。由於口腔唯一複雜環境，可以因為酸鹼，溫度等變化造成金屬腐蝕，此於本實驗室過去的研究中一證明傳統金屬矯正支架於含氟環境下會腐蝕，進而釋出鎳離子，且於顯微鏡下觀察金屬表面會有粗糙現象，對於體外摩差力試驗上會有影響。10 有關於金屬SLB矯正支架的腐蝕研究目前的文獻上未見有報告，本研究計劃也將於此部分作一探討，再

比較其摩差力變化。

犬齒移動方式

矯正牙齒之移動方式，不外以牙冠傾斜然後牙根扶正模式進行，對於口中犬齒移動，可以矯正支架上連續線(continue wire)上掛上力源(可以是橡皮筋，彈簧)到犬齒，讓牙齒於矯正線上做滑動 (sliding mechanism);也可以用段落式(segmental wire)將牙齒作所謂之整體性移動(rigid mechanism, body movement)。二者差異點在於滑動時需牙齒矯正器與矯正線間摩差力越小越好，而整體性移動時則相反的 須藉助矯正器與矯正線間緊密卡住，讓牙齒與矯正裝置一起移動。本研究計畫將於體內與體外觀察不同的SLB矯正支架的犬齒移動效率，作為比較摩差力參考。

矯正模擬咬合器(tyodont)

類似咬合器的一種架子，組成由金屬支架(framework)，蠟製齒槽骨(wax pattern)，金屬製假牙(metal tooth)所構成。當SLB矯正支架裝置與金屬線架道矯正模擬咬合器後，浸泡於45-55℃的 溫水中，臘因溫度傳導可以讓金屬牙齒與矯正線產生移動。

過去研究較少以此矯正模擬咬合器作為研究牙齒移動與摩差力之關係比較，¹⁵ 或是有類似研究，但未考慮到矯正支架腐蝕狀況，¹⁶因此本研究計畫將藉此工具做為觀測體外自瑣式矯正支架經腐蝕與未腐蝕下，犬齒牙齒之移動變化。

研究目的

由於自鎖式矯正支架之改良與方便性，臨床上許多醫師會因專家之介紹或是廠商的鼓吹而使用，然而牙齒移動之效率上是否比傳統式矯正支架優良，摩差力大小一直是臨床醫師想知道的，然而由目前文獻上的報告對於體外與體內研究以同一系統式研究者，則未見有報告。由於本計畫之申請國科會只通過前二年，

因此本研究目的乃完成下面之主題：

- 一、於體外，比較自鎖式矯正支架(SLB)經氟化物腐蝕前後之摩差力變化。
- 二、於體外，比較自鎖式矯正支架(SLB)於矯正模擬咬合器上，犬齒之移動速率。

研究方法

1. 於體外，比較自鎖式矯正支架(SLB)經氟化物腐蝕前後之摩差力變化。

一、 材料準備

本實驗所用自鎖式金屬的矯正支架為0.022x0.028溝槽之Damon MX (Ormco Co.)， SmartClip (Unitek, 3M Co.)， In Ovation R (GAC Co.)， 和Carriere (Ortho Org. Co)。每種廠牌各60個，共計240個，先分別將其放置超音波清洗，再用吹風機吹乾後等待實驗。腐蝕溶液在氟化物方面採用1.23%APF溶液，於人工唾液則調整其pH值為4作為腐蝕液體。

電化學腐蝕 17

原理

恆電位法(potentiostatic)或動電位(potentiodynamic)極化法是目前最常被使用

的電化學分析技術。其包括恆電位儀(potentiostat)、工作電極(working electrode, WE)、參考電極(reference electrode, REF)、輔助電極(counter electrode, AUX)。工作電極為欲測量的試片，參考電極的功用是量測試片在目前環境下的電位，種類有飽和甘汞電極(calomel electrode)、銀/氯化銀電極(Silver-Silver Chloride)、銅/硫酸銅(Copper-Copper Sulfate)、標準氫電極(Standard hydrogen electrode)等，而輔助電極功用為與試片形成迴路供電流導通，通常是鈍態的材料，如白金或石墨。整個實驗的過程中，輸出的電流、電壓大小，由恆電位儀(potentiostat)來控制。

操作

1. 利用CHI 660A electrochemical measurement system (CH Instrument, Austin, Texas).製作一個three-electrode cell，用來測electrochemical polarization。其中以Ag/AgCl為參考電極，白金為作用電極。
2. 將測試的矯正支架以酒精和蒸餾水清潔表面。
3. 矯正支架放置於以lactic acid 調整之pH 4人工唾液(Sali lube, Sinphar, Ilan, Taiwan) 和 1.23%APF 溶液中。
4. 實驗前先將溶液以nitrogen gas做除氣一小時。
5. 電化學電位控制於-0.8 and 0.8 V (Ag/AgCl)，sweep rate 為0.2 mV/s.
6. 之後以電子顯微鏡觀察表面。

微鏡結構分析

將矯正支架於放入浸泡溶液之前後放置於解剖顯微鏡下以50倍的倍率來觀察後，再放入金相顯微鏡，以200倍的大倍率來觀察後，再放入掃描式電子顯微鏡 (SEM)，以1500的倍率來觀察其浸泡溶液前後，與處理、未處理之間，以及各種廠牌之托架之間有無明顯的表面結構的改變，並拍下照片以為比較。其後再運用Scanning Electron Microscopy with X-ray microanalysis(SEM/EDS)，先 label與painter之後，將選定好的托架位置 Mapping起來並分析各廠牌、處理前後浸和泡前後托架之表面為何，及其原子百分比。

摩差力試驗 18-20

將矯正支架分為正常組與試驗組(經腐蝕過)，每組中各廠牌之樣本數為三個矯正支架，各廠牌計有十個樣本數，矯正支架共計正常組120個與腐蝕120個。試驗用之矯正金屬線為0.018 in (0.46 mm) 和0.019 x 0.025 in (0.48 x 0.64 mm) (3M Unitek)； 二個 titanium-based 矯正線: 0.019 x 0.025-in heat-activated nickel-titanium (Ni-Ti, 3M Unitek) 和0.017 x 0.025-in (0.44 x 0.64 mm) beta-titanium alloy wire (TMA, Ormco)。結紮矯正支架與金屬線則用Alastik module (Quik-Stik Clear, A-1 Alastik, 3M Unitek).矯正支架固定於同一定位線之金屬鋁板上，以EZ test 拉力試驗機器(Shimadzu, Tokyo, Japan)，crosshead speed為每分鐘10mm，3距離為拉動 5mm作為觀測。4 過去研究顯示crosshead speed 速度操作時利用鉛錘線作為平行度之監測。為每分鐘0.5-50mm是沒差異性的。分別記錄其動摩差力與靜摩差力。數值以randomize one way ANOVA 統計其差異性。

材料與方法

第二年 於體外，比較自鎖式矯正支架(SLB)於矯正模擬咬合器上，犬齒之移動速率。

材料準備

本實驗所用自鎖式金屬的矯正支架為0.022x0.028溝槽之Damon MX (Ormco Co.)，Axis (Ortho Classic, McMinnville, OR, U.S.A)，In Ovation R (GAC Co.)，和Carriere (Ortho Org. Co)。每種廠牌各200個，共計800個，先分別將其放置超音波清洗，再用吹風機吹乾後等待實驗。電化學腐蝕溶液在氟化物方面採用1.23%APF溶液，於人工唾液則調整其pH值為4作為腐蝕液體。

電化學腐蝕處理

上述矯正支架一半數目以第一年之操作步驟處理。

操作

1. 利用CHI 660A electrochemical measurement system (CH Instrument, Austin, Texas).製作一個three-electrode cell，用來測electrochemical polarization。其中以Ag/AgCl為參考電極，白金為作用電極。
2. 將測試的矯正之架以酒精和蒸餾水清潔表面。
3. 矯正之架放置於以lactic acid 調整之pH 4人工唾液(Sali lube, Sinphar, Ilan, Taiwan) 和 1.23%APF 溶液中。
4. 實驗前先將溶液以nitrogen gas做除氣一小時。
5. 電化學電位控制於-0.8 and 0.8 V (Ag/AgCl)，sweep rate 為0.2 mV/s.

