

中國醫藥大學醫學研究所
臨床牙醫學組
碩士學位論文

包覆鐵氟龍薄膜矯正器之
抗沾黏效果評估

Evaluation in anti-adhesion effect of
Teflon-coated brackets

指導教授：余建宏博士

研究生：游琬真

中華民國九十七年六月

中文摘要

現代人對於牙齒的功能及美觀愈來愈重視，牙齒的矯正治療也日趨普遍，由於治療時必須在牙齒表面黏著矯正裝置，造成口腔衛生不易維持，在矯正器及周圍常沾黏食物殘渣及牙菌斑，然而由於矯正治療時間往往需要數個月至數年的時間，長期下來罹患齲齒、牙齦炎的機會大大增加，是以研發具抗沾黏效果的鐵氟龍製成之矯正器的構想因應而生。鐵氟龍是一種樹脂，化學名稱為聚四氟乙烯，具有耐熱、耐低溫、耐蝕性、異優的非粘著性及低磨擦係數等特性。本研究之目的為評估鐵氟龍矯正器之抗沾黏效果，比較與一般矯正器沾附食物及牙菌斑的差異。

本研究選用日本 TOMY[®]公司生產之無 hook 犬齒金屬矯正器，並製造一壓合模具以抽真空方式將鐵氟龍薄膜壓貼在矯正器上，得到鐵氟龍包覆之矯正器，作為實驗組(T)。實驗分為兩部分：

- I. 口外實驗：將一般矯正器(控制組 N)與鐵氟龍矯正器(實驗組 T)各 40 個以微量電子天平秤重的方式得知實驗前的矯正器重量，然後模擬口內進食狀態浸泡在食物中 10 分鐘，食物分為攪拌中的芝麻糊溶液(S)與煉乳(M)兩組，每組再分浸泡完後馬上漱口(R)與在空氣中靜置 10 分鐘後再漱口(r)，以攪動的清水模擬漱口情形，共分

8 組每組各 10 個矯正器。經過模擬後的矯正器以烤箱加熱蒸發水份，再次秤重，得到的重量扣除矯正器重量，便可得到所沾黏的食物重量。統計方法以雙樣本 t 檢定(two-sample t-test)比較各組重量變化之差異。

II. 口內實驗：選擇 9 位矯正患者在牙齒表面黏上一般矯正器與鐵氟龍矯正器，以一般矯正方式綁上矯正線及結紮線，經過一個月後，將矯正器上附著之牙菌斑用牙菌斑顯示劑(disclosing agent)染色，然後以數位單眼相機拍攝口內矯正器照片搭配 PIA 影像分析軟體計算矯正器表面附著之牙菌斑所佔面積百分比。以 Mann-Whitney U Test 比較各組面積變化之差異。

實驗結果顯示：

1. 包覆鐵氟龍薄膜的矯正器明顯比一般金屬矯正器具有抗沾黏的特性，且有統計上的差異。
2. 當食物黏性增加時，矯正器上所附著食物的量也會增加，雖然如此，包覆鐵氟龍薄膜的矯正器沾附食物的量還是遠小於一般金屬矯正器，可見鐵氟龍確實提供抗沾黏的效果。
3. 無論有無鐵氟龍表面處理，馬上漱口與靜置 10 分鐘後再漱口的沾黏重量增加百分比在統計上是有差異的，由此可知，飲食完後

馬上漱口可以大幅減少食物的附著。

4. 包覆鐵氟龍薄膜矯正器的牙菌斑附著面積百分比比較小，且凹槽(slot)部位明顯比較乾淨，這個結果對於改善口腔衛生與降低摩擦力預期會有很大的幫助。

關鍵字：矯正器、鐵氟龍、抗沾黏



Abstract

During orthodontic active treatment, orthodontists always find food debris and plaque accumulating around the brackets. Because of the long-term orthodontic treatment process, adverse effects such as caries and gingivitis are often noticed if patients do not keep their oral hygiene well. To ensure the quality of orthodontic treatment and to decrease the adverse effects from cleaning difficulty, the thoughts of inventing a Teflon-coated bracket that offers self-cleaning property to maintain an ideal oral hygiene came to our mind. Teflon is a kind of resin. It has unique properties such as heat-resistant, low temperature-resistant, erosion-resistant, low friction coefficient and non-stick property. The purpose of this study is to evaluate the self-cleaning effect of Teflon-coated bracket and compare the difference of attached debris and plaque between normal brackets and Teflon-coated bracket.

The study used TOMY[®] Preadjusted metal non-hook canine brackets (Micro-arch, Roth type , 0.018 slot). The experiment and procedure were divided into two parts:

- I. Extra-oral experiment: 40 Normal bracket and 40 Teflon-coated brackets were soaked into a sesame paste and concentrated milk, and divided into two groups: rinse in water for 10 seconds right after soaking and rinse after waiting 10 minutes. Then all the brackets were dried in the 100°C oven for 1 minute. After all the procedures, the attachment debris was analyzed by Analytical Balance (SHIMADZU AUW120D).

II. Intra-oral experiment: There were 9 orthodontic patients for the study. 9 normal brackets and 9 Teflon-coated brackets were bonded on canines. One month later, all the brackets were applied with a disclosing agent and had their photos taken by digital camera. The images were analyzed by computer analysis program (PIA) to observe the quantity of attached plaque.

The results of the study:

1. All the Teflon-coated brackets had less attachment of debris than normal brackets.
2. Brackets that were soaked in concentrated milk had more attached debris than which soaked in the sesame paste.
3. Brackets that were rinsed in water for 10 seconds right after soaking had less attached debris than those rinse after waiting 10 minutes.
4. The quantity of the attached plaque of Teflon-coated brackets was less than normal brackets, especially in the slot area.

The Teflon-coated bracket has an excellent self-cleaning effect. It is supposed to not only help patients maintain better oral hygiene for decreasing adverse effects such as caries and gingivitis, but also offer a comfortable, effective and frictionless orthodontic tooth treatment. There will be important advancement in orthodontic clinical application.

Key words: orthodontic bracket, Teflon, anti-adhesion

誌謝

很幸運在我實習生涯的第一個月就遇到了一位好老師，在此我要感謝我的啟蒙老師及指導老師-余建宏博士，我永遠記得剛開始進入矯正科時，老師坐在第一助手的位置，詳細且毫無保留的指導我如何進行患者的治療，深深影響我往後看診的態度。在這兩年中，從學術研究到臨床實務操作都有了長足的成長，深感獲益良多，僅在此致上最誠摯的敬意與謝意。

再來要感謝牙醫系黃恆立老師、許瑞廷老師及明道管理學院的張銀祐老師，不時給我一些建議，讓我在研究上有許多良好的啟發和構想，以及財團法人精密機械研究發展中心的田光泰先生，柳兆麒先生，林耀堂先生幫忙設計包膜機械，提供鐵氟龍材料的宇明泰化工周欽俊先生，還有中國矯正科所有的人員，耐心指導我的明克學長及一直很照顧我的麗君學姊，一同為研究奮鬥的同學：梨文、志杰、怡妏，以及可愛的學弟妹：枕緯、長陽、冠綾、馨文、佳陞、亭延、Paul、芳如及淑芬，謝謝你們這一段時間的照顧及幫忙，沒有你們這篇論文是無法完成。

最後我要感謝一直以來都支持我的父母、公婆、先生、哥哥嫂嫂、兩位姊姊及弟弟，你們的支持是我繼續努力下去的動力。

目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	IV
誌謝.....	VI
目錄.....	VII
表目錄.....	XI
圖目錄.....	XII
第一章 前言.....	1
1-1 研究背景.....	1
1-2 齒顎矯正器的結構及種類.....	5
1-3 鐵氟龍的性質及用途簡介.....	9
1-4 齲齒、牙齦炎與牙菌斑.....	14
1-4-1 齲齒(caries).....	14
1-4-2 牙齦炎(gingivitis).....	16
1-4-3 牙菌斑與顯示劑.....	17
1-5 文獻回顧.....	19
1-5-1 矯正器、蛀牙率與牙齦炎的關係.....	19
1-5-2 矯正期間氟化物的助益.....	20

1-5-3 不同材質矯正器之自潔效果.....	21
1-5-4 矯正器表面抗沾黏之處理方法.....	22
1-5-5 鐵氟龍材料應用於生物醫學領域之特性的研究	23
1-5-6 評估沾黏量的測量方法.....	25
1-6 研究動機及目的	27
第二章 研究材料與方法	29
2-1 實驗流程圖	30
2-2 試片準備與處理.....	32
2-2-1 試片材料.....	32
2-2-2 試片製作的原理與壓合模具介紹.....	33
2-2-3 試片製作的流程.....	38
2-3 實驗儀器和材料.....	39
2-3-1 實驗儀器與設備.....	39
2-3-2 口外實驗材料.....	43
2-3-3 口內實驗材料.....	45
2-4 實驗設計與實驗步驟.....	47
2-4-1 實驗設計與分組.....	47
2-4-2 口外實驗步驟.....	49
2-4-3 口內實驗步驟.....	53

2-5 計算牙菌斑附着面積百分比的方法.....	55
2-6 資料的分析和統計.....	60
第三章 研究結果.....	61
3-1 附着物重量增加百分比.....	61
3-2 牙菌斑附着面積百分比.....	66
3-3 口外實驗統計分析結果.....	68
3-4 口內實驗統計分析結果.....	76
第四章 研究討論.....	77
4-1 附着量之測量方法探討與文獻比較.....	77
4-1-1 附着重量之量測.....	77
4-1-2 附着面積之量測.....	79
4-2 實驗設計之討論.....	80
4-2-1 浸泡食物之性質探討.....	80
4-2-2 模擬漱口之探討.....	81
4-3 實驗結果討論.....	82
4-4 鐵氟龍矯正器製作時之限制.....	83
4-4-1 矯正器之型態限制.....	83
4-4-2 壓合模具改良包覆效果探討.....	84
4-4-3 加熱溫度及方向限制之探討.....	85

第五章 結論與展望	86
參考文獻.....	88
作者簡歷.....	93



表目錄

表 2-1 實驗組別代號示意表	48
表 3-1 一般矯正器與鐵氟龍矯正器浸泡芝麻糊後馬上漱口的比較..	61
表 3-2 一般矯正器與鐵氟龍矯正器浸泡芝麻糊後，在空氣中靜置 10 分鐘後再漱口的比較	62
表 3-3 一般矯正器與鐵氟龍矯正器浸泡煉乳後馬上漱口的比較.....	63
表 3-4 一般矯正器與鐵氟龍矯正器浸泡煉乳後，在空氣中靜置 10 分鐘後再漱口的比較	64
表 3-5 鐵氟龍矯正器(T)與一般矯正器(N)的牙菌斑附着面積百分比.....	66
表 3-6 實驗因子代號表	68
表 3-7 有無鐵氟龍表面處理之矯正器其抗沾黏之比較.....	72
表 3-8 有無馬上漱口在抗沾黏效果之比較.....	72
表 3-9 不同食物在抗沾黏效果之比較.....	72
表 3-10 迴歸分析表	75
表 3-11 Mann-Whitney U Test.....	76
表 4-1 抗沾黏結果比較.....	82

圖目錄

圖 1-1 矯正器及周圍食物殘渣及牙菌斑堆積的情形.....	3
圖 1-2 矯正器周圍牙齒表面脫鈣的情形.....	4
圖 1-3 由於矯正器周圍牙菌斑及食物堆積造成牙齦發炎腫脹的情形	4
圖 1-4 矯正器的正面及側面觀及尺寸.....	5
圖 1-5 矯正器各部位說明	6
圖 1-6 金屬矯正器(左)前牙(右)後牙	8
圖 1-7 塑膠矯正器	8
圖 1-8 陶瓷矯正器	8
圖 1-9 PTFE 分子結構.....	10
圖 1-10 PTFE 結晶構造.....	11
圖 1-11 PTFE 在 SEM 下之表面型態非常光滑	11
圖 1-12 PTFE 之接觸角.....	12
圖 1-13 齲齒的成因	15
圖 1-14 (右)牙菌斑顯示劑及(左)結構式	18
圖 1-15 量測器械使用前後重量差異得知附著物重量.....	25
圖 1-16 使用顯微鏡觀察附著物質覆蓋住物體的情形.....	26
圖 1-17 使用顯微鏡加上影像處理法強化對比.....	26

圖 2-1 口外實驗流程圖	30
圖 2-2 口內實驗的流程圖	31
圖 2-3 無 hook 的犬齒的金屬矯正器	32
圖 2-4 有 hook 的犬齒的金屬矯正器	32
圖 2-5 鐵氟龍薄膜壓合模具前後面觀.....	34
圖 2-6 鐵氟龍薄膜壓合模具壓合前後狀態.....	34
圖 2-7 矯正器置於真空吸座上	35
圖 2-8 上模座內有符合 slot 形狀的楔行塊.....	35
圖 2-9 壓合模具壓合狀態	36
圖 2-10 側向壓合模塊	36
圖 2-11 側方滑塊壓合前(左)後(右)狀態	37
圖 2-12 熱風槍(左) 熱風槍加熱鐵氟龍薄膜(右).....	37
圖 2-13 包覆好鐵氟龍薄膜的矯正器.....	37
圖 2-14 壓合模具動作流程圖	38
圖 2-15 微量電子分析天平 SHIMADZU AUW120D	39
圖 2-16 超音波洗淨機(左) 內槽(右).....	40
圖 2-17 磁石攪拌機	41
圖 2-18 數位溫度計	41
圖 2-19 烤箱	42

圖 2-20 芝麻糊	43
圖 2-21 煉乳	43
圖 2-22 鋁箔紙	44
圖 2-23 濾網	44
圖 2-24 Super-Bond C&B (Sun Medical Company, Kyoto, Japan)	46
圖 2-25 矯正線 LH wire	46
圖 2-26 鋁箔紙的重量 P	50
圖 2-27 鋁箔紙加上待測矯正器重量 $P+W_0$	50
圖 2-28 矯正器置於芝麻糊中浸泡 10 分鐘	51
圖 2-29 矯正器置於煉乳中浸泡 10 分鐘	51
圖 2-30 矯正器置於攪動的清水中模擬漱口 10 秒	51
圖 2-31 矯正器連同鋁箔紙置於 100°C 烤箱中烘乾一分鐘	52
圖 2-32 受試者黏上矯正器及綁上矯正線的第一天	54
圖 2-33 一個月後回診塗上牙菌斑顯示劑的情形	54
圖 2-34 裁切掉不要的部位	56
圖 2-35 描繪外型	56
圖 2-36 設為型板	56
圖 2-37 去除背景	57
圖 2-38 計算矯正器的面積	57

圖 2-39 面積以綠色文字顯示	57
圖 2-40 消除型板	58
圖 2-41 設定自動型板	58
圖 2-42 選取型板顏色	58
圖 2-43 選取處成為型板	59
圖 2-44 計算型板面積	59
圖 2-45 得到型板面積	59
圖 3-1 一般矯正器與鐵氟龍矯正器食物沾黏重量增加百分比之 長條圖比較.....	65
圖 3-2 一般矯正器與鐵氟龍矯正器牙菌斑附著面積百分比之長 條圖比較	67
圖 3-3 矯正器上以牙菌斑顯示劑染色後之牙菌斑分部情形 (左：一般矯正器，右：鐵氟龍矯正器).....	67
圖 3-4 以 SAS 9.1.3 統計分析軟體作分析	69
圖 3-5 八組實驗數據平均值之長條圖.....	70
圖 4-1 矯正器型態造成鐵氟龍薄膜服貼困難處	83
圖 4-2 手工包膜之矯正器(左)壓合模具包膜之矯正器(右).....	84
圖 4-3 楔行塊尺寸配合矯正器凹槽	84

第一章 前言

1-1 研究背景

隨著生活水準及經濟能力的提升，除了牙齒基本的保健之外，現代人也漸漸重視牙齒及笑容是否美觀，越來越多人希望藉由矯正治療來改善牙齒排列不整的問題以及增進咬合與咀嚼功能，齒顎矯正的理論和技術不斷地革新和進步，而推動這不斷演進的動力就是人們自古以來一直不變追求美麗的天性，所以齒顎矯正也可說是醫療科學的藝術。大部分的人尋求齒顎矯正治療多是因為覺得牙齒不整齊而來，因此讓牙齒排列變整齊也成了大部分齒顎矯正治療的目的，然而齒顎矯正除了治療牙齒排列不整外，還可以改善臉型，發音，食物咀嚼能力等。由此可知，齒顎矯正治療為齒列，臉型，顏面骨骼及軟組織的整合性治療。

矯正治療主要乃是藉由牙齒的移動與重新排列改善上述問題，而要讓牙齒依照矯正醫師所計劃的方式移動，必須先在牙齒表面黏上矯正器，然後將矯正線固定在矯正器上，此外還必須給予一適當的力量來帶動牙齒沿著或隨著矯正線移動，而矯正器可說是力量與牙齒之間很重要的傳遞媒介。矯正造成牙齒能夠在齒槽骨內移動的原因，主要

是當施加在牙冠的力量傳導到牙根時，會讓齒槽骨受壓力處產生破骨細胞 (osteoclast)造成骨頭吸收，反之，在張力處會產生成骨細胞 (osteoblast)造成骨質沈積，牙齒一側的骨頭吸收而另一側的骨頭沉積，就會讓牙齒產生移動的現象，此為牙齒之所以可以因矯正而在齒槽骨中移動的基本原理¹。

矯正器的發展在設計上種類越來越多，早期必須將金屬矯正器先熔接(welding)在金屬環上，再套於每一顆牙齒上。而自從發明了矯正器直接黏著系統 (Direct Bonding System, DBS) 之後，進化為只需要將金屬矯正器以黏著劑直接黏著在牙齒琺瑯質表面即可，大大地縮短臨床操作時間及減低病人的痛苦，也減少了因為金屬套環及牙齒交界的縫隙產生蛀牙及牙周病的問題²。之後又陸續發展出較為美觀的透明樹脂矯正器或陶瓷矯正器，以及主要訴求是降低摩擦力及不需使用結紮線的自鎖式(self-ligating)矯正器，然而不管是何種矯正器，由於矯正器本身型態上就有許多凹槽及凸起，只要不認真刷牙或者患者有疏忽到的地方，都很容易在矯正器周圍有食物殘渣及牙菌斑的附著 (圖 1-1)。