6. 將處理過之矯正支架底部以噴砂處理也方便夏面步驟之黏著。

矯正模擬咬合器之準備與操作 21

1. 準備十組矯正模擬咬合器，臘型為標準之咬合模具，其上面的牙齒均分別裝置上述四種廠牌之自鎖式矯正支架。其中五組使用未腐蝕之矯正支架，另外五組使用腐蝕過之矯正支架。
2. 牙齒之置放與矯正支架之置放均以同一位操作者執行，之後由第二位操作者負責校正。
3. 依照矯正治療程序，先做 Leveling動作，分別依序採用0.014 Copper NiTi線(Ormco Co.)，0.016x0.022 和 0.018x0.025 LH線(Tomy Co.)，依序分別裝上矯正模擬器，每一條矯正線裝上後，將之放到45-55℃的恆溫水槽中浸泡，直到臘型變色(約1-2分)，於此當中分別作矯正模擬器之咬合動作，之後再以冷水沖一分鐘。反復此動作到換上0.018x0.025 LH線(Tomy Co.)。
4. 將第一小白齒取下，臘型上將缺牙區補上蠟，第一與第二大白齒腭側以0.040'不銹鋼線焊接一起，增加anchorage力量。
5. 換上0.018x0.025 SSW不銹鋼線，將之放到45-55℃的恆溫水槽中浸泡，直到臘型變色(約1-2分)，於此當中分別作矯正模擬器之咬合動作，之後再以冷水沖一分鐘。
6. 取closed coil spring(Tomy Co.) 將之以金屬結紮線牽引，由第二大白齒牽引到犬齒矯正支架上，其力量分別設定於50g,100g, 150g, 和200g，矯正模擬器上分別為第

一、二、三和四象限。

7. 以數位量尺(digital vernier caliper[shinwa Co. Japan])分別記錄由犬齒矯正支架遠心處到第一大白齒矯正支架近心端之距離。另外也以分角線X光照射法，拍攝四個象限，第一大白齒到犬齒位置，並測量其距離之變化。
8. 為減少誤差，操作前均先做個人誤差測量。
9. 數據登錄時間為拉之前與每次浸泡熱水，沖冷水後。
10. 當牙齒移動造成之臘變形處，分別作正常牙齒之雕蠟，以維持模擬正常之牙齒情境。
11. 共計七次操作及停止，每次分別記錄其移動量。
12. 統計分析比較其移動速率。

結果

一、比較自鎖式矯正支架(SLB)經氟化物腐蝕前後之摩差力變化

不論矯正支架有無經過腐蝕處理，靜摩差力大於動摩差力。 $(p<0.05)$ 隨者試驗金屬線材之尺寸增加，其摩差力也有增加趨勢。其中以TMA金屬線之摩差力大於相同尺寸之鎳鈦線(HAW)和不鏽鋼線(SSW)。 $(p<0.05)$ (Table 1-8, Figure 1-2) 由於本試驗之自鎖式支架有屬於Active type， passive type 和interactive type，其中以Damon和Carriere 形式之摩差力較in ovation R 和Smart clip之摩差力小。

於電子顯微鏡下觀察各個矯正支架表面之變化，結果如圖三所示，於高倍下各個晶象的表面結構相似，經EDX分析，大部份的矯正支架成份雷同，均已以鐵成份居多，未見有

鎳金屬之成份。

矯正支架腐蝕電位之測量，於不同溶液下之腐蝕結果，顯示各種矯正支架間並未有電位差異($p < 0.05$)，代表腐蝕狀況一樣。

二、 比較自鎖式矯正支架(SLB)於矯正模擬咬合器上，犬齒之移動速率：

圖五顯示各個矯正支架於不同施力下之犬齒移動量。結果顯示於各不同的施力下，不同廠牌矯正支架之犬齒移動量，不具統計學上意義 ($p > 0.05$)。但是趨勢上，似乎被動式之矯正支架犬齒移動量較主動式矯正支架移動量多。圖六顯示犬齒移動時之電腦斷層情形。蠟型顯示牙齒間有因施力後出現空隙。

討論

本計劃研究不同矯正支架之腐蝕性，其反應上雷同，即同樣程度之腐蝕反應，由EDX顯示各個矯正支架之成份基本一樣，因此腐蝕上會有相似之反應。但由於各個矯正支架上之溝槽角度與滑蓋之設計不一，因此摩差力之測試上會產生差異。結果發現本試驗之自鎖式支架有屬於Active type， passive type 和interactive type，其中以Damon和Carriere 形式之摩差力較in ovation R 和Smart clip之摩差力小。

過去許多研究顯示被動式矯正支架其摩差力較傳統示知矯正支架低。22-28 因此於矯正之起始階段的牙齒移動，自鎖式矯正支架會較傳統式矯正支架之移動快。過去研究則較少有將主動式或被動式矯正支架作比較，因此本研究則再比較被動式與主動式差異。

究矯正支架之顯微觀，矯正線與矯正支架間匯出現所謂卡住(binding)效應，進食產生

阻力。而當牙齒之移動克服卡住效應後，剩餘部份為矯正線與矯正支架間不同材質界面之摩差力反應。因此矯正支架表面之腐實現象會形成粗糙之表面，進而干擾矯正現與矯正支架間之摩差力。

本研究由體外試驗，直接測試矯正線與矯正支架之摩差力外，也應用臨床矯正上使用之模擬矯正咬合架(typodont)，於架上模擬口腔中之環境，直接比較不同自鎖式矯正支架之犬齒移動狀況。文獻上，較少有此報告出現。有學者以不同之咬合形態，配合不同之矯正支架，於typodont上比較其摩差力，結果顯示子所示矯正支架與矯正線間存有空隙(clearance)，因此其摩差力較小。²⁹ 而本研究針對單一顆犬齒，於 typodont 上進行牙齒移動量之測試，主要針對主動式或被動式矯正支架進行比對，結果顯示二者間並無差異性出現。推究此原因，由於本研究使用彈簧進行力量給與，依距離不一樣，彈簧拉伸力量也將不一樣，但是由於牙齒位於蠟形上，雖然有於泡過熱水後，進行冷卻，但是殘留之彈簧應力仍存在，因此最終結果導致似乎無統計上差異。也代表主動式或被動式矯正支架，其克服前述之卡住效應後，基本上牙齒之移動是相似的。因此於typodont上之模擬仍有其缺點。另外，基於測量上會容易誤差，因牙齒移動產生傾斜效應多於牙齒整體之移動，因此本研究加入以電腦斷層影像，利用軟體分析犬齒與後牙小白齒間蠟型之面積，以比對變化，但是測量上仍在嘗試中。