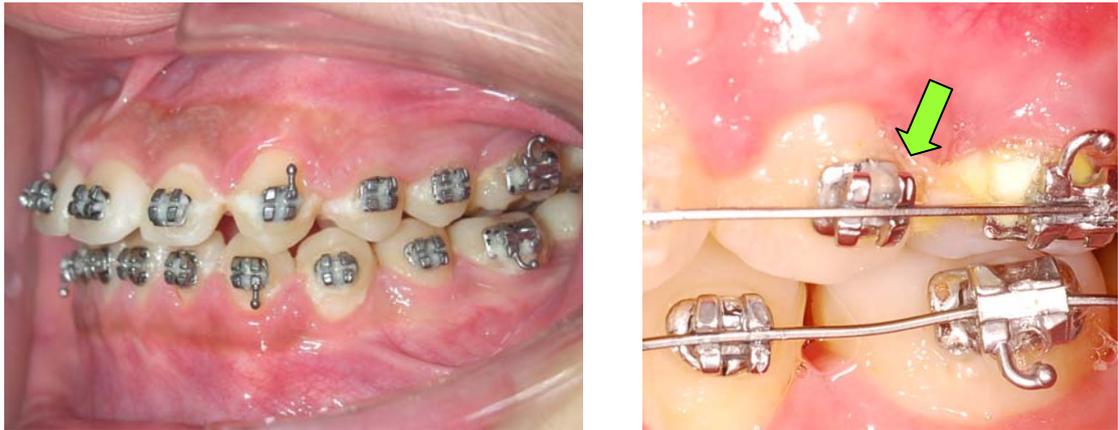


圖 1-1 矯正器及周圍食物殘渣及牙菌斑堆積的情形

矯正治療不若一般的牙科治療可能就診二到三次就可以完成，是屬於長期的治療，一般要幾個月甚至幾年的時間，這段期間矯正器是一直黏著在牙齒上的，在容易聚集食物及細菌於矯正器的情形下若不能由病患自行刷洗乾淨，根據文獻指出，矯正期間產生牙釉質表面脫鈣（圖 1-2）、齲齒及牙齦發炎（圖 1-3）等副作用的機率比沒有戴矯正器的狀況下要高出許多³。造成往往矯正後有了一口整齊的牙齒，但換來滿口的蛀牙，著實可惜，且長期累積的牙菌斑及蛋白質變性後變硬等也會使得矯正線及矯正器之間的摩擦力增加，減低矯正期間牙齒移動的效率。因此，保持矯正器的清潔相當重要，不但有益患者口腔健康，也能維持治療的品質及效率。

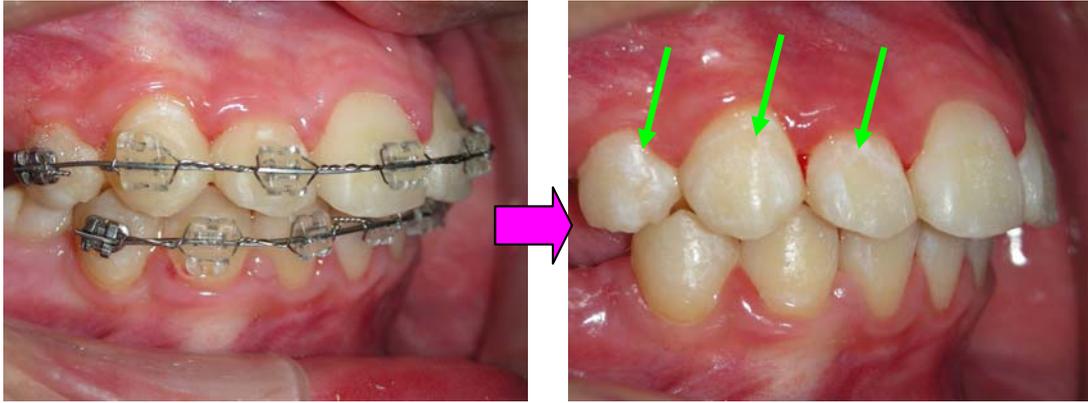


圖 1-2 矯正器周圍牙齒表面脫鈣的情形



圖 1-3 由於矯正器周圍牙菌斑及食物堆積造成牙齦發炎腫脹的情形

1-2 齒顎矯正器的結構及種類

齒顎矯正器 (orthodontic bracket) 體積相當小巧(圖 1-4)，卻在齒顎矯正治療的過程中扮演相當重要的角色，利用牙齒表面黏著上矯正器，透過矯正器將矯正力傳導於牙齒上，使牙齒因外力的施予，造成周圍齒槽骨吸收或增生等變化，進而達成使牙齒移動的目標。矯正力可藉由矯正線的形變、彈簧的拉力或推力、彈力鏈的力量、顎間橡皮筋的使用...等而產生，不論力量的來源及方向如何複雜，矯正器都必須於矯正期間牢固地附著於牙齒表面，且能抵抗咬合力不脫落，才能夠使力量獲得有效率地傳遞並移動牙齒。

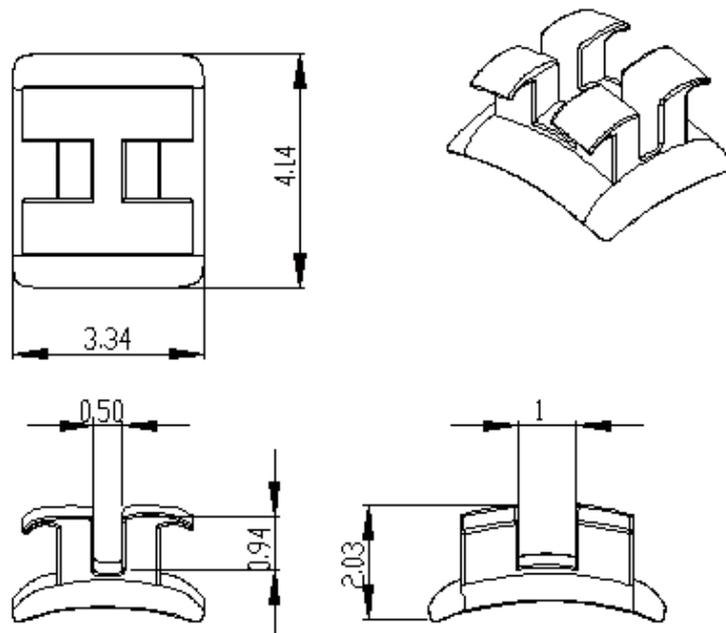


圖 1-4 矯正器的正面及側面觀及尺寸 (單位：mm)

一般的矯正器主體包含有以下幾個部份(圖 1-5)：

1. Tie Wings：具有像是鈎子的凸起，可用於鈎住矯正結紮線(ligature wire)、O-ring 以及彈力鏈 (elastic chain)。
2. Slot：矯正器主體中間凹槽部分，分為 horizontal slot 及 vertical slot，其中 horizontal slot 用於放置矯正線，作用是讓矯正線於其內滑動。
3. Bonding Base：矯正器的底面稱為 bonding base，此面為與牙齒相黏結的部位，此面因不同牙齒而有不同的曲度設計，使之與牙齒表面產生最緊密的貼合。配合底面網狀處理增加機械鍵結，增進矯正器與矯正黏著劑的黏著效果。

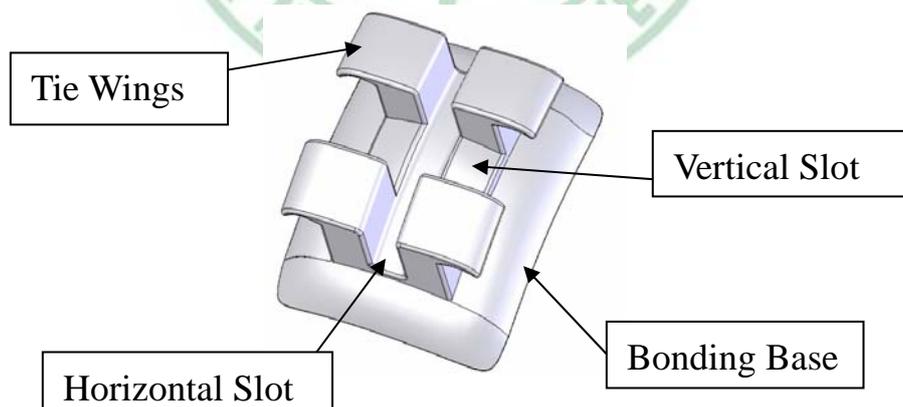


圖 1-5 矯正器各部位說明

目前，矯正器的材質主要分為三大類：金屬、塑膠、陶瓷。其中塑膠與陶瓷這兩種材質是屬於較為美觀的透明矯正器，三種矯正器的優缺點分析如下：

1. 金屬矯正器(圖 1-6)：不銹鋼金屬材質強度足夠不易被磨耗，且不會造成自然齒質的傷害，所以金屬矯正器仍為臨床上最廣泛使用的矯正器；缺點是不美觀，看起來很明顯，目前矯正器在使用上，後牙區域因為咬合及咀嚼的考量，仍是使用金屬矯正器，並無透明矯正器。
2. 塑膠矯正器(圖 1-7)：透明度高，美觀，價格較陶瓷矯正器便宜；缺點是容易有食物染色，強度不夠較易產生矯正器磨耗的情形，但不會磨損自然牙。
3. 陶瓷矯正器(圖 1-8)：和齒色接近，美觀，不易有染色；缺點是容易脆裂、不易拆除且會造成自然牙的磨耗，和不銹鋼金屬矯正器相比，具有較粗糙的表面以及較高的摩擦係數，對於牙齒的移動較不利⁴⁻¹¹。



圖 1-6 金屬矯正器(左)前牙(右)後牙

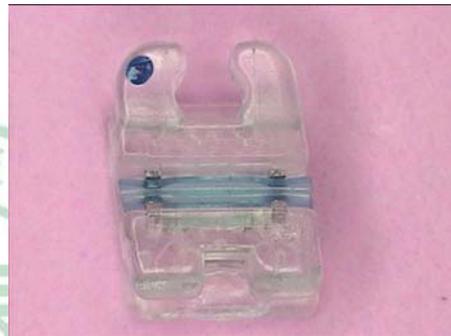
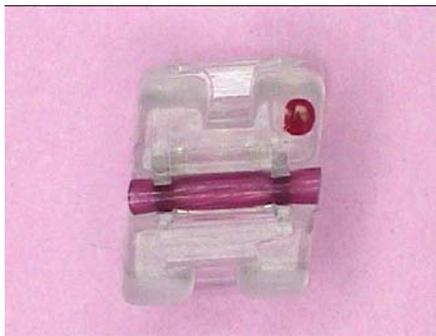


圖 1-7 塑膠矯正器



圖 1-8 陶瓷矯正器

陶瓷及塑膠矯正器通常因美觀考量使用於前牙區部分，因前牙區不似後牙區域需要承受極大的咬合力及提供咀嚼功能，所以僅以美觀需求作為考量。

1-3 鐵氟龍的性質及用途簡介

鐵氟龍(Teflon)是由美國杜邦公司(DuPont)為聚四氟乙烯這種塑膠材質取的商品名。聚四氟乙烯 (polytetrafluoroethylene)，縮寫為PTFE，是把乙烯 (C_2H_4) 中的四個氫 (H) 都置換成氟 (F)，變成四氟乙烯 (C_2F_4)，再經聚合作用形成一線性分子¹² (圖 1-9)，為氟素高分子中，普遍使用的材料。1938 年由 Plunkett (Kinetic Chemicals)發現 PTFE 的聚合方法後開始了氟碳聚合體的發展¹³，因二次世界大戰的影響，使得商品延至 1947 年才由杜邦公司推出並商業化生產，PTFE 為一高度氟化之直鏈型高機能塑膠，本身之化學惰性、低介電特性、耐熱性及低摩擦係數等優良特性，使它在塑膠工業上佔有很重要的地位。

由於鐵氟龍是由碳原子和氟原子製成 (C_2F_4)，不含氫，所以不會和氧發生反應。在熱可塑性樹脂當中，PTFE 具有最佳的耐熱性(耐熱溫度在 $260^{\circ}C$ 上下)、耐低溫($-200^{\circ}C$)、耐蝕性、耐藥品性及高週波特性，同時更兼具獨特的低摩擦性及非黏著性、低介電常數等特性。也由於分子外圍的氟原子幾乎對所有物質都產生排斥，因此任何東西都沾不上鐵氟龍，因此，常被用來塗在平底鍋表面，製成所謂的「不沾鍋」。

PTFE 其主要組成為一線性之 $[-CF_2CF_2]_n$ -結構，屬於一對稱性的結晶高分子鏈狀構造¹⁴ (圖 1-10)，沒有分枝存在，故具有著 93%~98% 之高結晶度，由於鐵氟龍周圍皆有氟原子嚴密保護，碳與碳間的飽和鍵相當穩定，因此具有抵抗酸鹼化學藥品的能力，有著極佳的耐溶劑性及抗腐蝕性，幾乎不溶於任何溶劑，即使在高溫下也擁有優異的耐化學性¹⁵。PTFE 屬於白色蠟樣觸感之可塑性聚合物，在電子顯微鏡 (SEM) 觀察下外表非常光滑(圖 1-11)，熔點約在 327°C 左右，當溫度高於熔點時，會形成透明凝膠狀態但幾乎不會流動¹⁶。

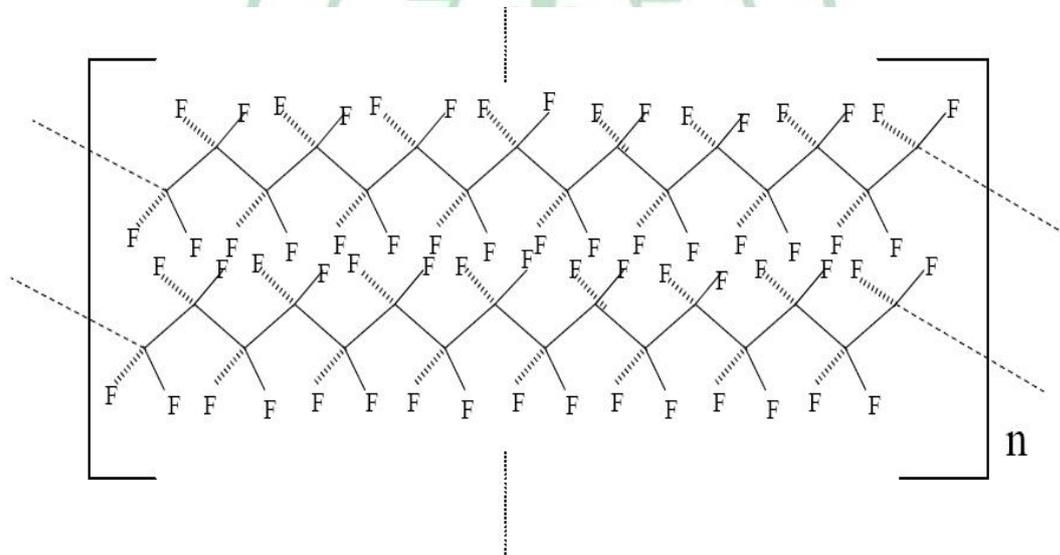


圖 1-9 PTFE 分子結構

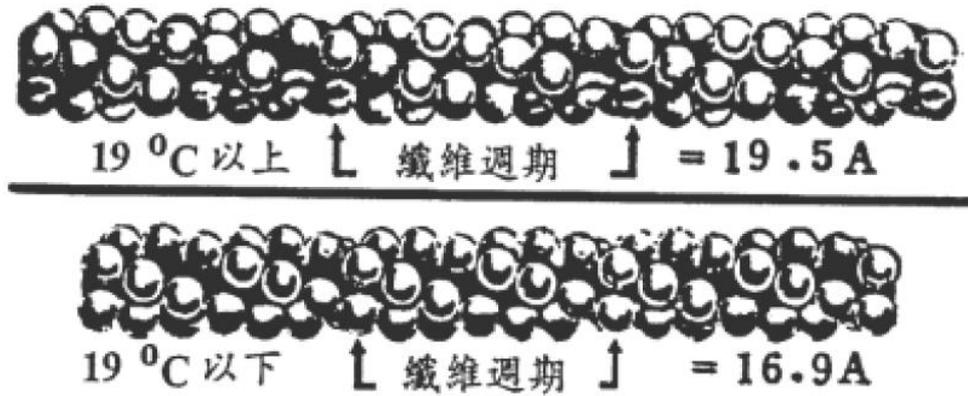


圖 1-10 PTFE 結晶構造



圖 1-11 PTFE 在 SEM 下之表面型態非常光滑

氟原子的存在降低了 PTFE 的表面自由能，PTFE 的表面自由能 (表面張力) 約為 19 dyn/cm^2 ，是已知固態物質中最低的一種，也因為接觸角很大(如圖 1-12.a)，具有相當的疏水性¹⁶，因此，極少數的液體能在光滑的 PTFE 表面展開來，唯有當液體的表面張力小於 20 dyn/cm^2 時(如乙醚、己烷、異戊烷、乙醇及全氟碳酸(perfluorocarbon acids)的水溶液等)，始可濕潤其表面。PTFE 之表面摩擦係數非常低(0.01)也是因為低表面自由能的關係。

提升鐵氟龍與其他材質間附著力，也就是提高其表面自由能的方法有：化學處理以及電漿處理，化學方法是將 PTFE 以鈉蝕法(Sodium naphthalene tetrahydrofuron complex etching process)增加表面粗糙度，目前此方法最有效，但整個蝕刻過程會使 PTFE 本身性質受到破壞，而使用的有毒溶劑也會產生環境污染；電漿處理是在高度真空的電場或電漿下，以離子撞擊鐵氟龍準備進行黏合的一面，將上頭的氟原子給撞開，然後用其他原子來取代，以產生能夠強力黏合的表面。電漿處理沒有廢液問題，不但不會對 PTFE 表面產生重大變化，且能有效增高液體對其表面的親水性及濕潤性¹⁶⁻¹⁸(如圖 1-12.b)。

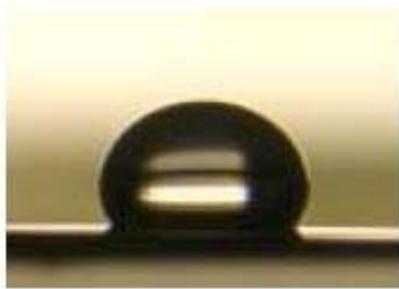


圖 1-12.a PTFE 之靜態接觸角為 127.7°



圖 1-12.b PTFE 經電漿處理後靜態接觸角降為 28.0° ，親水性濕潤性提高

圖 1-12 PTFE 之接觸角

PTFE 優異的耐化學性使其對各種氣體及液體的吸收性極低，吸收是由於液體溶於聚合體中所造成，大部分的酸鹼水溶液不太會被 PTFE 吸收，PTFE 的吸水率小於 0.01% ，然而有些具有很微小孔隙的 PTFE 會吸收一些液體，但對其性質不會有太大影響；由於 PTFE 的高結晶度及化學惰性，大部分的氣體或液體對 PTFE 的透過性較在其他聚合體中來的低，其不透水的特性也被應用在防水防風布料上，總體來說，PTFE 亦是一般化學品的優異阻隔材料。

PTFE 的用量一直在增加，並陸續有新的應用被開發出來，其中電子及電氣上的應用約佔了一半，如軍用及航空用的電線，電腦用電線，電子零件及絕緣管等；另一半則主要用於機械應用及化學應用，如軸承、墊圈、閥、各種防沾黏零件、塗料、封填物等。

其他應用方面，由於 PTFE 具有良好的生物相容性，因此也被應用於生醫材料，如人工血管及人工瓣膜等¹⁹。

1-4 齲齒、牙齦炎與牙菌斑

1-4-1 齲齒(caries)

造成牙齒蛀牙的原因，是食物的殘渣積存在牙齒表面，而後形成蛀牙的細菌便利用食物的殘渣作為營養的來源，不斷地繁殖增長，同時使醱類發酵製造出一種酸性物質使口內 PH 值下降，當酸與牙齒接觸後，能慢慢地溶解牙齒的鈣質，使牙釉質表面脫鈣進而形成小凹洞，稱為「齲齒」，也就是「蛀牙」。蛀牙是由琺瑯質(enamel)向象牙質(dentin)漸次進行的，牙齒表面形成小洞時，食物更容易嵌入其中，成為微生物繁殖的最佳場所。牙齒的琺瑯質雖然是身體中最為堅硬的部分，可是一旦鈣質被酸溶解後就會變得很柔軟。當蛀牙侵犯到琺瑯質之下的象牙質時，象牙質比琺瑯質還要柔軟，富含有機成分，小洞便會逐漸擴大，等蛀到象牙質層時，蛀牙便已經很嚴重了²⁰。

形成蛀牙的因素，可以歸結為下列四項：(1)牙齒(2)食物(3)細菌(4)時間。我們可以用一個四連環的圖形來表示四者之間的關係(圖 1-13)。也就是說，如果沒有牙齒就不會蛀牙。即使食物附著於牙齒上，若是無細菌進行分解活動，也不會有蛀牙。而就算是有細菌在口腔中分解食物產生了酸，但只要馬上刷牙刷乾淨，讓這種酸沒有時間和牙齒進行長時間接觸，也就不會有蛀牙了。必須牙齒、食物、細菌和時

間四項因素兼備，才會形成蛀牙。

口腔內細菌種類多且複雜，不管多努力刷牙，細菌不可能完全被消滅，也就是說口腔內是不可能無菌的，而只要活著人也不可能不吃東西，所以食物這個因素也不可能去除，唯一我們能掌握的只有時間，換言之，要避免蛀牙，最重要的就是減少食物及細菌停留在牙齒上的時間，只要牙齒表面不殘留食物，細菌沒有營養來源，便能大大減低繁殖的速度，減少其發酵產生酸破壞琺瑯質的能力²¹。

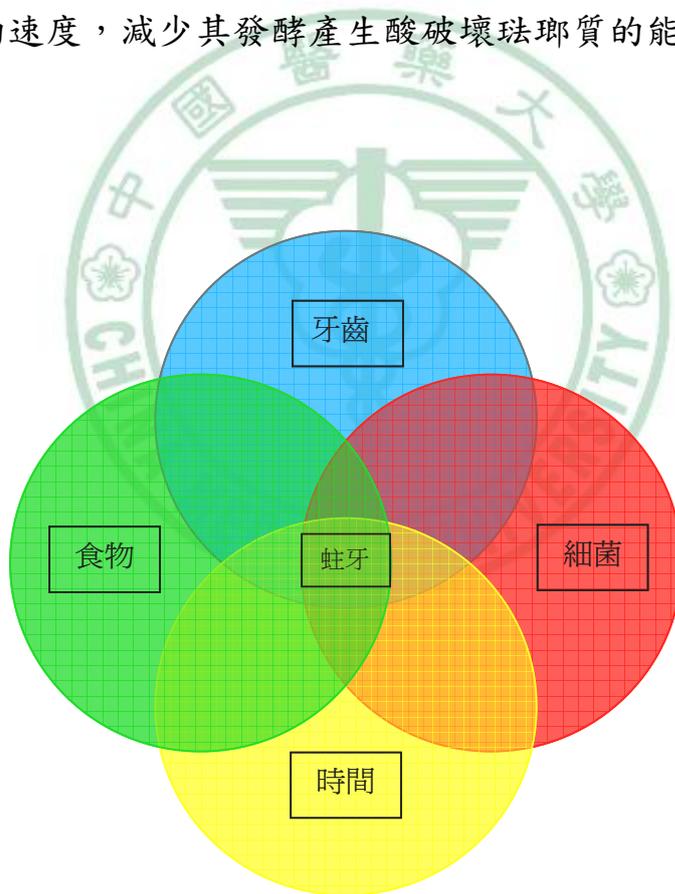


圖 1-13 齲齒的成因

1-4-2 牙齦炎(gingivitis)

在牙齦與牙齒交接的地方有一道溝槽,稱之為『牙齦溝』(gingival sulcus)，它的深度大約為 0.1~0.2 公分(1~2 公釐)。在這個地方會因為口腔衛生的不良，堆積很多食物殘渣，引起此處細菌大量地生長，形成所謂的『牙菌斑』(dental plaque)。細菌本身和它所產生的毒素會滲入牙齦內造成發炎反應，使得牙齦內的纖維組織鬆散，牙齦溝的深度加深，更增加牙菌斑入侵及堆積的機會。牙菌斑如果不除去，會在口中逐漸鈣化變硬，形成『牙結石』，新的牙菌斑又會很快地在粗糙的牙結石表面上再形成，造成牙齦的發炎，導致刷牙會流血的現象。臨床上可見到牙齦腫脹，顏色變成深紅色，非常容易流血，患者會有口臭的情形。在這一階段的發炎因為仍未侵入齒槽骨內，所以在 X 光片上不會發現有齒槽骨破壞的跡象。當牙齦發炎持續存在，使得牙齦內的齒槽骨與牙周組織受到破壞時，便稱之為『牙周炎』或『牙周病』(periodontitis)²²。

要避免牙齦炎及牙周病的方法，最重要的就是保持良好的口腔衛生，避免口腔內致病菌累積在牙齦的邊緣，刷牙的技巧建議使用貝式刷牙法(Bass method)，其特色是刷毛要和牙齒成 45 度，才能刷到牙齦溝中的牙菌斑，除此之外，為了避免平日刷牙有遺漏之處形成牙結石，應定期至診所洗牙及檢查。

1-4-3 牙菌斑與顯示劑

在剛剛刷完的牙齒表面，很快就會有一層唾液中醣蛋白組成的薄膜覆蓋在牙齒上面，而這層薄膜將會吸附口腔內的細菌，若沒有清除乾淨，這些細菌就會不斷繁殖。牙菌斑是牢固地黏附在牙齒表面、以黏性基質為基礎的細菌所構成的薄膜，在飲食後三分鐘即會逐漸產生，一毫克的牙菌斑即有上億個細菌，是導致蛀牙、牙結石及牙周病的主因。這些警訊肉眼不易查覺也很容易被忽視，需依賴專業檢測劑才能檢測出來。

牙菌斑顯示劑(dental disclosing solution)是由食用紅色色素 D & C Red #28, 1.5% w/w 及赤蘚紅 Erythrosine 等成分構成的，結構式如圖(圖 1-14)。牙菌斑之被染色原理，是紅色色素進入緊附於牙齒上的細菌內細胞壁後，便不易以漱口方法去除，但是沒細菌部分紅色色素可以漱口方法洗去脫色，因此有色素處即是牙菌斑存在的部位，牙菌斑顯示劑的使用方法有三種：

1. 用棉球沾 1-2 滴牙菌斑顯示劑塗在牙齒上，然後以清水漱口將多餘的顯示劑吐出。
2. 將牙菌斑顯示劑滴 3-5 於舌下，再將所有牙齒內外每一面舔一舔約 30 秒，然後以清水漱口將多餘的顯示劑吐出。

3. 將牙菌斑顯示劑滴 5-8 滴於 1/4 oz.水中稀釋，漱口 30 秒後吐出，然後再以清水漱口將多餘的顯示劑吐出。

使用牙菌斑顯示劑後，將可以發現刷完牙的牙齒及牙齦表面上還會出現紅色的區塊，這些紅色區塊就代表牙菌斑，因此必須完全清除掉紅色區域，才算是真正將牙菌斑移除。原則上，牙菌斑顯示劑應每天使用，藉此找出刷牙時容易忽略的死角，使口腔清潔更徹底²³，而在養成正確的刷牙法後，改成每隔幾天用一次即可。

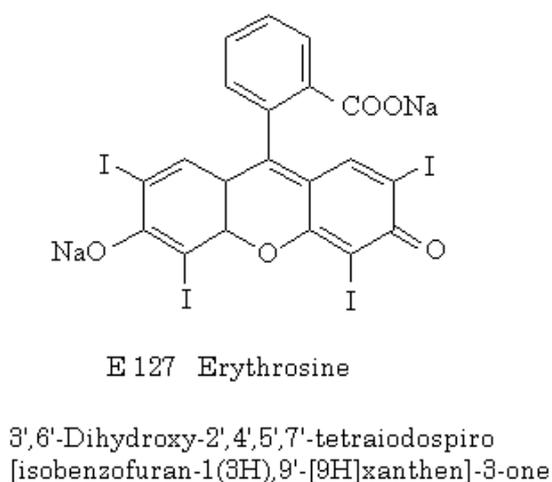


圖 1-14 (右)牙菌斑顯示劑及(左)結構式

本研究口內實驗的部分就是利用牙菌斑顯示劑將附著在矯正器上的牙菌斑顯示出來，並比較有鐵氟龍表面處理之矯正器與一般矯正器之牙菌斑附著面積的大小，藉此得知鐵氟龍矯正器之自淨作用效果。

1-5 文獻回顧

1-5-1 矯正器、蛀牙率與牙齦炎的關係

在牙齒表面黏上矯正器之後，由於食物及細菌容易聚集在矯正器上、矯正器邊緣及牙齦邊緣，此外矯正器也限制了舌頭清除牙齒表面食物碎屑的能力，相較於沒有接受矯正治療的人造成牙釉質脫鈣、蛀牙及牙齦炎的機率及嚴重性都是較高的³，而且具有統計上的意義。一些學者的研究顯示矯正治療期間患者口腔內 *mutans streptococci* 以及 *lactobacilli* 的繁殖力會增加²⁴⁻²⁶，而這些細菌正是造成齲齒的主要致病菌²⁷⁻²⁸，而且隨著黏著矯正裝置的數目多寡及矯正時間的長短，也會影響這些菌種的數量²⁹。根據一些文獻統計，矯正治療後牙齒產生脫鈣的機率有 2% ~ 96% 不等³⁰⁻³²，容易發生的部位在上顎門齒、下顎犬齒及小白齒及上下顎所有的大白齒居多³³⁻³⁴，一旦接受了矯正治療，倘若沒有正確的潔牙技巧，忽略掉一些細微的地方，又會比潔牙技巧良好的矯正患者更容易有牙菌斑殘留及蛀牙，所以口腔衛教與患者的配合相當重要³⁵。

接受矯正治療的患者發生牙齦炎的機率也比未矯正的人高，根據文獻指出，矯正期間的牙齦炎很常見，但很少會造成牙周的永久性破壞³⁶⁻³⁹，但也有一些學者持相反意見，認為會造成牙周附連喪失⁴⁰⁻⁴¹，

在細菌數量方面，2005 年韓國的一篇研究中提到，在 17 位矯正患者牙齦炎部位的牙齦下取出的牙菌斑樣本中，牙周致病菌的量比一般人的牙齦炎區域多，而且具有統計上的意義⁴²。由於矯正器周圍牙齦炎最主要的原因是食物及細菌容易聚集在矯正器上、矯正器邊緣及牙齦邊緣造成不良的口腔衛生，所以矯正期間能保持牙周清潔就能減少牙齦炎的發生。

1-5-2 矯正期間氟化物的助益

氟化物的使用在防止蛀牙上已被證實是有幫助的，新近的理论認為被酸蝕而脫鈣之牙齒表面琺瑯質的機轉為琺瑯質的去礦化 (demineralization)，而適當濃度的氟離子則可促進再礦化預防微觀蛀蝕現象的發生，這種理論並已在實驗室電子顯微鏡下證實齲齒初期使用適當濃度的氟化物可使琺瑯質生成防止齲齒的產生。氟會幫助鈣質抵抗酸的侵蝕，所以日常生活中的牙膏及漱口水都添加了氟化物，以增進防蛀效果⁴³⁻⁴⁵，而矯正期間含氟牙膏及含氟漱口水的使用也特別被醫師建議使用，其中含 AmF/SnF_2 成份的牙膏及漱口水會比 NaF 的防蛀及防牙齦炎的效果好⁴⁶，除此之外，還發展出會釋放氟離子的矯正器黏著劑，防止矯正器周圍和牙齒交界處齒質的脫鈣造成蛀牙⁴⁷。

1-5-3 不同材質矯正器之自潔效果

(1) 金屬、塑膠及陶瓷矯正器細菌附著性之比較

2002 年的文獻中，針對金屬、塑膠及陶瓷矯正器做細菌附著後清除的定量對比研究，清除率越高的表示細菌越不容易沾黏，結果發現金屬不銹鋼矯正器清除率最好(進口矯正器為 88.29%，大陸製矯正器為 83.54%)，陶瓷矯正器為 80.95%，塑膠矯正器為 14.28%，結論建議口腔衛生習慣較差或是容易發生齲齒的患者使用不銹鋼矯正器⁴⁸。

(2) 金屬與自鎖式矯正器之細菌附著性比較

同樣都是金屬材質的金屬與自鎖式矯正器，在 2006 年 J.H.Park 等人評估金屬矯正器(edgewise)與自鎖式矯正器牙菌斑附著的量，發現金屬矯正器在有綁結繫線的情況下比自鎖式矯正器附著量較多，但不綁結繫線的金屬矯正器附著量比自鎖式矯正器來的少⁴⁹。

(3) 金屬與陶瓷表面菌種之比較

2002 年 Patrick Anhoury 等人比較金屬矯正器及陶瓷矯正器上菌種，結果發現金屬矯正器及陶瓷矯正器因材質的不同，會吸引不同的菌種，金屬矯正器上 *Treponema denticola*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Fusobacterium nucleatum* ss *vincentii*,

Streptococcus anginosus, and *Eubacterium nodatum* 等菌種比較多，而陶瓷矯正器上 *Eikenella corrodens*, *Campylobacter showae*, and *Selenomonas noxia* 等菌種比較多⁵⁰。

1-5-4 矯正器表面抗沾黏之處理方法

1992 年台灣提出像是一個個罩子罩住整個矯正器的圓形 silicon protector 的構想，理論上可以減少食物附著降低蛀牙率，也可以增進美觀，並減少唇測黏膜潰瘍的產生，但是臨床上可行性不高⁵¹。

2005 年中國大陸曾研究將 TiO₂(二氧化鈦)處理成奈米化薄膜，覆蓋在矯正器表面，改善陶瓷矯正器表面的性質，提高抗菌能力，但尚未在研究中探討到實際上的力學及生物學性能⁵²。

2006 年中國大陸繼續針對奈米表面處理做研究，比較奈米 TiO₂(二氧化鈦)陶瓷塗層矯正器和普通大陸產金屬矯正器的菌斑清除率，結果顯示：矯正器黏著後，兩種矯正器菌斑附著都會增加，主要表現在矯正器表面區域及矯正器周邊區域，其中矯正器表面區域菌斑指數值差異最大，統計學上具有顯著意義(P<0.05)，但奈米 TiO₂ 陶瓷塗層矯正器組其菌斑清除率優於普通大陸產金屬矯正器組⁵³。

1-5-5 鐵氟龍材料應用於生物醫學領域之特性的研究

抗沾黏及低摩擦是鐵氟龍最大的特色，鐵氟龍在矯正方面的應用及文獻至今仍不多，在 1970 年鐵氟龍和矯正相關的最早的一篇美國專利中 H.P. Wittman 等人提出在矯正器及鐵環上(當時沒有矯正器直接黏在牙齒上的技術)貼覆鐵氟龍薄膜的構想⁵⁴，主要是為了使外觀看起來較為美觀；1977 年 Daniel Chasanoff 等人也提出了類似的構想⁵⁵，在矯正器及鐵環上 coating 鐵氟龍，但除了美觀外，還加上抗磨損及低摩擦的訴求。

1978 年 Meer 的實驗中利用鐵氟龍抗沾黏的性質，將 mononuclear phagocytes 在鐵氟龍薄膜上做細胞培養⁵⁶，實驗結果發現，相較於玻璃材質及塑膠材質的培養皿，在鐵氟龍薄膜上培養好的細胞可以輕易的在細胞功能不被破壞的情況下，完整的移除並收集到所有新鮮的細胞。

在矯正的應用研究方面，1995 年的 David J. DeFranco 的研究中將鐵氟龍 coating 在結紮線(ligature wire)上，發現可以降低矯正線及結紮線之間摩擦力的產生⁵⁷；2002 年 P.Neumann 等人將有鐵氟龍 coating 的矯正線做測試，結果發現可以抵抗矯正線鏽蝕的狀況產生⁵⁸；在 2003 年埃及的 A.A. Ramadan 將鐵氟龍 coating 在矯正線上，並

浸泡在有 C 型肝炎病毒的血液中做測試，結果發現有 PTFE coating 的矯正線比較不容易沾黏 C 型肝炎病毒⁵⁹，其中會選擇 C 型肝炎病毒做實驗的原因，是因為當時的埃及 C 型肝炎的感染率比鄰近國家高出十倍，作者因而提出將牙科的器械都做鐵氟龍表面處理的想法，以避免病毒的附著，及提升感染控制的效果。



1-5-6 評估沾黏量的測量方法

要評估矯正器的自淨作用，重點在於是否能精確地測量出附著於矯正器上的物質多寡，由於矯正器體積很小，更需要特殊的儀器才能偵測出極微小的不同，量化附著物的方式主要有兩種：

1. 重量法：2006 年有學者利用微量天平 Mettler AE 240 balance (Mettler instruments, Greifensee-Zurich, Switzerland, 可測至 10^{-4} 克重) 測量根管器械使用前後重量差異(圖 1-15)，即是以附著物重量增加的方式得到牙本質碎屑沾附在根管鎳鈦合金旋轉器械上的量⁶⁰，實驗中為了避免水分重量造成誤差，合併使用烤箱將水分烘乾，並重複測量三次重量取平均數。

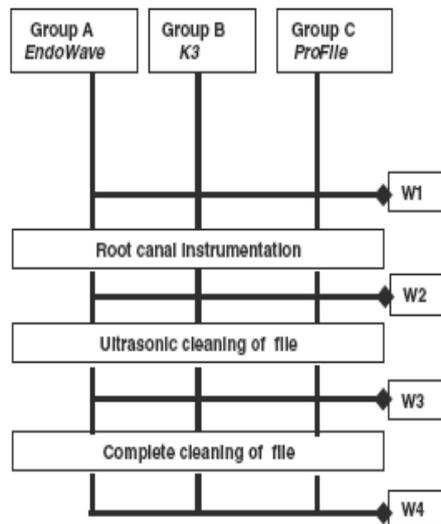


Figure 2 Experimental procedure. W1: prior to the canal preparation, W2: immediately after root canal preparation, W3: after ultrasonic cleaning, W4: after additional cleaning.