由於本計劃未通過能繼續進行人體臨床試驗，因此就最有意義之結果，則無法取得，有待日後繼續進行。但就目前體外之結果觀察，主動式與被動式之矯正支架，其摩差力應相差不大，對牙齒之移動，最終之速率也是相差不大。但於人體試驗則顯更複雜，

因不同之咬合形態，會影響其移動，因此日後之時艷冶只能就單一磕牙齒之移動來考量。

結語

本研究針對主動式與被動式之矯正支架摩擦力，於模擬口腔環境下作一比較，發現主動式與被動式之矯正支架二者間摩差力據有差異性。但是於typodont上觀察犬齒之移動速率則並無差異性。推斷不論何種形式矯正支架，其牙齒之移動上並不會因摩差力差異而影響其移動。

全文完

Reference

1. Harradine NWT. Self-ligating brackets and treatment efficiency. *Clin Orthod Res* 2001;4:220-7.
2. Keim RG. Editor's corner: orthodontic megatrends. *J Clin Orthod* 2005;39:345-6.
3. Berger J. The influence of the SPEED bracket's self-ligating design on force levels in tooth movement: a comparative in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:219-28.
4. Kapila S, Angolkar PV, Duncanson MG, Nanda RS. Evaluation of friction between edgewise stainless steel brackets and orthodontic wires of four alloys. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;98:117-26.
5. Kusy RP, Whitley JQ. Influence of archwire and bracket dimensions on sliding mechanics: derivations and determinations of the critical contact angles for binding. *Eur J Orthod* 1999;21:199-208.
6. Rose CM, Zernik JH. Reduced resistance to sliding in ceramic brackets. *J Clin Orthod* 1996;30:78-84.
7. Braun S, Bluestein M, Moore BK, Benson G. Friction in perspective. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:619-27.

8. Fortini A, Lupoli M, Cacciafesta V. A new low-friction ligation system. *J Clin Orthod* 2005;39:464-70.
9. Henao SP, Kusy RP. Evaluation of the frictional resistance of conventional and self-ligating bracket designs using standardized archwires and dental typodonts. *Angle Orthod* 2004;74:202-11.
10. Chia-Tze Kao. Shinn-Jyh Ding. Chich-Kang Wang. Hong He. Ming-Yung Chou. Tsui-Hsien Huang. Comparison of frictional resistance after immersion of metal brackets and orthodontic wires in a fluoride-containing prophylactic agent. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:568.e1-568.e
11. Harradine NWT. Self-ligating brackets: where are we now? *J Orthod* 2003;30:262-73
12. Miles PG. SmartClip versus conventional twin brackets for initial alignment: Is there a difference? *Aust Orthod J* 2005;21:123-7.
13. Eberting JJ, Straja SR, Tuncay OC. Treatment time, outcome, and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets. *Clin Orthod Res* 2001;4:228-34.
14. Miles PG, Weyant RJ, Rustveld L. A clinical trial of Damon 2 vs conventional twin brackets during initial alignment. *Angle Orthod* 2006;76:480-5.
15. Simona Tecco, Donato Di Iorio, Giancarlo Cordasco, Italia Verrocchi and Felice Festa
An in vitro investigation of the influence of self-ligating brackets, low friction ligatures, and archwire on frictional resistance *European Journal of Orthodontics* 2007

29(4):390-397;

16. Sandra P. Henao, BS;^a Robert P. Kusy, BS, Frictional Evaluations of Dental Typodont Models Using Four Self-ligating Designs and a Conventional Design *Angle Orthodontist*: Vol. 75, No. 1, pp. 75–85
17. G.. Bellanger , JJ Rameau. Corrosion of nickel chromium deposit on AISI 316L stainless steel in radioactive water with and without fluoride at pH4. *Journal of Nuclear materials*. 1995;226:104-119.
18. Chia-Tze Kao. Shinn-Jyh Ding. Chich-Kang Wang. Hong He. Ming-Yung Chou. Tsui-Hsien Huang. Comparison of frictional resistance after immersion of metal brackets and orthodontic wires in a fluoride-containing prophylactic agent. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:568.e1-568.e
19. Hain M, Dhopatkar A, Rock P. The effect of ligation method on friction in sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:416-22.
20. Ireland AJ, Sherriff M, McDonald F. Effect of bracket and wire composition on frictional force. *Eur J Orthod* 1991;13:322-8.
21. Sandra P. Henao, BS;^a Robert P. Kusy, BS, Frictional Evaluations of Dental Typodont Models Using Four Self-ligating Designs and a Conventional Design *Angle Orthodontist*: Vol. 75, No. 1, pp. 75–85.
22. R. Kapur, P.K. Sinha and R.S. Nanda, Frictional resistance of the Damon SL bracket, *J*

- Clin Orthod* **32** (1998), pp. 485–489.
23. G.A. Thorstenson and R.P. Kusy, Resistance to sliding of self-ligating brackets versus conventional stainless steel twin brackets with second-order angulation in the dry and wet (saliva) states, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **120** (2001), pp. 361–370.
24. P.D. Wilkinson, P.S. Dysart, J.A. Hood and G.P. Herbison, Load-deflection characteristics of superelastic nickel-titanium orthodontic wires, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **121** (2002), pp. 483–495.
25. G.A. Thorstenson and R.P. Kusy, Comparison of resistance to sliding between different self-ligating brackets with second-order angulation in the dry and saliva states, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **121** (2002), pp. 472–482.
26. G.A. Thorstenson and R.P. Kusy, Effect of archwire size and material on the resistance to sliding of self-ligating brackets with second-order angulation in the dry state, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **122** (2002), pp. 295–305.
27. M. Hain, A. Dhopatkar and P. Rock, The effect of ligation method on friction in sliding mechanics, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **123** (2003), pp. 416–422.
28. M. Redlich, Y. Mayer, D. Harari and I. Lewinstein, In vitro study of frictional forces during sliding mechanics of "reduced-friction" brackets, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* **124** (2003), pp. 69–73.
29. Henao SP, Kusy RP. Frictional evaluations of dental typodont models using four

self-ligating designs and a conventional design. Angle Orthod. 2005 Jan;75(1):75-85研

研究成果自評

1. 本研究計畫陰地三年計畫未予補助，因此只進行第一年與第二年之計畫內容。

於體外之試驗結果，發現基本上對於自鎖式矯正支架經腐蝕候，會影響其矯正移動之摩差力，犬齒之模擬移動研究顯示，各類矯正支架差異性不明顯。研究計畫與執行相符達80%。

2. 本研究計畫針對臨床上常用之自鎖式矯正支架進行科學性之評估，由研究結果

得到之成果，發現臨床上不同廠牌之自鎖式矯正支架，其物理性質之表現並無太大差異，對於模擬牙齒之移動速率尚無差異。此似乎反駁廠商之對自鎖式矯正支架介紹；對於臨床或研究上，本研究提供研究成果作為學術上之參考，應用上，設計自鎖式矯正支架時也許仍可再進行表面之改質。

圖表

Figure 1. The control group's friction force measurement on different type self ligating brackets and various types of wire tested by EZ universal test machine.