圖 1-15 量測器械使用前後重量差異得知附著物重量⁶⁰

2. 面積法：2002 年有研究使用顯微鏡觀察附著物質覆蓋住物體的情形(圖 1-16)，以 score system 目測分為 5 個等級⁶¹來比較沾黏量，較不精確；2004 年有研究使用顯微鏡加上影像處理法(backscatter detector)強化對比，以及電腦分析軟體(analySIS[®] software)計算出面積百分比的方式得知沾黏量，較精確(圖 1-17)⁶²。



圖 1-16 使用顯微鏡觀察附著物質覆蓋住物體的情形⁶¹

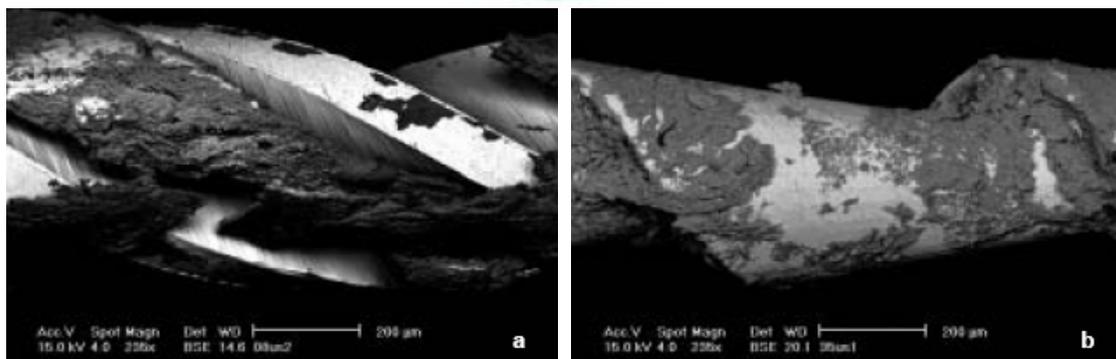


圖 1-17 使用顯微鏡加上影像處理法強化對比⁶²

1-6 研究動機及目的

由於矯正期間為期不算短，一般需要數月至數年不等，臨床上常可看到矯正患者的矯正器周圍易有食物殘渣及牙菌斑的附著，由上述的文獻中也可得知，在口腔清潔不容易的情形下若不能時時保持潔淨，產生齲齒及牙齦發炎等副作用的機率會提高，且長期累積的牙菌斑及蛋白質也會使矯正線及矯正器之間的摩擦力增加，減低牙齒移動的效率。

雖然氟化物的使用以及添加了釋放氟離子成分的矯正器黏著劑可以幫助防止蛀牙，但如果矯正器本身就不會沾附食物及細菌，理論上效果應該會更好。一方面為了確保治療的品質，另一方面則冀求減少清潔困難所帶來的副作用，提供一個容易清潔的良好口腔衛生環境堪稱重要，是以研發具抗沾黏作用的鐵氟龍表面處理之矯正器的構想因應而生。

在蛀牙的原理中已得知，減少食物的附著量與時間，可以降低細菌的繁殖及產生酸破壞齒質的能力，所以這篇研究主要是藉由將矯正器置入食物中浸泡一段時間模擬進食後，輔以微量天平量測以及分析軟體佐證，以比較一般矯正器及包覆鐵氟龍薄膜之矯正器食物附著量的差異，研究目的可歸納為下列三點：

1. 驗證包覆鐵氟龍薄膜的矯正器是否真的可以減少食物附著量
2. 不同食物及漱口的模擬是否對結果有影響
3. 將實驗所得結果真正應用到臨床上

由於要實際對患者進行飲食之控制以利實驗進行的想法在現實上很難達成，因此本研究主要還是先藉由實驗室的口外模擬，進一步探討附著量的差異及探討其意義，之後進行口內測試驗證。



第二章 研究材料與方法

實驗之初，原本希望能將鐵氟龍塊直接切割成矯正器的形狀，但鐵氟龍硬度不夠加上其不沾黏的特性將來是無法黏著在牙齒上的，於是設計抽真空包覆鐵氟龍薄膜的方法，留下矯正器底部和牙齒黏結的部位不包覆，一開始選擇在較為美觀的透明樹脂矯正器表面包覆鐵氟龍薄膜，原用意是使之不但美觀又具自淨作用，但因為鐵氟龍熔點高於樹脂(鐵氟龍熔點約在 327°C)，在鐵氟龍加熱包覆在樹脂矯正器的瞬間會將樹脂矯正器熔化變形。所以最後只好採用不怕高溫的金屬矯正器(不銹鋼製成)作為本實驗包覆鐵氟龍薄膜的材料。

本實驗的口外模擬部分目的在於探討一般矯正器及包覆鐵氟龍薄膜之矯正器，對於不同食物的抗沾黏性是否有影響，並且探討有無馬上漱口在抗沾黏方面的表現是否有差異。另外並增加口內的實驗，來比較經過一個月後，是否仍有良好的抵抗細菌附著性。經過 PIA 軟體分析之後，再比較附著面積百分比。

2-1 實驗流程圖

口外實驗的流程圖如下(圖 2-1)：

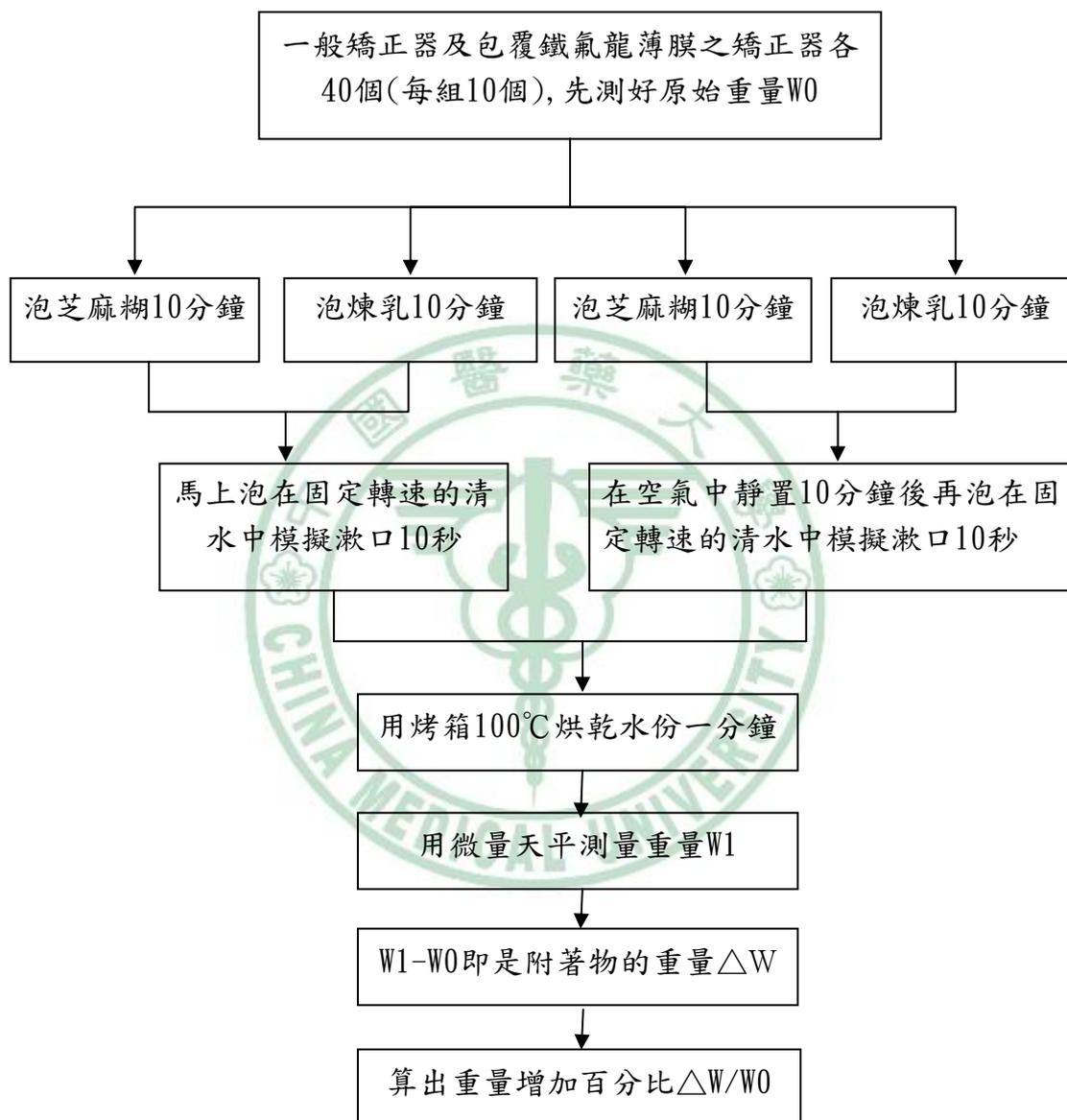


圖 2-1 口外實驗流程圖

口內實驗的流程圖如下(圖 2-2)：

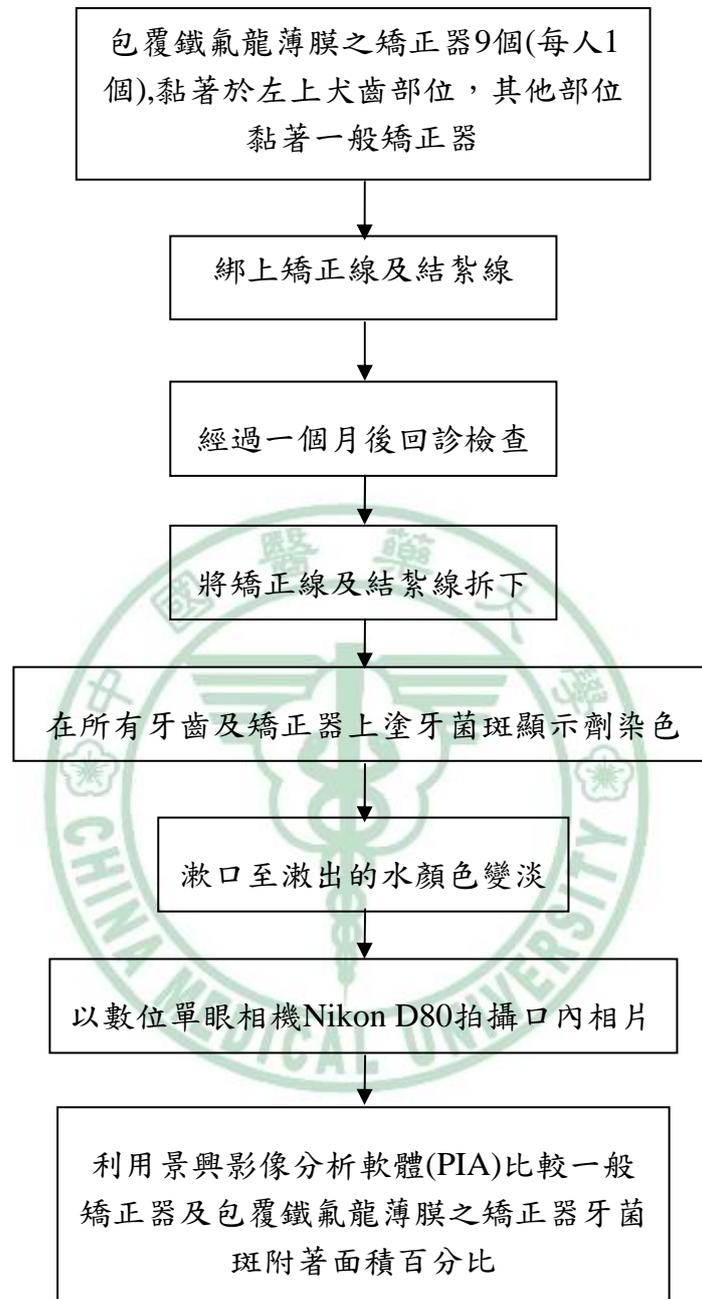


圖 2-2 口內實驗的流程圖

2-2 試片準備與處理

2-2-1 試片材料

本研究所使用的矯正器為日本 TOMY[®]公司所生產之金屬矯正器 (Preadjusted metal brackets, Micro-arch, Roth type , 0.018 slot) , 所選的部位為無 hook 的犬齒的金屬矯正器(圖 2-3) , 原因是矯正治療的第一步往往是要移動犬齒, 倘若這個部位的矯正器能發揮不沾黏及降低摩擦力的作用, 將對提升矯正品質及縮短整個療程有很大的幫助, 且包覆薄膜時厚度較均勻不容易破損, 相較之下有 hook 的矯正器(圖 2-4)較易使薄膜破損。鐵氟龍薄膜(厚度 0.5 μ m)則是使用由宇明泰化工公司所提供日本大金公司氟樹脂。



圖 2-3 無 hook 的犬齒的金屬矯正器



圖 2-4 有 hook 的犬齒的金屬矯正器

2-2-2 試片製作的原理與壓合模具介紹

雖然鐵氟龍穩定的化學結構使它具有優越的不沾黏特性，但也因此無法藉由任何黏著劑將它和金屬矯正器黏著在一起。先前提到過目前提高鐵氟龍表面黏著度的表面處理方法是以化學鈉蝕法最為有效，然而鈉蝕法本身不但會破壞鐵氟龍本質也不環保，且矯正器體積相當小，難度提高許多。經由和財團法人精密機械中心(Precision Mechanical Center, PMC)商討之後，決定以抽真空的方式將加熱軟化後的鐵氟龍薄膜利用大氣壓力的原理壓貼至矯正器表面，雖然鐵氟龍並不能和金屬黏結在一起，但由於矯正器的表面型態有許多倒凹(undercut)，加上鐵氟龍回復至室溫硬化的特性，可以藉機械性連結(mechanical locking)的方式卡在矯正器上不脫落。

於是本研究委託財團法人精密機械中心(PMC)設計及製造包覆鐵氟龍薄膜的壓合模具(如圖 2-5~7)，以期能將鐵氟龍薄膜壓合到最密貼的狀態。

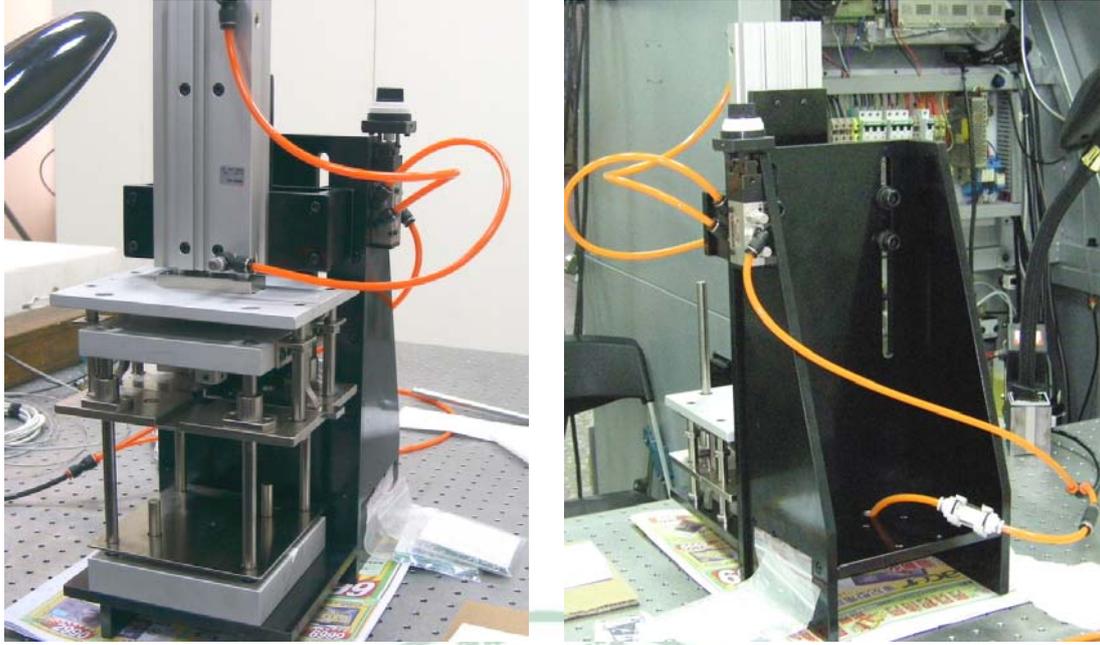


圖 2-5 鐵氟龍薄膜壓合模具前後面觀

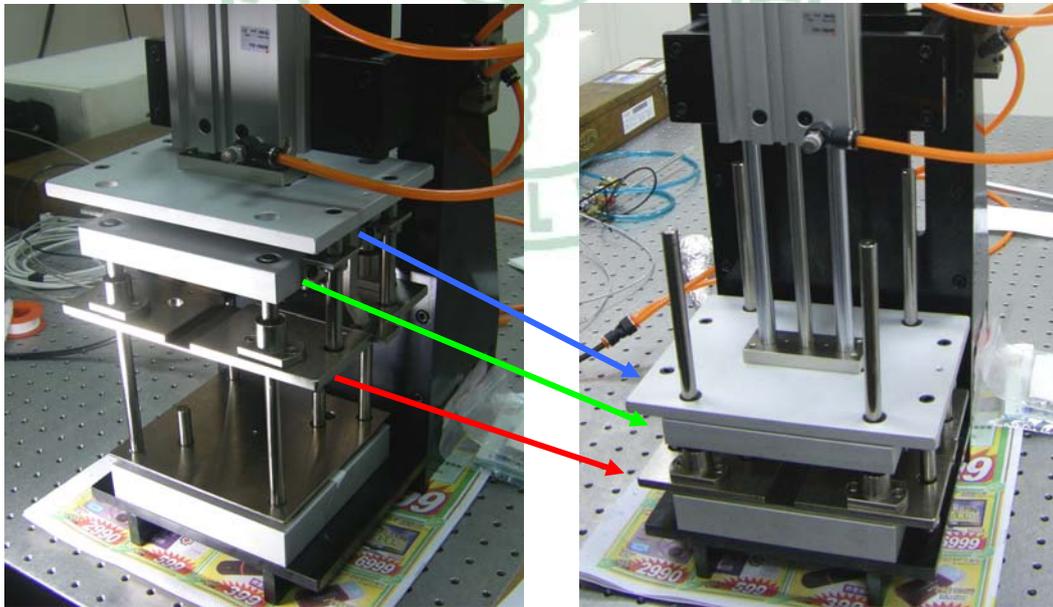


圖 2-6 鐵氟龍薄膜壓合模具壓合前後狀態

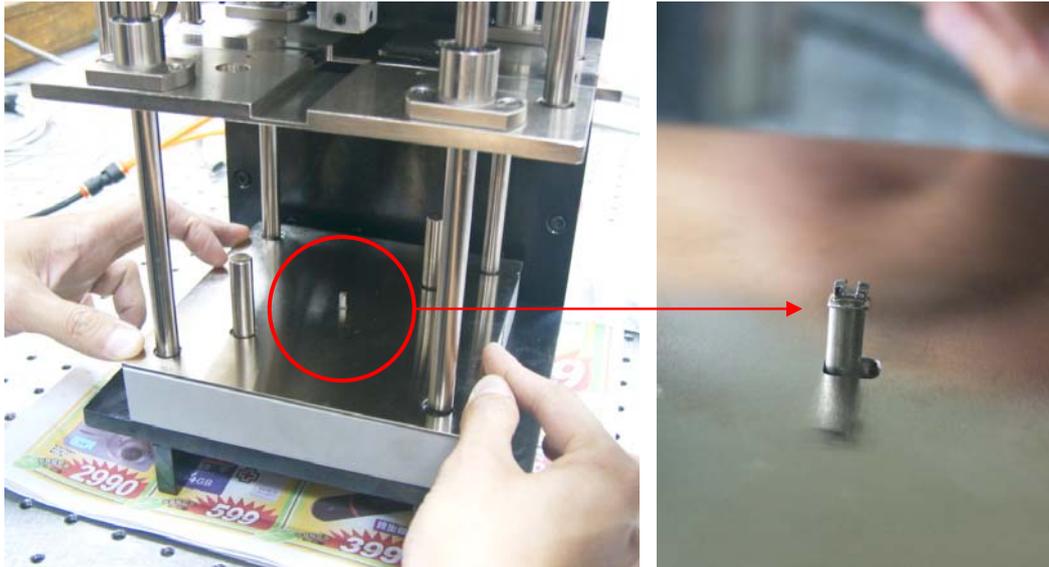


圖 2-7 矯正器置於真空吸座上

齒列矯正器上方的 Slot 十分微小，將會使得鐵氟龍薄膜不易壓入 Slot 內部，因此將設計一楔行壓合模塊(圖 2-8)置於上模座內輔助鐵氟龍薄膜壓入 Slot(圖 2-9)，另外因應不同部位的齒列矯正器 Slot 的角度與寬度都不相同，故而將此壓合模塊設計為模組可替換式，冀使壓合模具可達最佳的適用性。

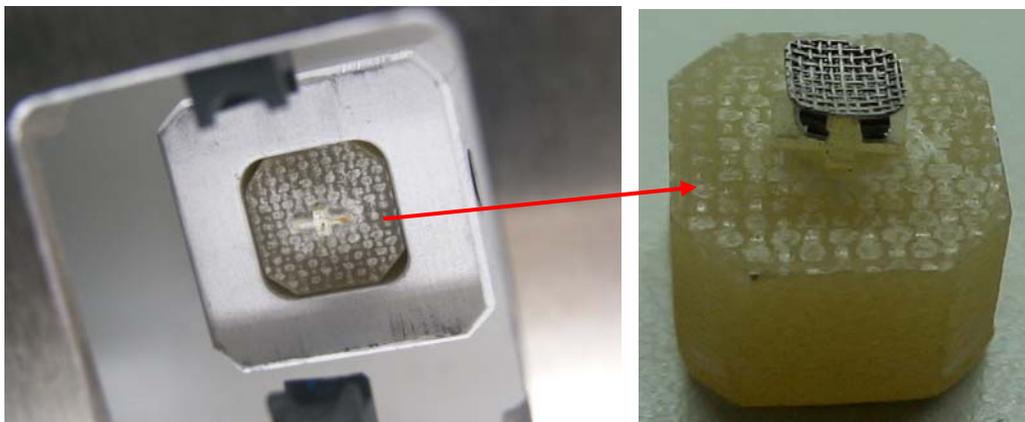


圖 2-8 上模座內有符合 slot 形狀的楔行塊

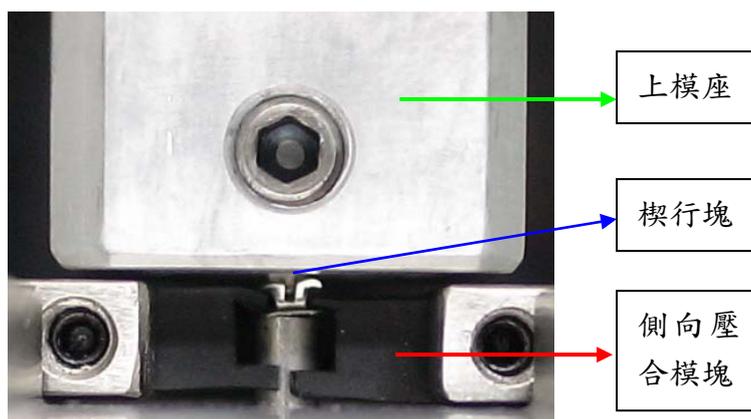


圖 2-9 壓合模具壓合狀態

側向壓合模塊(圖 2-10)主要目的是將鐵氟龍薄膜壓入 Wing 下方的空間，減少鐵氟龍薄膜懸空的狀態，而壓合模塊下方的半圓形凹槽，則是輔助鐵氟龍薄膜貼住真空吸座，將介於矯正器與薄膜中間的空氣抽出，並產生壓力差，以期薄膜可更加貼合矯正器。



圖 2-10 側向壓合模塊

側方滑塊(圖 2-11)帶動側向壓合模塊由兩側向中心壓合，圖中可見滑塊移動前後的情形。

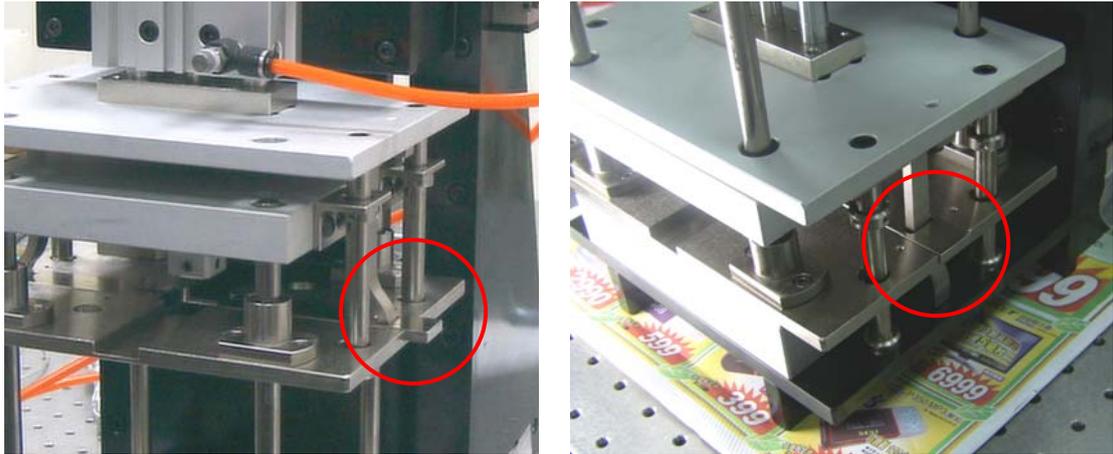


圖 2-11 側方滑塊壓合前(左)後(右)狀態

啟動熱風槍加熱鐵氟龍薄膜(圖 2-12)，使鐵氟龍薄膜軟化並收縮，更加貼合矯正器。包覆好鐵氟龍薄膜的矯正器如圖 2-13。

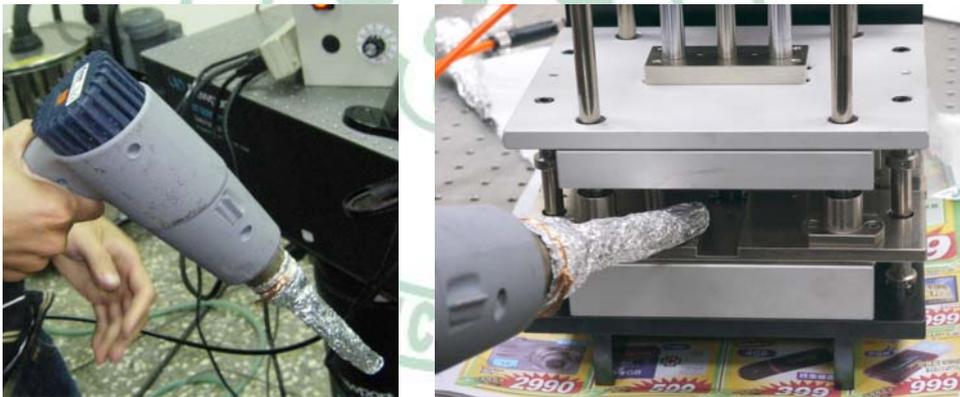


圖 2-12 熱風槍(左) 熱風槍加熱鐵氟龍薄膜(右)



圖 2-13 包覆好鐵氟龍薄膜的矯正器

2-2-3 試片製作的流程

壓合模具動作說明如下：



圖 2-14 壓合模具動作流程圖

2-3 實驗儀器和材料

2-3-1 實驗儀器與設備

在此研究當中會使用到一些儀器和設備，以下逐一介紹：

1. 微量電子分析天平 Analytical Balance (SHIMADZU AUW120D)

日本製，測量單位可到克重的小數點下五位，能分辨出物體重量極微小的差別(圖 2-15)，量待測物時須在秤盤上墊一張乾淨的紙避免污染秤盤，紙的大小不可超過秤盤以免造成誤差。

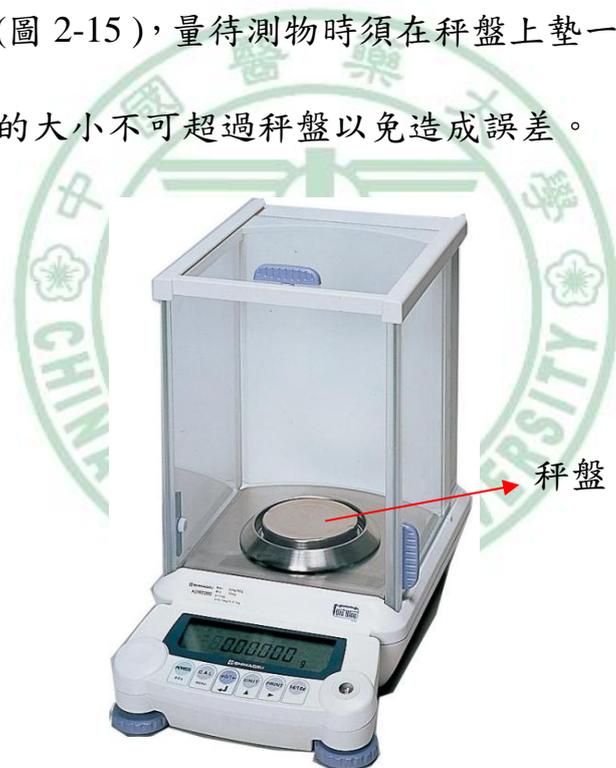


圖 2-15 微量電子分析天平 SHIMADZU AUW120D

2. 超音波洗淨機 Multi-purpose Ultrasonic Cleaner (supersonic wave clean system) X-Cube S530 (圖 2-16)

德國製，用於清洗器械、碗盤及蔬果等多功能洗淨機，內槽放入待清洗物體後，注入清水至完全淹沒待洗物(水深至少 5 公分)，利用超音波震盪的原理將附著於物體表面的灰塵髒污等震下來。清洗時間的選擇有：5 分鐘，7 分鐘，10 分鐘，12 分鐘。

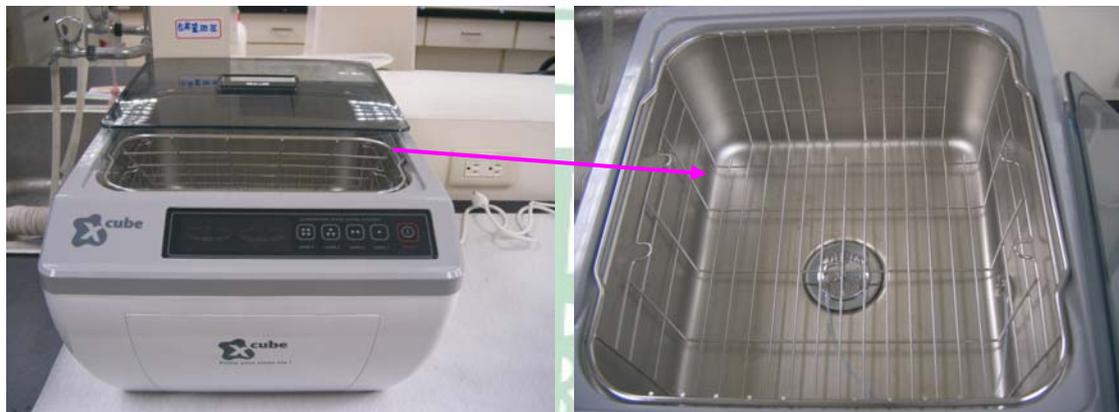


圖 2-16 超音波洗淨機(左) 內槽(右)

3. 磁石攪拌機 Cimarec Stirring Hot Plates(圖 2-17)

底部除了有可選擇溫度的恆溫加熱的功能外，還有吸附磁石的旋轉裝置，將磁石放置於容器中經由轉速的調整，會將溶液中的混合物攪拌均勻，可避免溶液中物質沉澱。

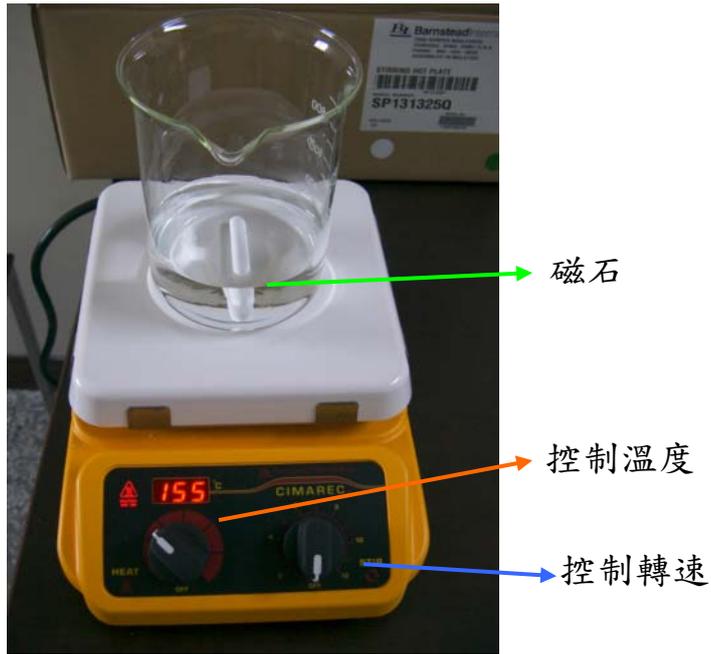


圖 2-17 磁石攪拌機

4. 數位溫度計 Digital thermometer (K-type 305A) (圖 2-18)

此為數位顯示型溫度計，可顯示到小數點以下一位數，經由連接的熱電偶溫度測線測量溫度，測量溫度範圍可由 -50°C 至 1300°C ，本實驗用來測量烘乾矯正器時的溫度。

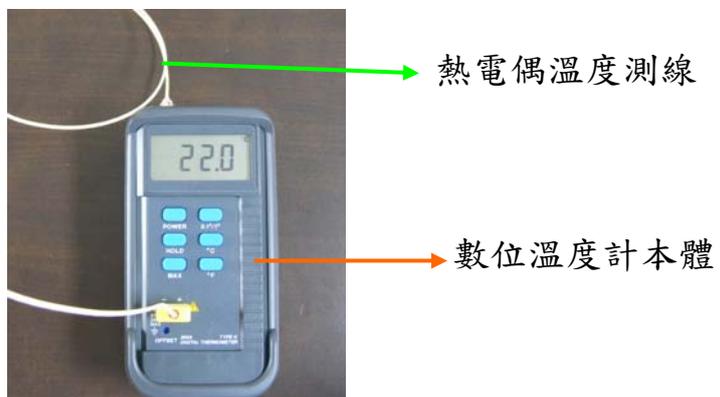


圖 2-18 數位溫度計

5. 烤箱(圖 2-19)

用於要將水分烘乾時使用



控制時間

圖 2-19 烤箱



2-3-2 口外實驗材料

在此研究當中會使用到一些食物材料如下：

1. 桂格[®]芝麻糊：一人份包裝淨重 30 公克，冷熱水皆可沖泡，依包裝指示調製時之水粉比為一包裝的粉加上 150c.c.的水。



圖 2-20 芝麻糊

2. 雀巢鷹牌[®]煉乳；每包裝 185 克，濃稠度很高且均質不沉澱的液體



圖 2-21 煉乳

3. 妙潔[®]鋁箔紙(寬 30 公分長 14 公尺)：因不受溫度變化而影響重量的特色，經裁切之後，可用來當盛裝矯正器的材料，一起放進烤箱烘乾，同時也可在測重量時避免待測物直接接觸到微量天平的

秤盤而造成污染。



圖 2-22 鋁箔紙

4. 濾網：為了避免矯正器淹沒於芝麻糊溶液或水中，方便將矯正器撈起。其孔徑大小可讓芝麻糊顆粒通過。



圖 2-23 濾網

5. 牙科用鑷子：將矯正器及鋁箔紙夾起
6. 計時器

2-3-3 口內實驗材料

1. 受試者：本實驗以中國醫藥大學附設醫院 9 位矯正科病患為研究對象，年齡介於 21-29 歲，男性五名，女性四名
2. 矯正器：除了左上犬齒使用鐵氟龍薄膜包覆矯正器外，在前牙兩側犬齒間所使用的是 Preadjusted Brackets, Esther II , Roth type , 0.018 slot 透明樹脂矯正器(Tomy company, Tokyo, Japan)；在兩側小白齒至大白齒區域使用的矯正器是金屬矯正器：Preadjusted Brackets, Micro-arch, Roth type , 0.018 slot 金屬矯正器(Tomy company, Tokyo, Japan)。
3. 矯正黏著劑：Super-Bond C&B (Sun Medical Company, Kyoto, Japan)(圖 2-24)，屬於 4-META/MMA-TBB system 樹脂，內含有：
 - a. 牙本質酸蝕劑 dentin activator solution (citric acid/ferric chloride)。
 - b. 牙釉質酸蝕劑 enamel etchant (phosphoric acid)。
 - c. 聚合單體 monomer (內含有 4-META 及 MMA 單體)。
 - d. 催化劑 catalyst (tributyl borane, TBB)。
 - e. 聚甲基丙烯酸甲酯粉末,分成透明無色及齒質顏色兩類 tooth colored and clear powders (PMMA powder)。



圖 2-24 Super-Bond C&B (Sun Medical Company, Kyoto, Japan)

4. 矯正線 LH wire(改良型超彈性鈦鎳合金線)：在矯正治療所使用的矯正線為日本製的 L&H TITAN Nickel Titanium wire (Tomy company, Tokyo, Japan)，其規格為.016x.022 inch，Accu Form(圖 2-25)



圖 2-25 矯正線 LH wire

5. 結紮線：將矯正器和矯正線固定在一起
6. 牙菌斑顯示劑：將有牙菌斑附著在矯正器的部分顯示出來
7. 數位單眼相機 Nikon D80：拍攝口內相片的相機

2-4 實驗設計與實驗步驟

2-4-1 實驗設計與分組

本篇研究主要是藉由將矯正器置入食物中浸泡一段時間模擬進食，以測量一般矯正器及包覆鐵氟龍薄膜之矯正器食物附著量的差異，以期能夠找出包覆鐵氟龍薄膜的矯正器是否真的能夠減少食物附著量之證據，因此我們設計了此一體外模擬的實驗，本實驗包含有控制組及實驗組總共分為 10 組，每組樣本數為 10 個，要探討的部分為：一般矯正器及包覆鐵氟龍薄膜之矯正器，對於不同食物的抗沾黏性是否有影響，並且探討有無馬上漱口在抗沾黏方面的表現是否有差異。另外並增加口內的實驗，來比較經過一個月後，是否仍有良好的抵抗細菌附著性。