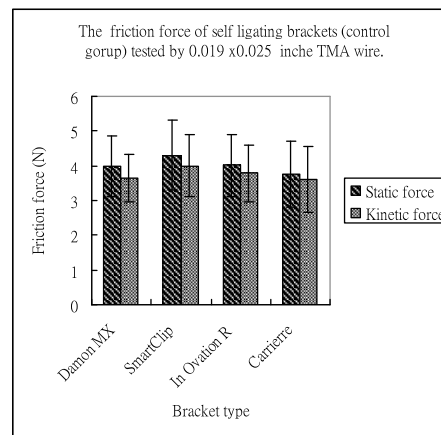
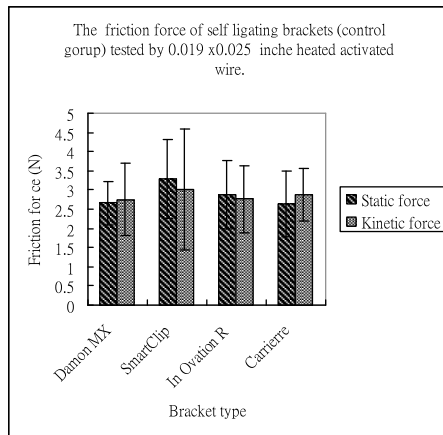
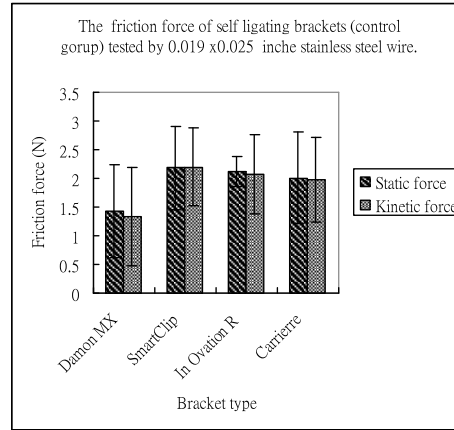
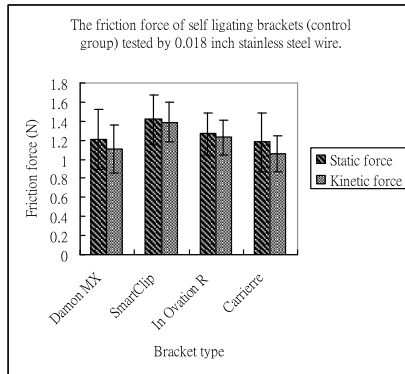


Figure 2. The electrochemical corrosion group's friction force measurement on different type self ligating brackets and various types of wire tested by EZ universal test machine.

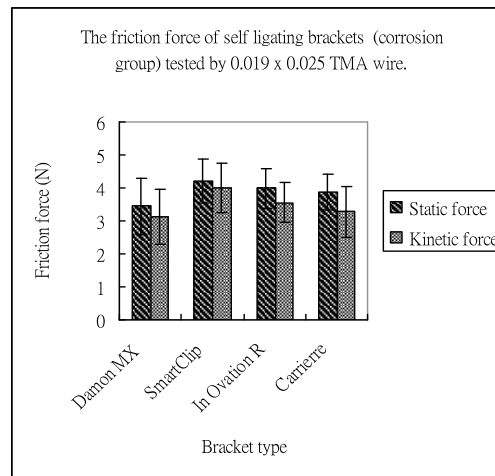
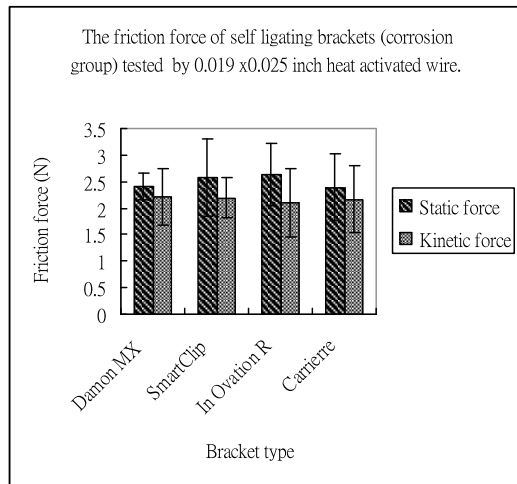
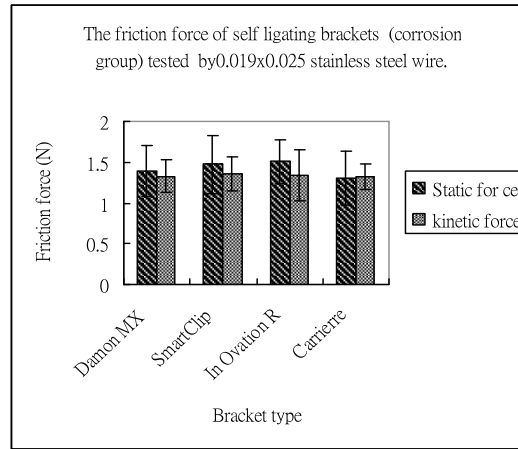
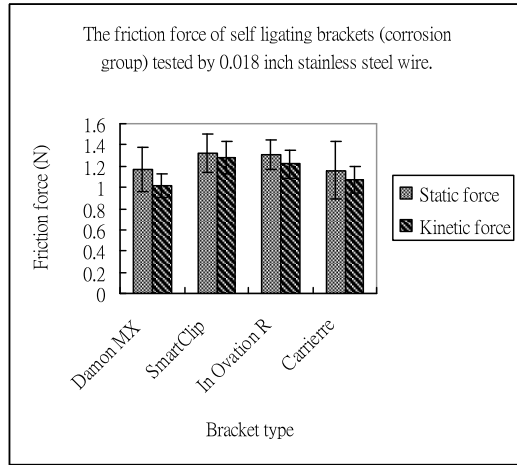
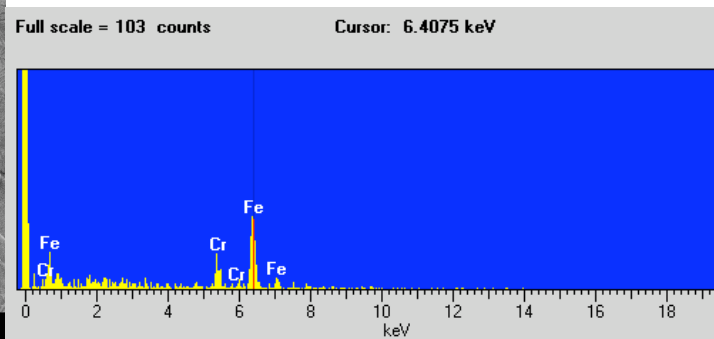
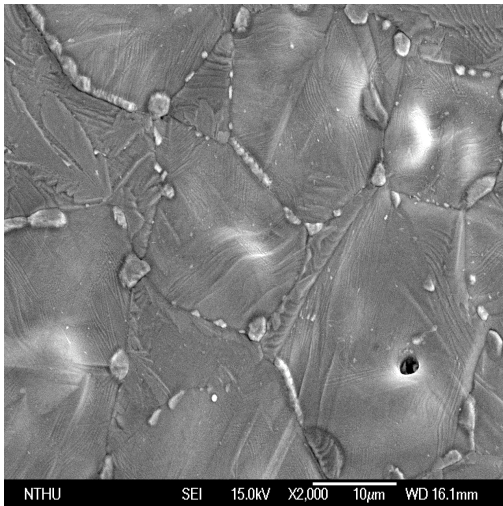
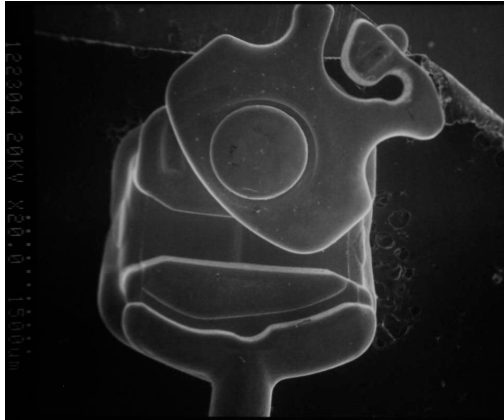
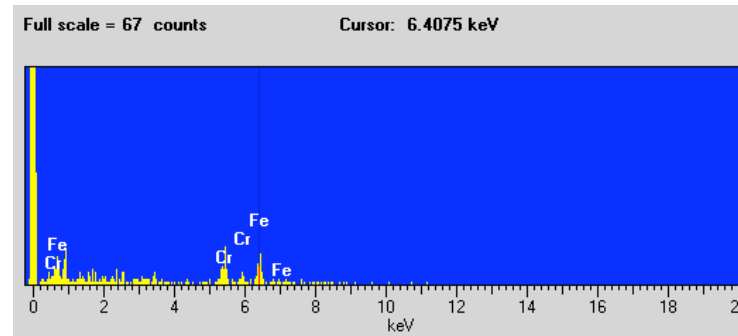
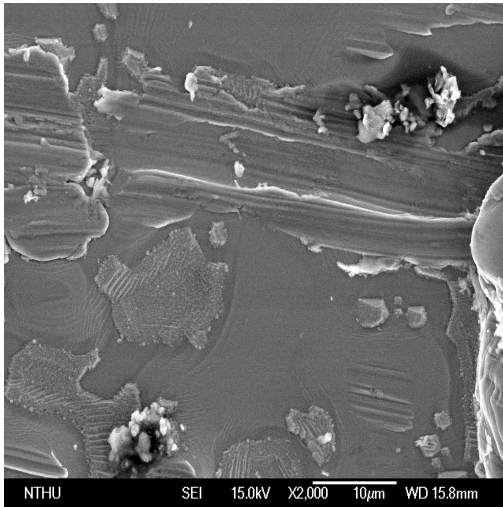
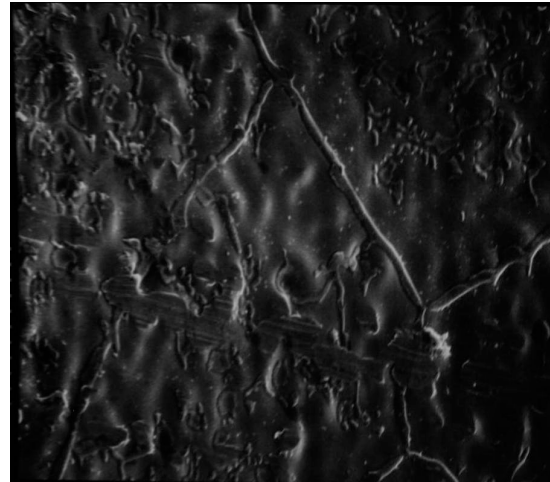
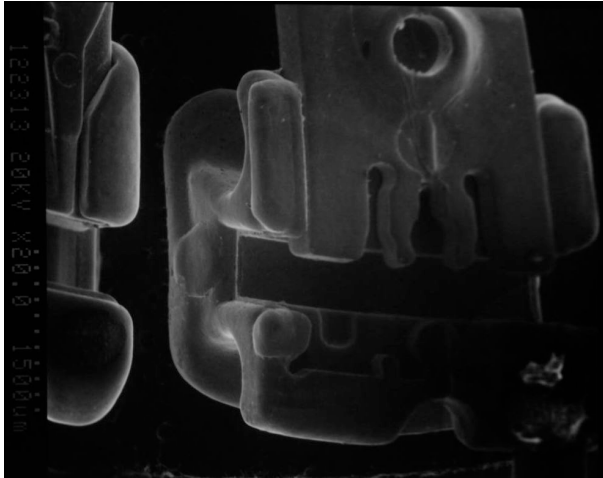


Figure 3. Different SLB brackets scan electromicroscopy observation and EDX expression.

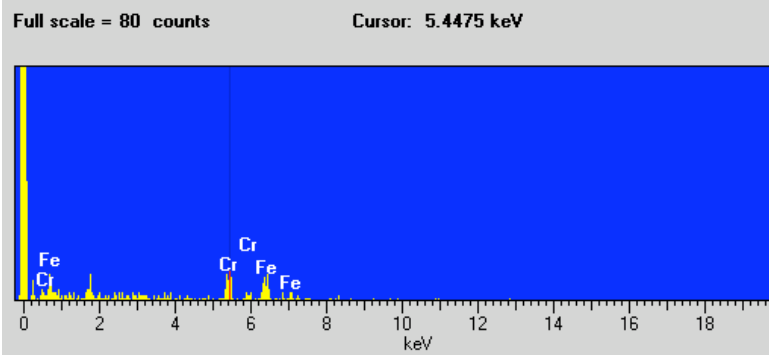
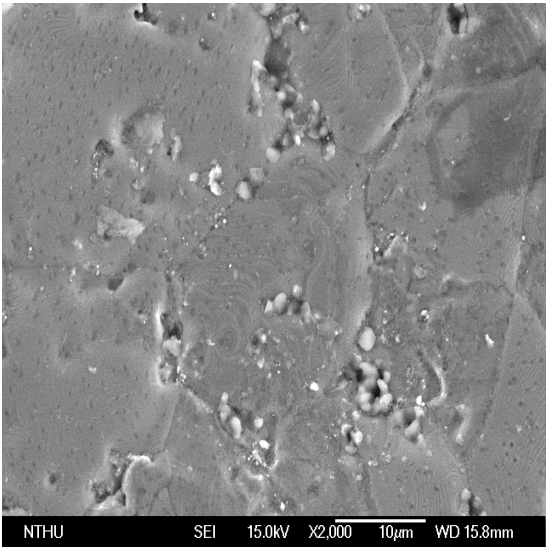
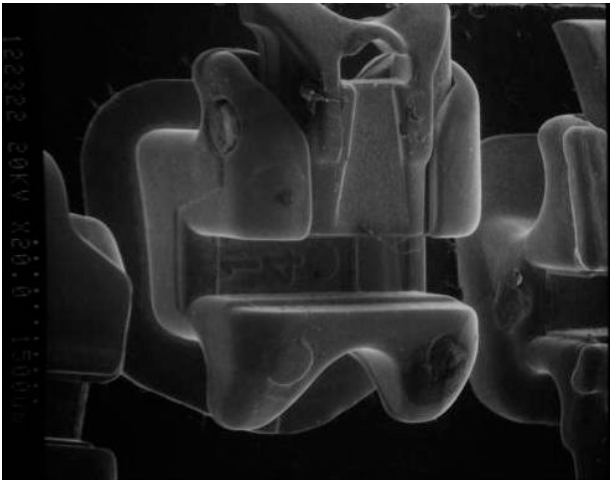
Axis SEM observation