以下個別說明，分組如下：

1. 控制組 1(NSR)：原始金屬矯正器---泡芝麻糊馬上漱口
2. 實驗組 1(NSr)：原始金屬矯正器---泡芝麻糊等 10 分鐘後再漱口
3. 控制組 2(NMR)：原始金屬矯正器---泡煉乳馬上漱口
4. 實驗組 2 (NMr)：原始金屬矯正器---泡煉乳等 10 分鐘後再漱口
5. 控制組 3 (TSR)：包覆鐵氟龍薄膜的金屬矯正器---泡芝麻糊馬上漱

口

6. 實驗組 3(TSr)：包覆鐵氟龍薄膜的金屬矯正器---泡芝麻糊等 10 分鐘後再漱口
7. 控制組 4 (TMR)：包覆鐵氟龍薄膜的金屬矯正器---泡煉乳馬上漱
8. 實驗組 4(TMr)：包覆鐵氟龍薄膜的金屬矯正器---泡煉乳等 10 分鐘後再漱口
9. 控制組 5(N)：原始金屬矯正器---口內實驗
- 10.實驗組 5(T)：包覆鐵氟龍薄膜的金屬矯正器---口內實驗

上述實驗組別分組代號資料整理如表 2-1 所示。

表 2-1 實驗組別代號示意表

編號	組別代號	矯正器類型	浸泡食物材質	漱口時機
1	NSR	一般	芝麻糊	馬上漱口
2	NSr	一般	芝麻糊	等十分鐘後再漱口
3	NMR	一般	煉乳	馬上漱口
4	NMr	一般	煉乳	等十分鐘後再漱口
5	TSR	鐵氟龍	芝麻糊	馬上漱口
6	TSr	鐵氟龍	芝麻糊	等十分鐘後再漱口
7	TMR	鐵氟龍	煉乳	馬上漱口
8	TMr	鐵氟龍	煉乳	等十分鐘後再漱口
9	N	一般	口內日常飲食	日常清潔步驟
10	T	鐵氟龍	口內日常飲食	日常清潔步驟

2-4-2 口外實驗步驟

本實驗口外實驗的部分是採用微量電子天平測量一般矯正器及包覆鐵氟龍薄膜之矯正器食物附著的重量，所以為了得到附著的重量，其步驟如下：

1. 待測之矯正器先經過超音波洗淨機 Multi-purpose Ultrasonic Washer 利用超音波的原理將附著於物體表面的灰塵髒污等震下來
2. 用烤箱烘乾水分以避免實驗誤差
3. 將微量電子天平歸零
4. 盛裝矯正器的鋁箔紙裁切成 3×3 公分大小，測量鋁箔紙重量(P)(圖 2-26)
5. 鋁箔紙加上待測矯正器測量重量(P+W₀) (圖 2-27)
6. 矯正器浸泡至待測食物中 10 分鐘(圖 2-28, 29)，泡芝麻糊這組為了避免沉澱會使用磁石攪拌機固定溫度轉速(35°C, 500 rpm)將溶液中的混合物攪拌均勻
7. 將矯正器放入使用磁石攪拌機攪拌固定溫度轉速(25°C, 500 rpm)的清水中 10 秒模擬漱口(圖 2-30)
8. 矯正器連同鋁箔紙放進 100°C 烤箱中烘乾一分鐘(圖 2-31)

9. 測量烘烤過的鋁箔紙加矯正器的重量($P+W_1$)

10. 計算食物附著的重量(W_1-W_0)

11. 計算食物附著的重量百分比 $\Delta W/W_0$



圖 2-26 鋁箔紙的重量 P



圖 2-27 鋁箔紙加上待測矯正器重量 $P+W_0$



圖 2-28 矯正器置於芝麻糊中浸泡 10 分鐘



圖 2-29 矯正器置於煉乳中浸泡 10 分鐘



圖 2-30 矯正器置於攪動的清水中模擬漱口 10 秒



圖 2-31 矯正器連同鋁箔紙置於 100°C 烤箱中烘乾一分鐘



2-4-3 口內實驗步驟

雖然本實驗之主要目的並非進行口腔內之實際研究，不過基於對包覆鐵氟龍薄膜的矯正器在口內抗沾黏的表現仍感到相當好奇，於是選擇 9 位自願接受矯正治療的病患實際進行口內測試，口內實驗的部分選擇在犬齒的部位黏著已包覆鐵氟龍薄膜的金屬矯正器，其他部位黏上一般矯正器以利比較，因為無法用秤重量的方式得知附著量，所以用計算牙菌斑附著面積百分比的方式來比較，實驗步驟如下：

1. 首先將矯正器(一般+包覆鐵氟龍薄膜)按照一般黏著方式黏在牙齒上並綁上矯正線及結紮線(圖2-32)
2. 經過一個月後(正常飲食及刷牙)回診檢查
3. 在所有牙齒及矯正器上塗牙菌斑顯示劑染色
4. 漱口至漱出的水顏色變淡
5. 以數位單眼相機Nikon D80拍攝口內相片(圖2-33)
6. 利用景興影像分析軟體(PIA)比較一般矯正器及包覆鐵氟龍薄膜之矯正器牙菌斑附著面積百分比

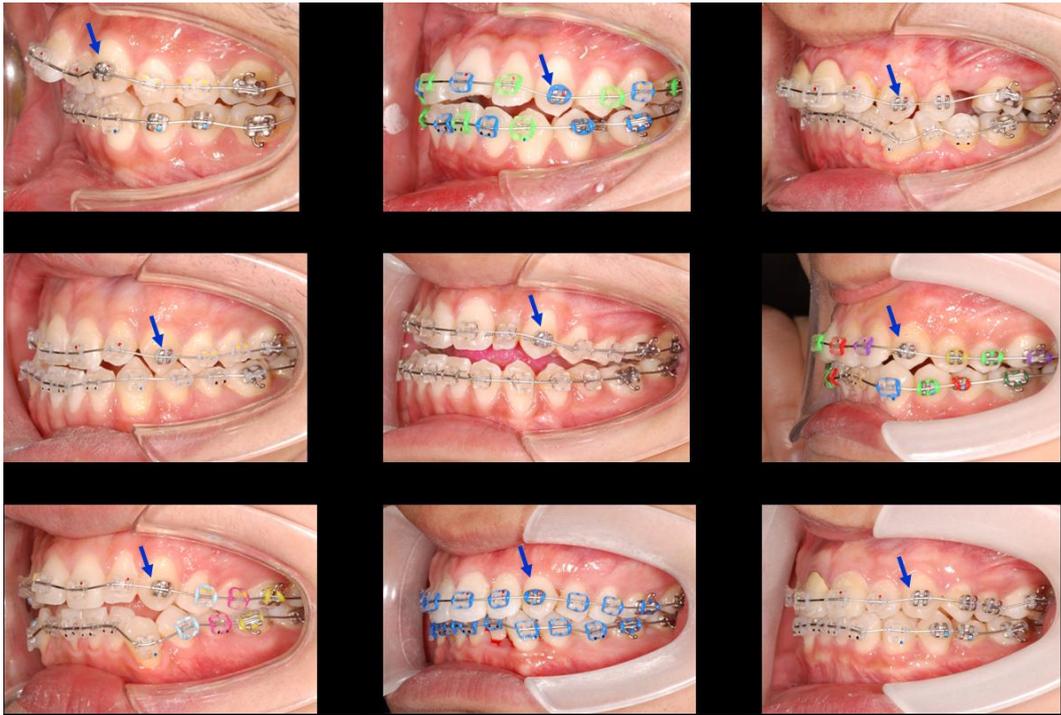


圖 2-32 受試者黏上矯正器及綁上矯正線的第一天

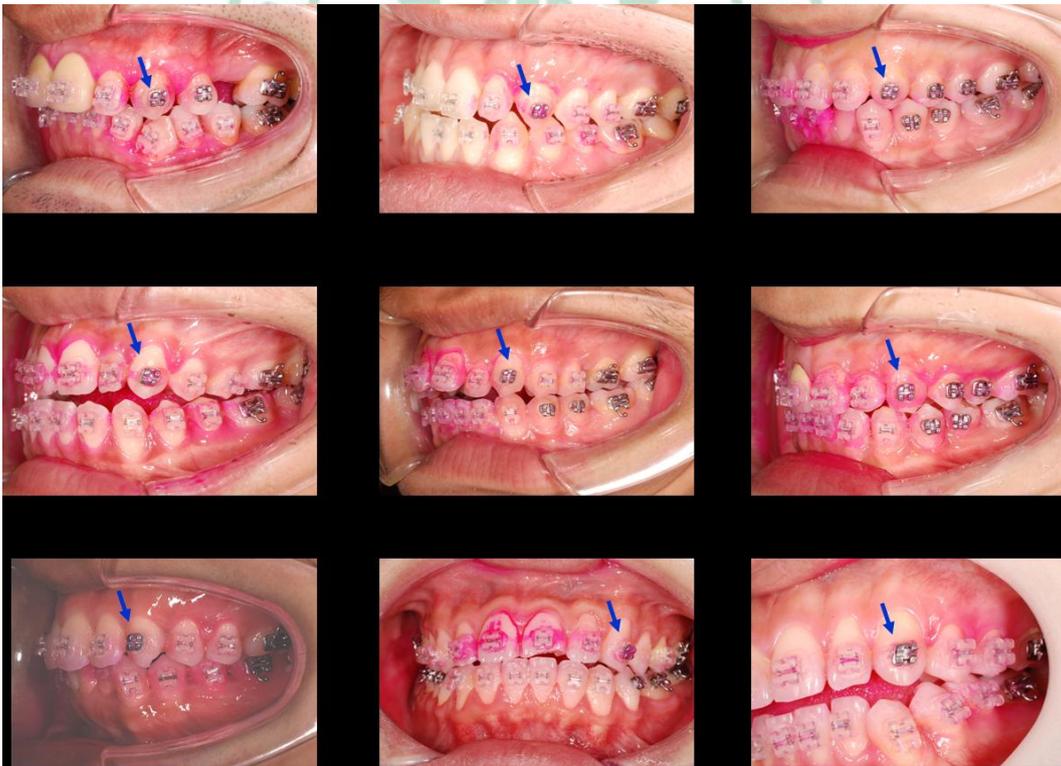


圖 2-33 一個月後回診塗上牙菌斑顯示劑的情形

2-5 計算牙菌斑附著面積百分比的方法

口內實驗的部分，因為無法用秤重量的方式得知附著量，所以用計算牙菌斑附著面積百分比的方式來比較。計算的步驟如下：

1. 以數位單眼相機 Nikon D80 拍攝口內相片，再以 power point 裁切掉矯正器以外的部分(圖 2-34)
2. 描繪矯正器的外型(圖 2-35)
3. 選取整個矯正器設為型板(圖 2-36)
4. 把矯正器以外的部分改成白色背景(圖 2-37)
5. 計算矯正器的面積(圖 2-38)
6. 選白色以外的顏色(ex:綠色)顯示計算出的矯正器的面積 A1(顯示綠色文字)(圖 2-39)
7. 消除矯正器型板(圖 2-40)
8. 選擇自動型板工具(圖 2-41)
9. 選取欲計算部分的顏色(ex:有牙菌斑顯示劑染色處)(圖 2-42)
10. 選取的部分成為型板(圖 2-43)
11. 計算型板面積(此時計算的是牙菌斑附著的面積)(圖 2-44)
12. 得到型板面積(此時得到的是牙菌斑附著的面積 A2)(圖 2-45)
13. $A2(\text{牙菌斑附著面積})/A1(\text{矯正器面積})$ 即牙菌斑附著面積百分比

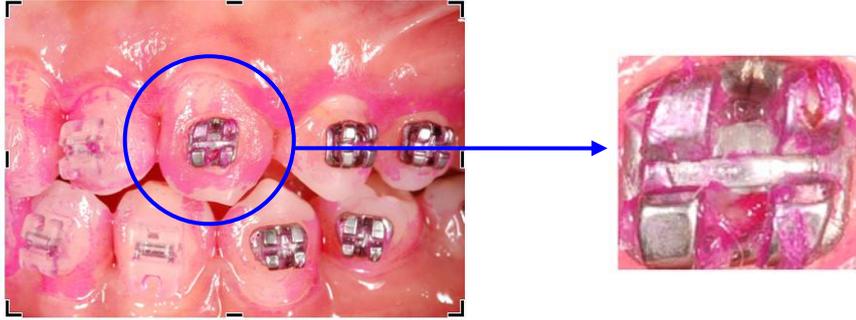


圖 2-34 裁切掉不要的部位

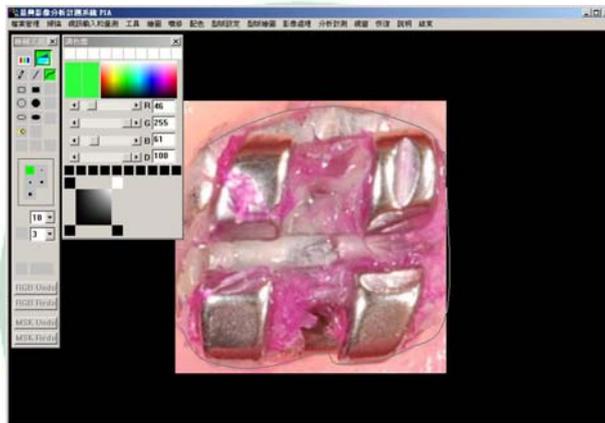


圖 2-35 描繪外型

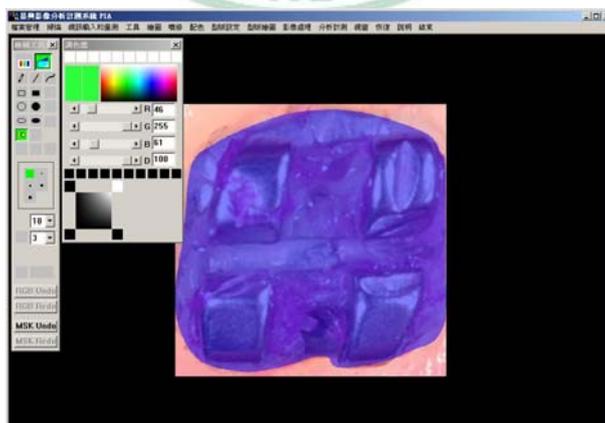


圖 2-36 設為型板

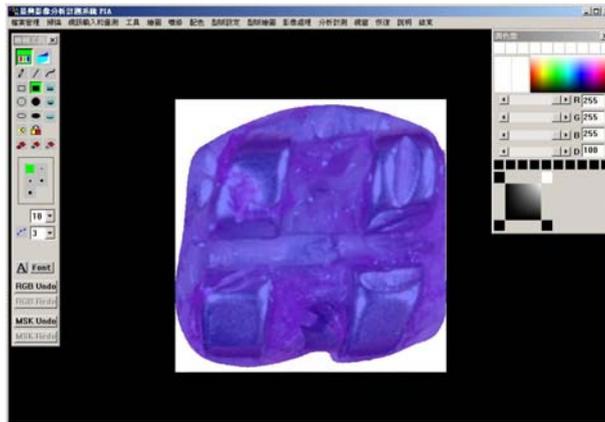


圖 2-37 去除背景



圖 2-38 計算矯正器的面積

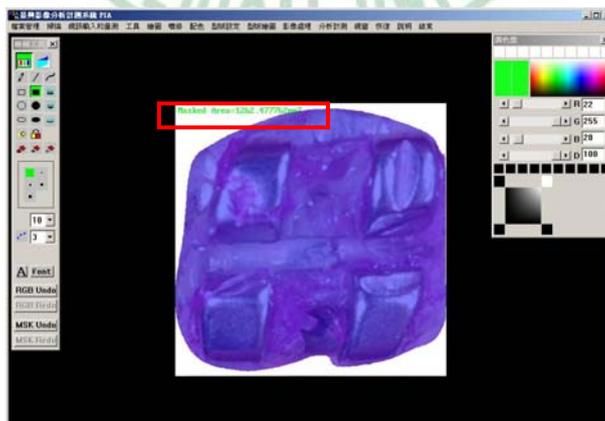


圖 2-39 面積以綠色文字顯示

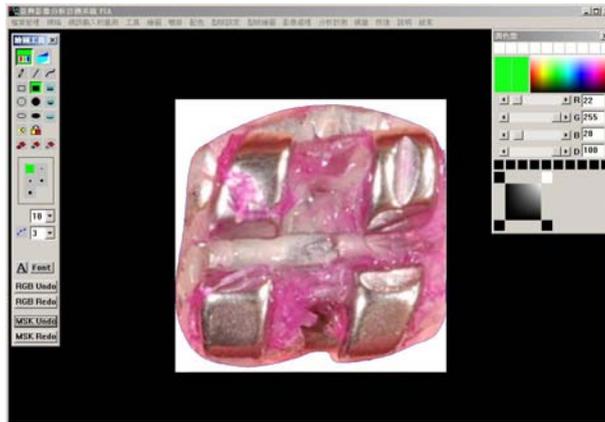


圖 2-40 消除型板

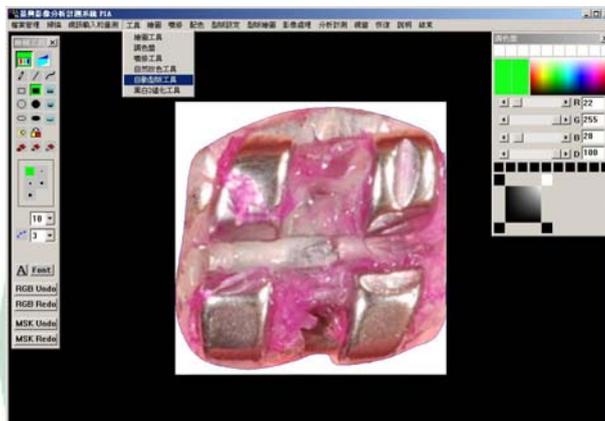


圖 2-41 設定自動型板

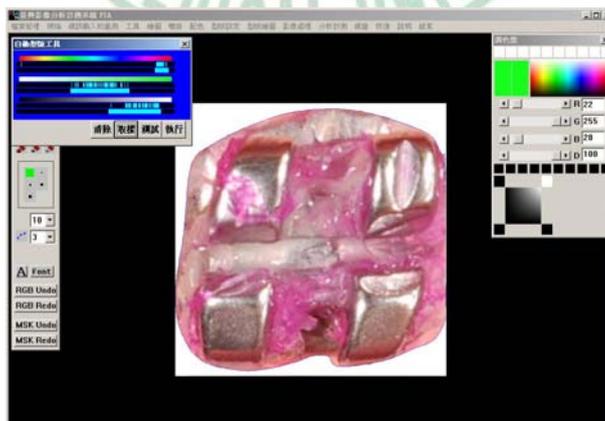


圖 2-42 選取型板顏色

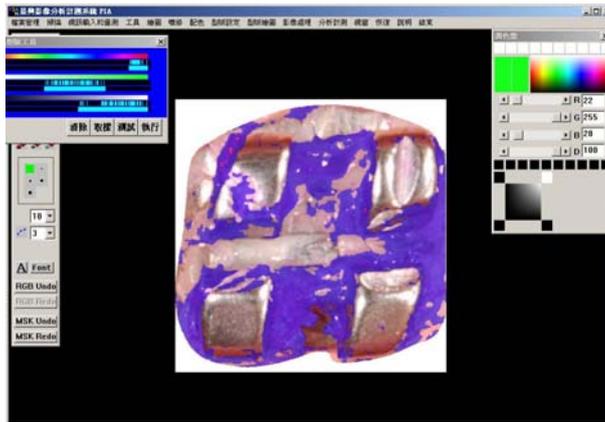


圖 2-43 選取處成為型板



圖 2-44 計算型板面積

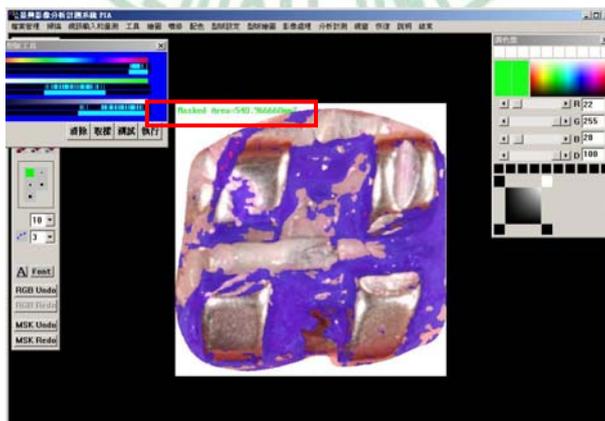


圖 2-45 得到型板面積

2-6 資料的分析和統計

得到所有試驗樣本的實驗數據後，便進行資料的統計分析，使用的分析方法是雙樣本 t 檢定(two-sample t-test)以及無母數方法(Wilcoxon rank sum test)，運用的軟體是 SAS 9.1.3 以及 SPSS 13.0 for Windows[®]，繪製表格的軟體是 Excel。