Carrier observation



Damon SEM observation



IN ovation R SEM observation

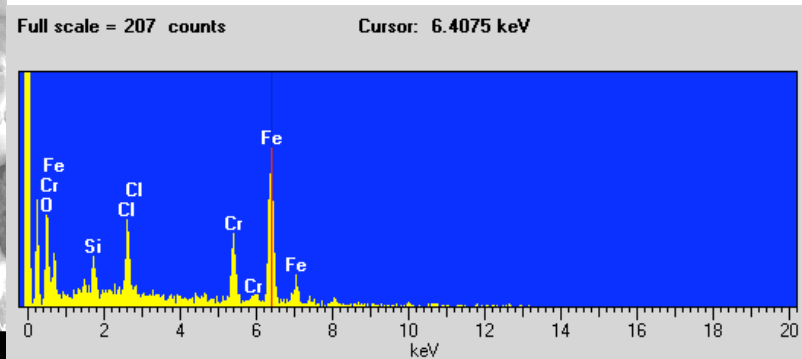
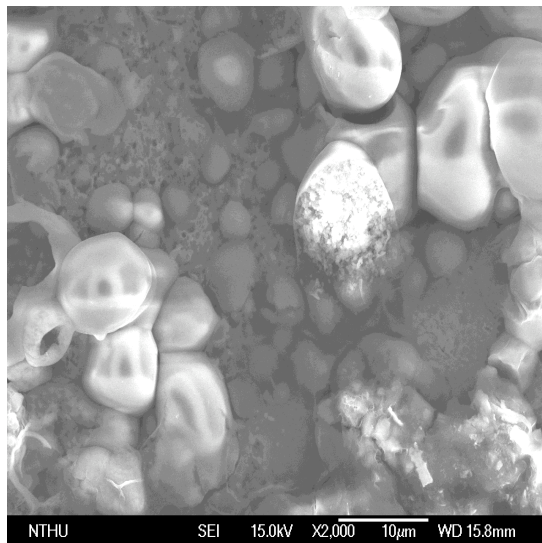
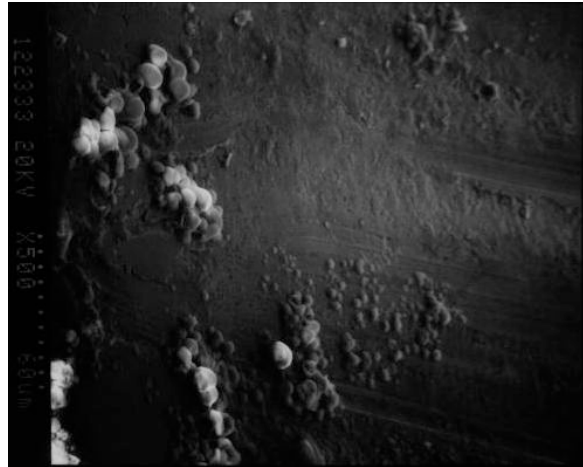
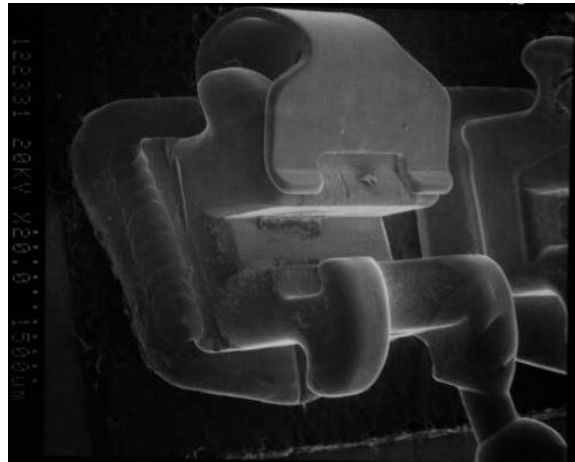


Figure 4 SLB corrosion potential in different solutions.

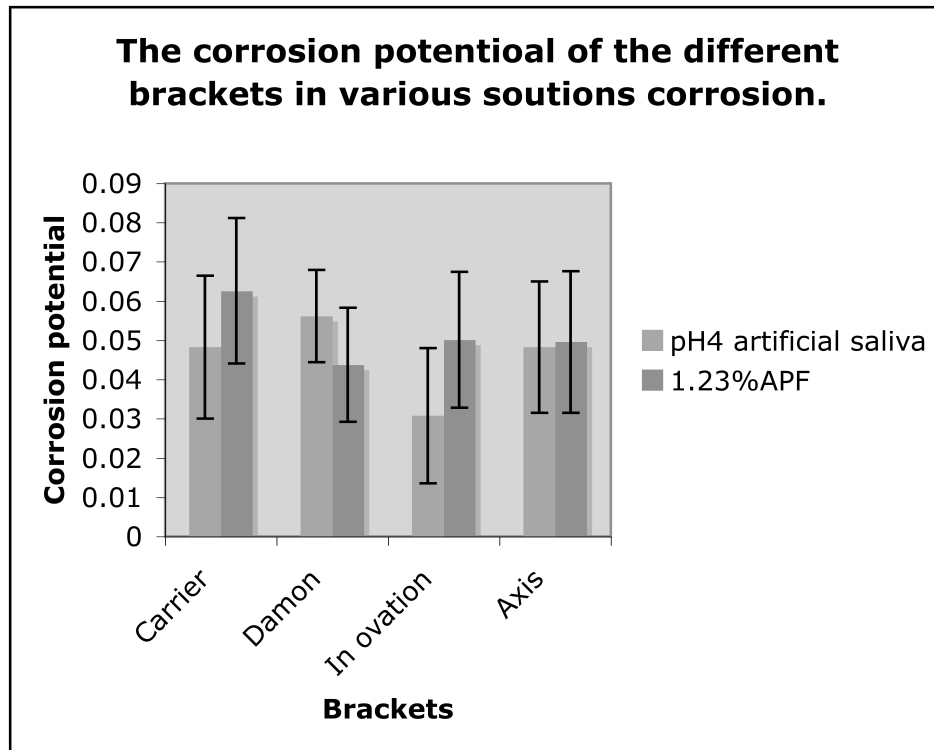


Figure 5. Canine movement in different self ligation bracket system on tyodont.

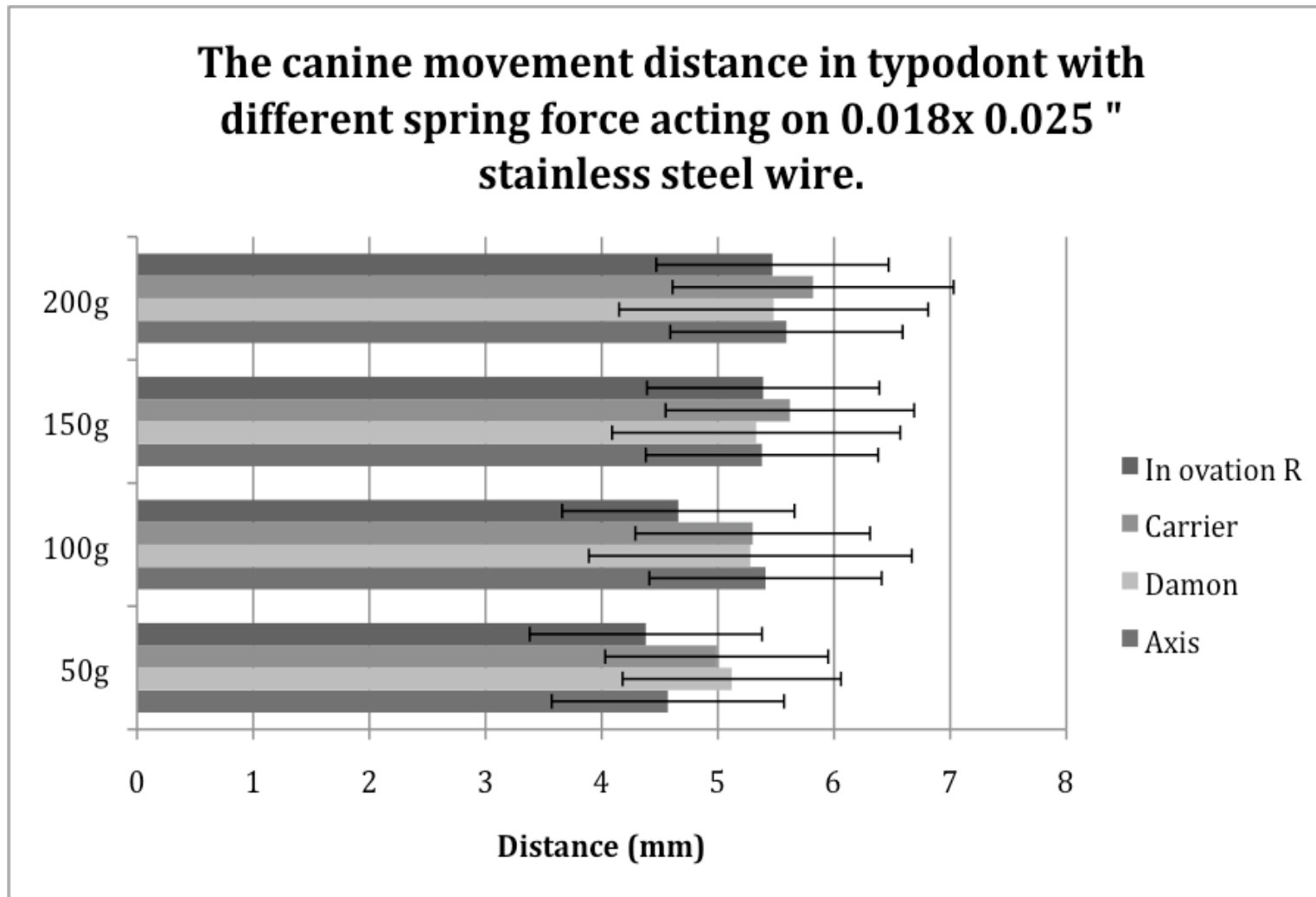
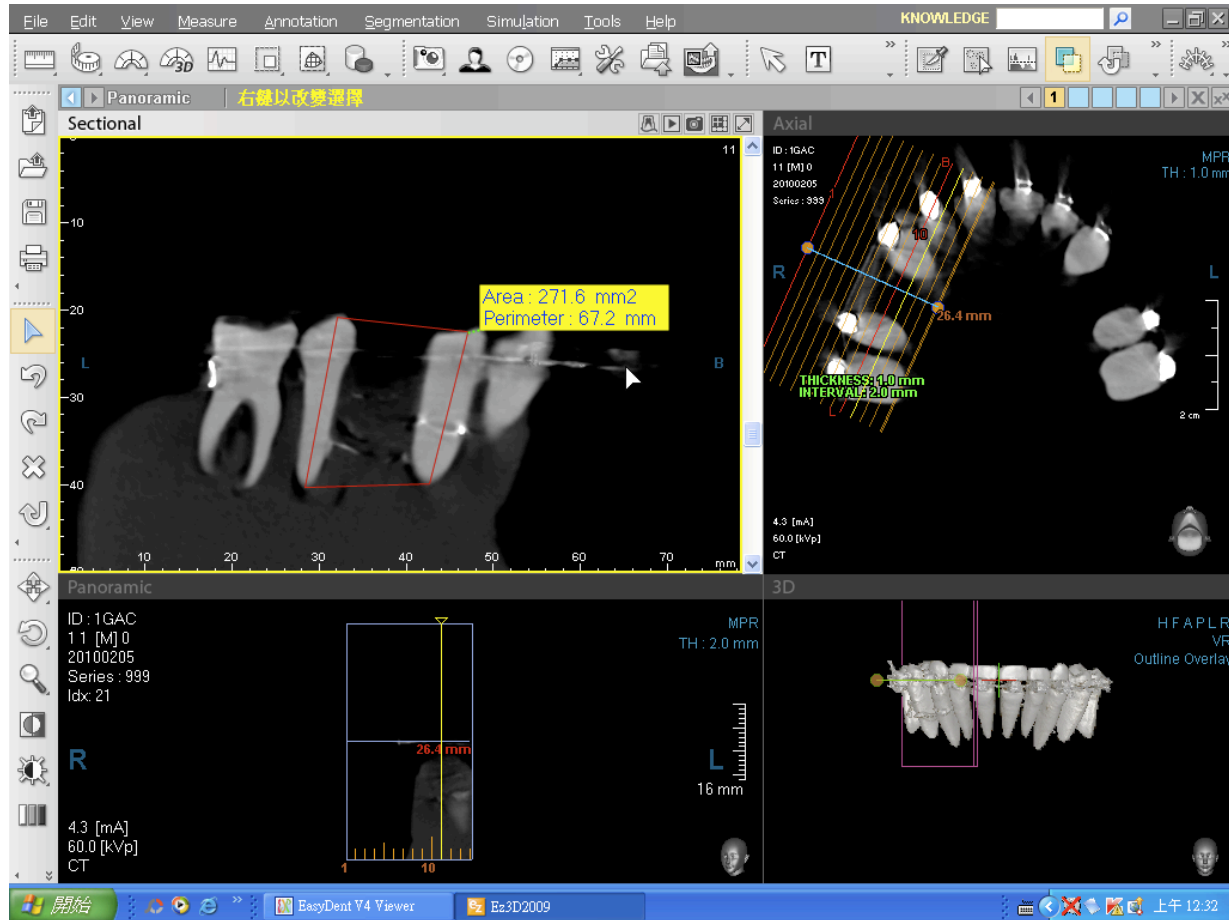


Figure 6. The computer tomography scan on the tyodont.