我們分析的變數包含矯正器是否經過表面鐵氟龍處理、浸泡食物的種類、是否模擬漱口，以及臨床試驗，以了解這些變數對實驗結果的影響是否有統計學上的差異，以 $p < 0.05$ 代表有顯著的意義(以*表示)，並將所得各組平均值、標準差繪製成表格。



第三章 研究結果

3-1 附著物重量增加百分比

浸泡芝麻糊部分，實驗結果由表 3-1 可知，一般矯正器(NSR)與鐵氟龍矯正器(TSR)同在浸泡芝麻糊 10 分鐘後馬上漱口的狀況下，一般矯正器之平均重量增加百分比為 0.37%，而鐵氟龍矯正器則沒有任何沾黏。

表 3-1 一般矯正器與鐵氟龍矯正器浸泡芝麻糊後馬上漱口的比較

NSR	$\Delta W(\text{mg})$	$\Delta W/W_0(\%)$	TSR	$\Delta W(\text{mg})$	$\Delta W/W_0(\%)$
1	0.21	0.4151839	1	0	0
2	0.23	0.4542761	2	0	0
3	0.3	0.5909001	3	0	0
4	0.21	0.4121688	4	0	0
5	0.15	0.2948113	5	0	0
6	0.23	0.4486929	6	0	0
7	0.16	0.3188521	7	0	0
8	0.2	0.3910068	8	0	0
9	0.09	0.177026	9	0	0
10	0.1	0.1949318	10	0	0
平均	0.188	0.369785	平均	0	0

NSR: 一般矯正器浸泡芝麻糊馬上漱口

TSR: 鐵氟龍矯正器浸泡芝麻糊馬上漱口

由表 3-2 可知，一般矯正器(NSr)與鐵氟龍矯正器(TSr)同在浸泡芝麻糊 10 分鐘後，在空氣中靜置 10 分鐘後再漱口的狀況下，一般矯正器之平均重量增加百分比為 0.64%，而鐵氟龍矯正器則為 0.12%，雖有沾黏的狀況，但程度遠小於一般矯正器。

表 3-2 一般矯正器與鐵氟龍矯正器浸泡芝麻糊後，在空氣中靜置 10 分鐘後再漱口的比較

NSr	$\Delta W(\text{mg})$	$\Delta W/W0(\%)$	TSr	$\Delta W(\text{mg})$	$\Delta W/W0(\%)$
1	0.21	0.424757	1	0.04	0.088222
2	0.22	0.438684	2	0.01	0.021673
3	0.21	0.415102	3	0.05	0.108108
4	0.25	0.502614	4	0.04	0.087527
5	0.37	0.734564	5	0.07	0.155486
6	0.28	0.567491	6	0.05	0.107434
7	0.3	0.599161	7	0.04	0.086599
8	0.19	0.376089	8	0.06	0.133304
9	0.98	1.904022	9	0.11	0.241599
10	0.24	0.473747	10	0.08	0.177384
平均	0.325	0.643623	平均	0.055	0.120734

NSr: 一般矯正器浸泡芝麻糊靜置 10 分鐘後再漱口

TSr: 鐵氟龍矯正器浸泡芝麻糊靜置 10 分鐘後再漱口

浸泡煉乳的部分，實驗結果由表 3-3 可知，一般矯正器(NMR)與鐵氟龍矯正器(TMR)同在浸泡煉乳 10 分鐘後馬上漱口的狀況下，一般矯正器之平均重量增加百分比為 3.08%，而鐵氟龍矯正器則為 0.67%，雖有沾黏的狀況，但程度遠小於一般矯正器。

表 3-3 一般矯正器與鐵氟龍矯正器浸泡煉乳後馬上漱口的比較

NMR	△W(mg)	△W/W0(%)	TMR	△W(mg)	△W/W0(%)
1	1.59	3.190209	1	0.32	0.593252
2	1.46	2.932905	2	0.4	0.757146
3	1.13	2.232319	3	0.47	0.886291
4	1.68	3.365385	4	0.42	0.912448
5	1.45	2.887296	5	0.17	0.316987
6	1.21	2.395091	6	0.21	0.451807
7	1.53	3.075995	7	0.19	0.363219
8	1.64	3.247525	8	0.37	0.802951
9	1.39	2.825203	9	0.49	0.917775
10	2.28	4.654011	10	0.39	0.737519
平均	1.536	3.080594	平均	0.343	0.673939

NMR: 一般矯正器浸泡煉乳馬上漱口

TMR: 鐵氟龍矯正器浸泡煉乳馬上漱口

由表 3-4 可知，一般矯正器(NMr)與鐵氟龍矯正器(TMr)同在浸泡煉乳 10 分鐘後，在空氣中靜置 10 分鐘後再漱口的狀況下，一般矯正器之平均重量增加百分比為 7.29%，而鐵氟龍矯正器則為 4.56%，雖有沾黏的狀況，但程度遠小於一般矯正器。

表 3-4 一般矯正器與鐵氟龍矯正器浸泡煉乳後，在空氣中靜置 10 分鐘後再漱口的比較

NMr	$\Delta W(\text{mg})$	$\Delta W/W_0(\%)$	TMr	$\Delta W(\text{mg})$	$\Delta W/W_0(\%)$
1	3.48	6.873395	1	2.64	5.710578
2	4.24	8.539778	2	1.11	2.403638
3	4.4	8.840667	3	1.88	4.162054
4	3.74	7.475515	4	2.17	4.745244
5	3.68	7.234126	5	1.83	4.013158
6	3.44	6.855321	6	1.68	3.725055
7	2.92	5.787909	7	1.87	4.016323
8	3.99	7.908821	8	2.8	6.215316
9	2.79	5.57554	9	2.94	5.412371
10	3.98	7.837731	10	2.43	5.246114
平均	3.666	7.29288	平均	2.135	4.564985

NMr: 一般矯正器浸泡煉乳靜置 10 分鐘後再漱口

TMr: 鐵氟龍矯正器浸泡煉乳靜置 10 分鐘後再漱口

將 8 組結果繪製成長條圖(圖 3-1)作比較，可發現在同食物同漱口狀態下，鐵氟龍矯正器的沾黏重量增加百分比都小於一般矯正器，可見將矯正器作鐵氟龍表面處理後，能提升抗沾黏的效果。統計結果將於 3-3 節中詳述。

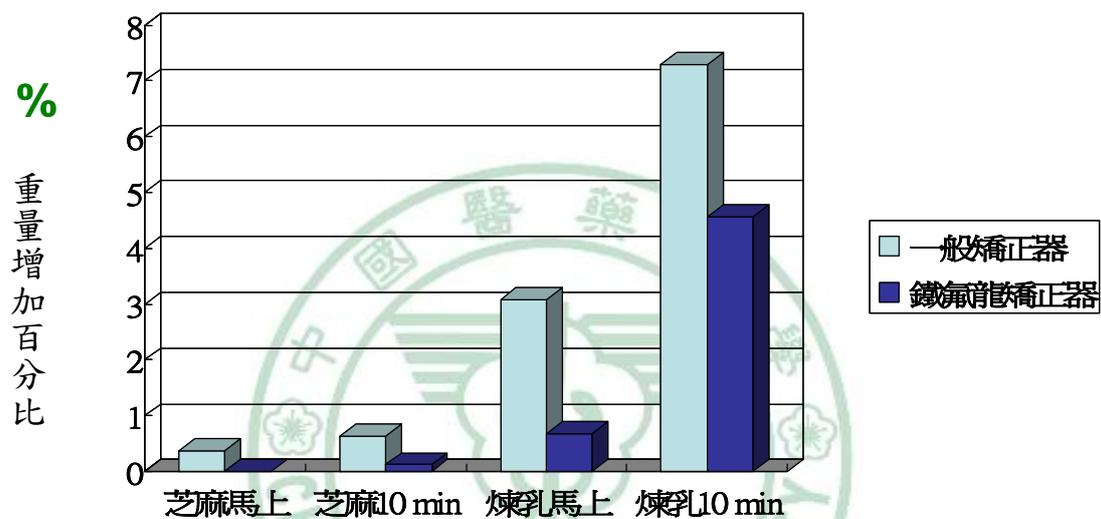


圖 3-1 一般矯正器與鐵氟龍矯正器食物沾黏重量增加百分比之長條圖比較

3-2 牙菌斑附著面積百分比

口內實驗的部分，利用景興影像分析軟體 PIA 得到牙菌斑附著面積百分比的實驗數據如下表：

表 3-5 鐵氟龍矯正器(T)與一般矯正器(N)的牙菌斑附著面積百分比

T	A1	A2	A1/A2(%)	N	A1	A2	A1/A2(%)
1	521.361	1249.725	41.71806	1	854.945	1880.211	45.47069
2	463.504	1165.059	39.78374	2	386.014	1931.652	19.98362
3	520.952	1577.961	33.01425	3	376.831	1756.677	21.45135
4	637.124	1391.381	45.79076	4	283.778	1761.982	16.10561
5	229.748	1600.527	14.35452	5	646.701	1709.337	37.83344
6	53.541	1296.177	4.130686	6	801.074	2077.1	38.56694
7	135.018	1702.699	7.929646	7	500.722	1599.961	31.29589
8	394.853	1194.792	33.04784	8	636.515	1498.907	42.46528
9	193.742	1156.835	16.74759	9	548.273	1273.064	43.0672
平均			26.27968	平均			32.91556

由實驗結果(表 3-5)及長條圖(圖 3-2)顯示：一個月後鐵氟龍矯正器之平均牙菌斑附著面積百分比為 26.28%，而一般矯正器為 32.92%，鐵氟龍矯正器之牙菌斑沾黏面積比一般矯正器少了 6.65%，雖然薄膜有部分脫落的情況，但放矯正線的凹槽(slot)部位明顯比較乾淨(圖 3-3)，這個結果預期對於摩擦力的降低會有幫助。

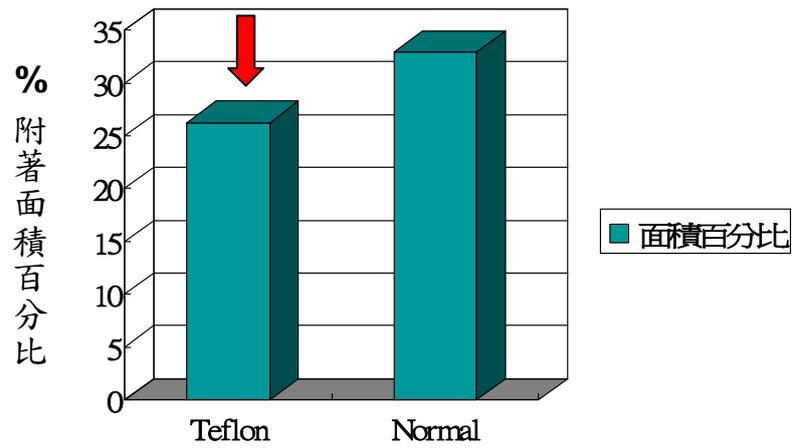


圖 3-2 一般矯正器與鐵氟龍矯正器牙菌斑附著面積百分比之長條圖



圖 3-3 矯正器上以牙菌斑顯示劑染色後之牙菌斑分部情形 (左：一般矯正器，右：鐵氟龍矯正器)

3-3 口外實驗統計分析結果

1. 把 8 組口外實驗結果得到的 80 筆資料整理成如圖 3-4 的形式，8 種實驗組合分別如表 2-1 之編號 1~8 所示。
2. 為了方便統計的進行，將矯正器材質、食物、漱口三個因子分別重新命名如下，並整理如表 3-6：

矯正器材質：M_type=1 代表 N-一般矯正器

M_type=0 代表 T-鐵氟龍矯正器

食物：F_type=1 代表 S-泡芝麻糊

F_type=0 代表 M-泡煉乳

漱口：R_type=1 代表 R-馬上漱口

R_type=0 代表 r-等 10 分鐘再漱口

表 3-6 實驗因子代號表

實驗因子	代表意義	數值
矯正器材質 (M_type)	一般矯正器	1
	鐵氟龍矯正器	0
食物材質 (F_type)	芝麻糊	1
	煉乳	0
漱口時機 (R_type)	馬上漱口	1
	等 10 分鐘再漱口	0

	Group	ID	P	P+W0	P+W1	ΔW	W0	$\Delta W/W0(\%)$	M_type	F_type	R_type
1	1	1	48.1	98.68	98.89	0.21	50.58	0.4151838671	1	1	1
2	1	2	47.65	98.28	98.51	0.23	50.63	0.4542761209	1	1	1
3	1	3	56.05	106.82	107.12	0.3	50.77	0.5909001379	1	1	1
4	1	4	68.2	119.15	119.36	0.21	50.95	0.4121687929	1	1	1
5	1	5	59.72	110.6	110.75	0.15	50.88	0.2948113208	1	1	1
6	1	6	55.13	106.39	106.62	0.23	51.26	0.448692938	1	1	1
7	1	7	60.42	110.6	110.76	0.16	50.18	0.3188521323	1	1	1
8	1	8	65.88	117.03	117.23	0.2	51.15	0.3910068426	1	1	1
9	1	9	59.86	110.7	110.79	0.09	50.84	0.1770259638	1	1	1
10	1	10	58.13	109.43	109.53	0.1	51.3	0.1949317739	1	1	1
11	2	1	48.17	97.61	97.82	0.21	49.44	0.4247572816	1	1	0
12	2	2	47.86	98.01	98.23	0.22	50.15	0.4386839482	1	1	0
13	2	3	56.26	106.85	107.06	0.21	50.59	0.4151017988	1	1	0
14	2	4	68.46	118.2	118.45	0.25	49.74	0.5026135907	1	1	0
15	2	5	60.08	110.45	110.82	0.37	50.37	0.7345642247	1	1	0
16	2	6	55.52	104.86	105.14	0.28	49.34	0.5674908796	1	1	0

圖 3-4 以 SAS 9.1.3 統計分析軟體作分析

3. 各種狀態下矯正器之抗沾黏方面的表現，outcome variable 為 $\Delta W/W0(\%)$ ，百分比愈高代表抗沾黏的表現愈差，下表為各狀態的基本統計量。

Analysis Variable : $\Delta W/W0(\%)$									
Group	N Obs	N	Mean	Std	Min	25th	50th	75th	Max
1 NSR	10	10	0.37	0.13	0.18	0.29	0.4	0.45	0.59
2 NSr	10	10	0.64	0.46	0.38	0.42	0.49	0.6	1.9
3 NMR	10	10	3.08	0.66	2.23	2.83	3	3.25	4.65
4 NMr	10	10	7.29	1.07	5.58	6.86	7.35	7.91	8.84
5 TSR	10	10	0	0	0	0	0	0	0
6 TSr	10	10	0.12	0.06	0.02	0.09	0.11	0.16	0.24
7 TMR	10	10	0.67	0.23	0.32	0.45	0.75	0.89	0.92
8 TMr	10	10	4.56	1.13	2.4	4.01	4.45	5.41	6.22

4. 下圖為 8 種情形的長條圖，上方數值代表各組之抗沾黏表現平均數。

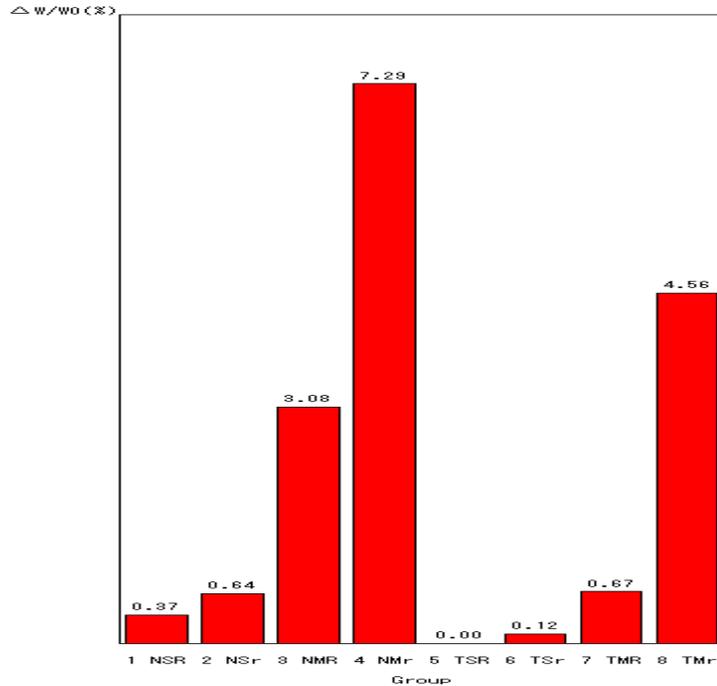


圖 3-5 八組實驗數據平均值之長條圖

5. 將 8 種組合視為一個因子，執行一因子變異數分析(one-way ANOVA)，並以事後檢定(multiple comparisons)之 Tukey 方法，檢定 8 種情形中是哪些組別顯著地與他組不同，結果為 $NMr > TMr > NMR > TMR = NSr = NSR = TSr = TSR$ ，也就表示一般矯正器泡煉乳等 10 分鐘漱口 > 鐵氟龍矯正器泡煉乳等 10 分鐘漱口 > 一般矯正器泡煉乳馬上漱口 > 其他五種實驗組，這五種實驗組之間沒有顯著不同。