開始移動前之 C T



移動後之CT圖

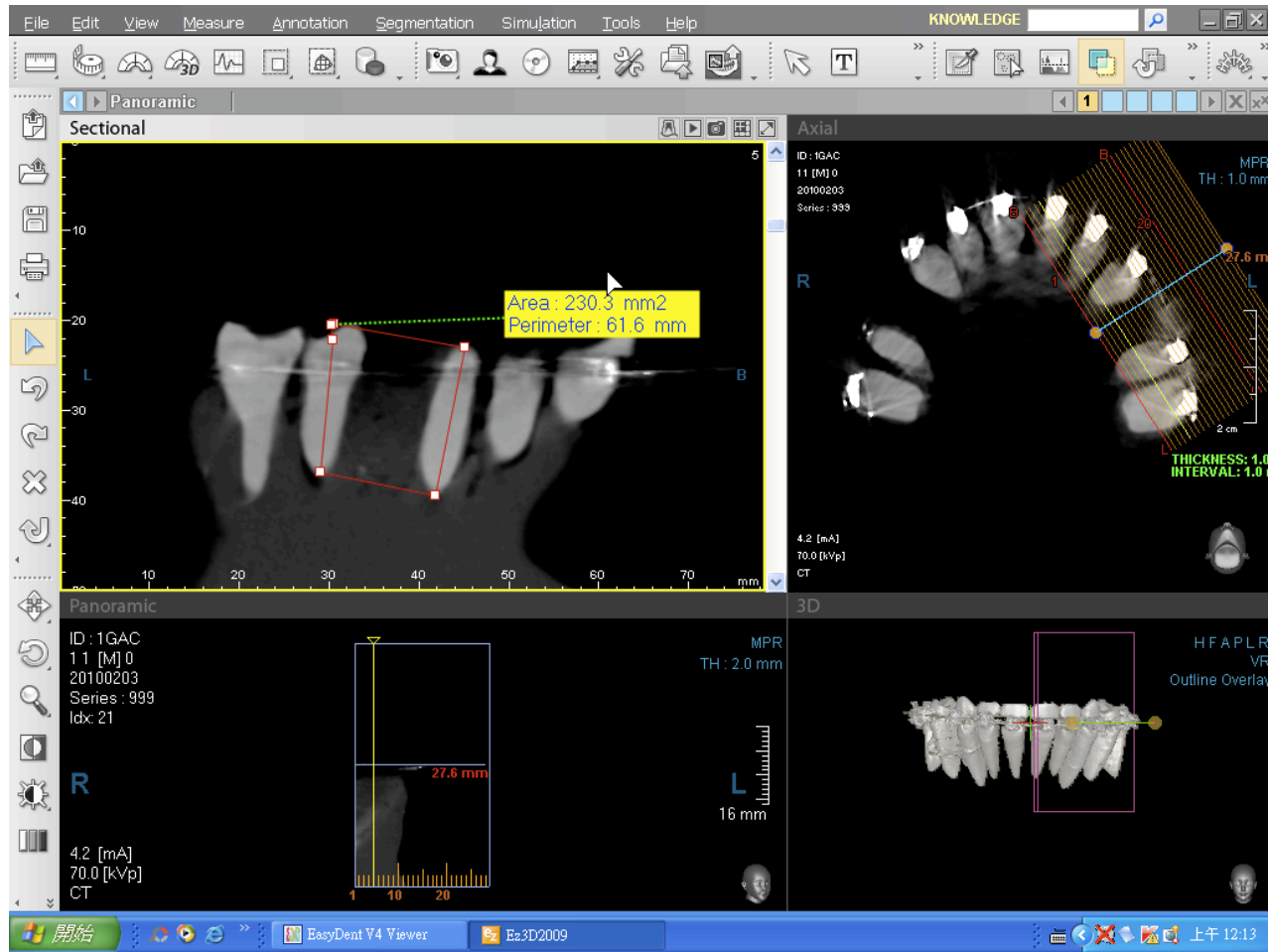


Table 1. Different type of wire applied in the various SLB brackets' friction force.

Table (1).

	0.018 in SSW Corroded group n=30			
Static	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	1.17	1.32	1.31	1.16
SD	0.21	0.18	0.14	0.27
Kinetic	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	1.02	1.28	1.22	1.07
SD	0.11	0.16	0.13	0.12

Table (2).

Corroded group n=30				
0.019 x 0.025 SSW				
Static	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	1.39	1.47	1.51	1.31
SD	0.31	0.35	0.27	0.33
Kinetic	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	1.33	1.36	1.34	1.32
SD	0.2	0.21	0.32	0.15

Table (3)

Corroded group n=30				
0.019 x 0.025 HAW				
Static	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	2.42	2.58	2.63	2.39
SD	0.25	0.72	0.58	0.62
Kinetic	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	2.21	2.19	2.11	2.16
SD	0.53	0.38	0.64	0.63

Table (4)

Corroded group n=30				
0.017 x 0.025-inch TMA				
Static	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	3.44	4.2	3.98	3.86
SD	0.84	0.67	0.62	0.54
Kinetic	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	3.12	3.99	3.56	3.28
SD	0.82	0.74	0.59	0.78

Table (5)

Non coroded group				
0.018 in SSW				
Static	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	1.21	1.42	1.27	1.18
SD	0.31	0.26	0.22	0.31
Kinetic				
Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre	
Mean	1.11	1.39	1.23	1.06
SD	0.25	0.21	0.18	0.19

Table (6)

Non coroded group				
0.019 x 0.025 SSW				
Static	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	1.43	2.18	2.11	2.01
SD	0.81	0.73	0.26	0.79
Kinetic				
Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre	
Mean	1.33	2.2	2.07	1.98
SD	0.85	0.67	0.69	0.74

Table (7)

Non cororded group				
0.019 x 0.025 HA W				
Static	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	2.66	3.29	2.89	2.64
SD	0.56	1.02	0.89	0.85
Kinetic	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	2.75	3.01	2.77	2.87
SD	0.94	1.58	0.87	0.68

Table (8)

Non cororded group				
0.017 x 0.025-inch TMA				
Static	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	3.98	4.31	4.01	3.76
SD	0.87	0.99	0.89	0.95
Kinetic	Damon MX	SmartClip	In Ovation R	Carrierre
Mean	3.65	4	3.79	3.62
SD	0.67	0.89	0.82	0.95

無研發成果推廣資料

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

本研究計畫陰地三年計畫未予補助，因此只進行第一年與第二年之計畫內容。於體外之試驗結果，研究計畫與執行相符達 80%。

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究計畫針對臨床上常用之自鎖式矯正支架進行科學性之評估，由研究結果得到之成果，發現臨床上不同廠牌之自鎖式矯正支架，其物理性質之表現並無太大差異，對於模擬牙齒之移動速率尚無差異。此似乎反駁廠商之對自鎖式矯正支架介紹；對於臨床或研究上，本研究提供研究成果作為學術上之參考，應用上，設計自鎖式矯正支架時也許仍可再進行表面之改質。