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: $\Delta W/W_0(\%)$

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	494.79	70.6843	181.36	<.0001
Error	72	28.062	0.38975		
Corrected Total	79	522.852			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	_COL7 Mean
0.946329	29.8234	0.6243	2.09332

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Group	7	494.79	70.6843	181.36	<.0001

Means with the same letter are not significantly different.			
Tukey Grouping	Mean	N	Group
A	7.2929	10	4
B	4.565	10	8
C	3.0806	10	3
D	0.6739	10	7
D	0.6436	10	2
D	0.3698	10	1
D	0.1208	10	6
D	0	10	5

4>8>3>7=2=1=6=5

NMr > TMr > NMR > TMR = NSr = NSR = TSr = TSR

6. 探討一般矯正器及包覆鐵氟龍薄膜之矯正器，對於下列 3 種情形

在抗沾黏方面的表現是否有差異：

1. 有無鐵氟龍表面處理(表 3-7)
2. 有無馬上漱口(表 3-8)
3. 不同食物(表 3-9)

表 3-7 有無鐵氟龍表面處理之矯正器其抗沾黏之比較

		矯正器種類		p-value	
		T-鐵氟龍	N-一般	t-test	Wilcoxon
煉乳	10 分鐘後	4.56±1.13	7.3±1.07	<.0001	0.0004
煉乳	馬上	0.67±0.23	3.1±0.66	<.0001	0.0002
芝麻糊	10 分鐘後	0.12±0.06	0.6±0.46	0.0054	0.0002
芝麻糊	馬上	0±0.00	0.4±0.13	<.0001	<.0001

表 3-8 有無馬上漱口在抗沾黏效果之比較

		漱口型態		p-value	
		r-等 10 分鐘 再漱口	R-馬上漱 口	t-test	Wilcoxon
鐵氟龍矯正器	煉乳	4.56±1.13	0.7±0.23	<.0001	0.0002
鐵氟龍矯正器	芝麻糊	0.12±0.06	0±0.00	0.0001	<.0001
一般矯正器	煉乳	7.29±1.07	3.1±0.66	<.0001	0.0002
一般矯正器	芝麻糊	0.64±0.46	0.4±0.13	0.0957	0.0211

表 3-9 不同食物在抗沾黏效果之比較

		食物種類		p-value	
		M-煉乳	S-芝麻糊	t-test	Wilcoxon
鐵氟龍矯正器	10 分鐘	4.56±1.13	0.1±0.06	<.0001	0.0002
鐵氟龍矯正器	馬上	0.67±0.23	0±0.00	<.0001	<.0001
一般矯正器	10 分鐘	7.29±1.07	0.6±0.46	<.0001	0.0002
一般矯正器	馬上	3.08±0.66	0.4±0.13	<.0001	0.0002

由於每組樣本數只有 10 個，因此同時採下列兩種檢定方法作檢定：

- A. 雙樣本 t 檢定(two-sample t-test)：檢定兩組之平均數是否相同。
- B. 無母數方法(Wilcoxon rank sum test)：檢定兩組之中位數是否相同。

統計結果顯示：

- I. 在同食物同漱口狀態下，一般矯正器與鐵氟龍矯正器的沾黏重量增加百分比用上述兩種統計方法檢定，在統計上都是有差異的，由此可知，將一般矯正器作鐵氟龍表面處理後，具有自淨作用的效果。
- II. 在同矯正器材質同食物狀態下，馬上漱口與靜置 10 分鐘後再漱口的沾黏重量增加百分比用上述兩種統計方法檢定，除了鐵氟龍矯正器泡芝麻糊有無馬上漱口在雙樣本 t 檢定統計上無差異外，其他在統計上都是有差異的，由此可知，飲食完後馬上漱口可以大幅減少食物的附著。
- III. 在同矯正器材質同漱口狀態下，浸泡芝麻糊與浸泡煉乳的沾黏重量增加百分比用上述兩種統計方法檢定，在統計上都是有差異的，由此可知，食物的性質會影響矯正器表面附著食物的重量，也會影響自淨效果。

7. 迴歸分析 Regression Analysis

目的：探討不同材質矯正器在各種狀態下之抗沾黏方面的表現是否有所差異，抗沾黏的測量以 $\Delta W/W_0(\%)$ 為 outcome variable，而以矯正器材質(M_type)、食物種類(F_type)、是否馬上漱口(R_type)為解釋變數，設定的模式如下。

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + \hat{\beta}_3 X_3$$

$$Y = \Delta W/W_0(\%)$$

$$X_1 = \text{M_type 矯正器材質}$$

$$X_2 = \text{F_type 食物種類}$$

$$X_3 = \text{R_type 是否馬上漱口}$$

由下表綠色區塊(表 3-10 迴歸分析表)得知，因 p -值(p -value)皆小於顯著水準 0.05，所以各因子對於抗沾黏的表現有顯著影響，參數估計值如下。

$$\hat{Y} = 4.21194 + 1.5038X_1 - 3.6196X_2 - 2.1245X_3$$

- A. 在固定食物種類及漱口態狀下，一般矯正器(M_type=1)比鐵氟龍矯正器(M_type=0)之平均抗沾黏表現較差($\hat{\beta}_1 = 1.5038$)。
- B. 在固定矯正器材質及漱口態狀下，泡芝麻糊(F_type=1)比泡煉乳(F_type=0)之平均抗沾黏表現較好($\hat{\beta}_2 = -3.6196$)。
- C. 在固定矯正器材質及食物種類下，馬上漱口(R_type=1)比等 10 分鐘再漱口 (R_type=0) 之平均抗沾黏表現較好 ($\hat{\beta}_3 = -2.1245$)。

表 3-10 迴歸分析表

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	397.701	132.567	80.5	<.0001
Error	76	125.151	1.64673		
Corrected Total	79	522.852			

Root MSE	1.28325	R-Square	0.7606
Dependent Mean	2.09332	Adj R-Sq	0.7512
Coeff Var	61.302		

Parameter Estimates						
Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	Intercept	1	4.21194	0.28694	14.68	<.0001
M_type		1	1.5068	0.28694	5.25	<.0001
F_type		1	-3.6196	0.28694	-12.61	<.0001
R_type		1	-2.1245	0.28694	-7.4	<.0001

3-4 口內實驗統計分析結果

以 SPSS 13.0 統計軟體，Mann-Whitney U Test 無母數統計的方法作口內實驗矯正器上牙菌斑附著面積百分比之統計分析(表 3-11)，結果如下：

表 3-11 Mann-Whitney U Test

Test Statistics^b

	deltawper
Mann-Whitney U	24.000
Wilcoxon W	52.000
Z	-.463
Asymp. Sig. (2-tailed)	.643
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.694 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: pia

Mann-Whitney U test

group	N	Mean Rank	deltawper	Sig.
鐵氟龍矯正器	9	7.43	24	.643
一般矯正器	9	8.5		

統計結果顯示：口內實驗的部分，一般矯正器與鐵氟龍矯正器之牙菌斑沾黏面積百分比在統計上是無明顯差異的，可能原因在稍後的章節 4-4-3 中會再討論。

第四章 研究討論

4-1 附著量之測量方法探討與文獻比較

4-1-1 附著重量之量測

在本實驗先前之 pilot study 中，一方面為了避免待測物上的附著物掉落而污染微量天平，另一方面也避免因附著物掉落而造成測量上重量的誤差，使用的是白色藥包紙作為測量矯正器重量的盛裝容器，由於實驗中浸泡完食物後為了減少水分誤差，有烘乾的步驟，在烤箱烘乾的同時，也將藥包紙中的水分帶走造成脫水的現象，重量也減輕了，拿到室溫一段時間後又慢慢吸收空氣中的水分而增加重量，所以後來改為使用重量不受溫度而改變也不會脫水的鋁箔紙作為盛裝容器，使測量過程更加準確而標準化，只要將浸泡後之(P + W1)減去實驗前之(P + W1)，由於 P 不變，即可得知附著物的重量 ΔW 。

本實驗和 2006 年的 Elham A. Elmsallati⁶⁰ 等學者研究儀器及方法很相似，他們用 Mettler AE 240 balance (Mettler instruments, Greifensee-Zurich, Switzerland, 可測至 10^{-4} 克重)測量根管器械使用前後重量差異，但測量時並未使用鋁箔紙當盛裝容器；而本研究所使用的微量電子分析天平 Analytical Balance (SHIMADZU AUW120D) 準確

度可達 10^{-5} 克重，且由於每顆矯正器的重量有些許差異，可能會造成矯正器的體積大小及表面積的不同，因此為求慎重起見，測量的是單位重量增加百分比，而過程中也有避免水分影響使用烤箱烘乾的步驟，並使用鋁箔紙當盛裝容器避免附著物掉落而造成實驗誤差，相信實驗方法是相當符合科學與標準化的。



4-1-2 附著面積之量測

口內實驗的部分為了不移動到矯正器上的附著物質，也就不能把矯正器從口內拆下來用秤重量的方式得知附著物質的量，因為拆除的過程中可能會使附著物質脫落，另一方面就算拆下來也無法得知附著在矯正器上黏著劑的重量，也就無從比較實驗前後矯正器重量差異，所以用照相計算附著面積的方式來作比較是相對較為理想的。

口腔內的牙菌斑顏色和齒色接近，在矯正器上並不是很明顯，牙菌斑顯示劑可使牙菌斑呈鮮豔的桃紅色，作出明顯的區別。

由於矯正器是一立體的物質，並不能在單一角度看到矯正器的每個面，在倒凹處的附著量其實是觀察不到的，2004年 DA Van Eldik⁶² 等人所作的一篇文獻中同樣使用附著面積的計測，不過研究方法不同的是，他們將待測物質翻轉並拍下每個面作分析，在口內我們並不能將矯正器前後左右翻轉去拍它的每個面，會有拍照角度的限制，所以本實驗在拍照時選擇以垂直矯正器的角度，以得到可量測的最大面積，捨棄其他較小的面積不計算，總括來說，口內實驗比較附著面積的結果，可以作為評估抗沾黏效果的參考及附著物的分佈狀況，但不能代表百分之百精確。

4-2 實驗設計之討論

4-2-1 浸泡食物之性質探討

在本實驗中之所以選擇芝麻糊及煉乳等變項，主要是因為在一般進餐的食物常包含非均質顆粒及黏性物質，而太稀的食物又無法比較出沾黏量的差異。在濃稠度足夠的食物中，芝麻糊測試正是模擬非均質食物的攝取，煉乳測試正是模擬均質及帶黏性食物的攝取，不管是食物顆粒卡在矯正器上，或是黏性食物黏在矯正器上，都是影響口腔衛生進而造成蛀牙及牙齦炎的原因，在實驗操作上不但可以將濃度藉由固定的水粉比例控制在一定的量，也不會因價格昂貴或具有毒性而造成負擔或污染，且為了避免芝麻糊沉澱造呈附著量太大的差異，還使用攪拌機使溶液中的顆粒呈均勻分散狀態，雖然芝麻糊及煉乳只是眾多食物中的其中二種，已是目前能想到最適合本實驗的材料。

每個人的咀嚼習慣、用餐次數、偏好食物種類硬度、唾液酵素及刷牙頻率等差異相當大，要針對這幾個項目加以控制及標準化是非常困難的，藉由實驗室的模擬或許仍是目前比較可以掌握，在未來的實驗或許也可以進一步討論。

4-2-2 模擬漱口之探討

在本實驗中模擬漱口的方式是用磁石攪拌機(圖 2-17)以固定轉速攪拌清水造成水流，目的是使漱口的步驟更加標準化，避免人為因素抖落過多或過少的附著物造成誤差。

在 pilot study 中曾選擇浸泡完食物不漱口的方式，但結果比較不出一般矯正器與鐵氟龍矯正器在附著重量上的差異，原因可能是矯正器在型態上有許多微細的突起、凹槽與倒凹，非常容易卡住食物，而我們在包覆鐵氟龍薄膜時，也致力於盡量使薄膜深入縫隙，服貼於矯正器表面，如此一來，更顯示不出鐵氟龍抗沾黏的效果。

自小我們就被教導飲食完後要漱口保持清潔，而生活中也可發現剛使用過的食器若馬上沖洗，是很容易沖洗乾淨的，反之放一段時間再沖洗的，便要花很多時間才能沖掉甚至需要刷洗才會乾淨，於是想到利用本實驗做個驗證，證明漱口本身是否有助於口腔清潔？幫助到什麼程度？而漱口的時機，吃完馬上漱口或等 10 分鐘後再漱口是否有差別？也是值得探討的。

實驗與統計結果證實，馬上漱口比等 10 分鐘後再漱口更具有清潔效果，但不能完全清除附著物，此外，在同食物同漱口的狀況下，包覆鐵氟龍薄膜的矯正器沾附食物的量遠小於一般金屬矯正器。

4-3 實驗結果討論

口外實驗的結果中，其抗沾黏表現優劣依序由表 4-1 可得知，有鐵氟龍表面處理過的矯正器(T)附著的量明顯比一般矯正器少，浸泡食物黏稠度低(S：芝麻糊)的附著量也較少，進食後立刻漱口(R)也會大幅減少附著物的量。由此實驗可知，使用鐵氟龍矯正器配合漱口及適當飲食，可以減少食物附著，並幫助矯正患者得到較好的口腔衛生。

表 4-1 抗沾黏結果比較

編號	組別代號	矯正器類型	浸泡食物材質	漱口時機	重量增加百分比平均值(%)	抗沾黏表現
1	NSR	一般	芝麻糊	馬上漱口	0.37	3
2	NSr	一般	芝麻糊	等十分鐘後再漱口	0.64	4
3	NMR	一般	煉乳	馬上漱口	3.08	6
4	NMr	一般	煉乳	等十分鐘後再漱口	7.29	8(最劣)
5	TSR	鐵氟龍	芝麻糊	馬上漱口	0	1(最優)
6	TSr	鐵氟龍	芝麻糊	等十分鐘後再漱口	0.12	2
7	TMR	鐵氟龍	煉乳	馬上漱口	0.67	5
8	TMr	鐵氟龍	煉乳	等十分鐘後再漱口	4.56	7

4-4 鐵氟龍矯正器製作時之限制

4-4-1 矯正器之型態限制

齒顎矯正器的尺寸十分微小，單一最大尺寸約為 4mm，而其中 Horizontal Slot 的寬度為 0.3~0.6 mm 左右，深度在 0.7~1 mm 之內。Wing 下方造成的空隙與矯正器的曲面結構造成包覆鐵氟龍薄膜時的困難(圖 4-1)，此為最需克服的核心課題。

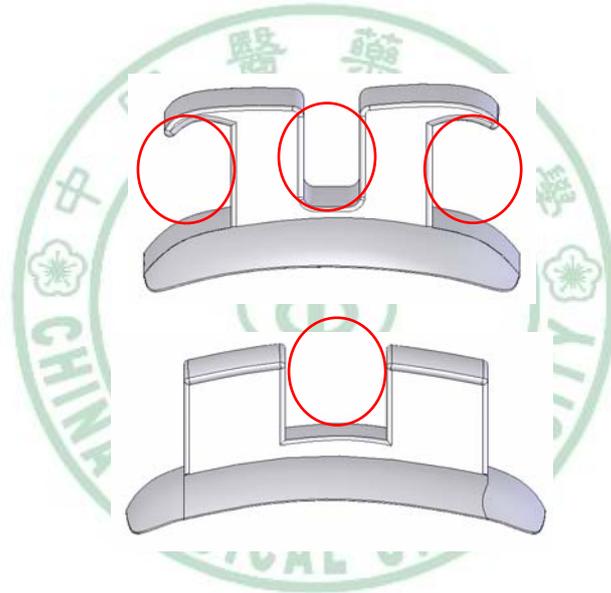


圖 4-1 矯正器型態造成鐵氟龍薄膜服貼困難處

4-4-3 加熱溫度及方向限制之探討

在先前的章節(2-2-2)中，曾提到壓合動作完成時，會使用熱風槍加熱鐵氟龍薄膜使之軟化並收縮，但工業用熱風槍的溫度最高為 270°C，只能達到鐵氟龍的軟化溫度(260°C)，倘若要使鐵氟龍與不銹鋼材質矯正器表面黏結在一起，得達到鐵氟龍的熔點 327°C；另一方面，由於壓合模具壓合時上下膜座之間空隙較小，熱風槍無法從四個方向均勻加熱鐵氟龍薄膜，只能從單一方向加熱(圖 2-12 右圖)，造成薄膜受熱不均與矯正器黏結度不足的問題，容易在日常飲食與刷牙時磨耗而自矯正器表面剝落(圖 3-3 右)，在鐵氟龍薄膜剝落的部分，由於表面變粗糙，除了較容易在此聚集食物殘渣及牙菌斑等物質，也降低了抗沾黏的效果，使得在先前的統計分析中顯示出與一般矯正器無顯著差異的結果，此問題有待日後進一步的研究及儀器改良。

第五章 結論與展望

本實驗利用口外實驗及口內實驗來進行的測試，比較的是有無鐵氟龍表面處理、食物黏稠度不同及有無漱口造成的附著量的差異，以及牙菌斑附著面積百分比的比較，總結本實驗所得之結果，整理出結論如下：

1. 包覆鐵氟龍薄膜的矯正器明顯比一般金屬矯正器具有抗沾黏的特性。
2. 當食物黏性增加時，矯正器上所附著食物的量也會增加，雖然如此，包覆鐵氟龍薄膜的矯正器沾附食物的量還是遠小於一般金屬矯正器，可見鐵氟龍確實提供抗沾黏的效果。
3. 無論有無鐵氟龍表面處理，馬上漱口與靜置 10 分鐘後再漱口的沾黏重量增加百分比在統計上是有差異的，由此可知，飲食完後馬上漱口可以大幅減少食物的附著。
4. 包覆鐵氟龍薄膜矯正器的牙菌斑附著面積百分比比較小(但無統計上顯著差異)，且凹槽(slot)部位明顯比較乾淨，這個結果對於改善口腔衛生與降低摩擦力預期會有幫助。

雖然本實驗力求完美，但仍有未臻理想之處，基於不重覆使用的原則及樣本數量的考量，本實驗每組只有 10 個樣本，或許未來可以再進一步詳加設計，增加更多樣本數。另外，本實驗仍屬實驗室模擬，真正應用到口腔內的矯正器還會有其他因素的影響，例如咀嚼的影響，用餐次數、偏好食物種類硬度、刷牙頻率、唾液之酵素、細菌等都會造成附著量的差異，希望將來能再進一步進行口腔內的相關研究與摩擦力的比較。

臨床之應用方面，包覆鐵氟龍薄膜的矯正器明顯比一般金屬矯正器具有抗沾黏的特性，此特性可幫助矯正患者達到更好的口腔衛生，但於口內實驗中可得知鐵氟龍薄膜有部分脫落的狀況，為了要能抵抗日常飲食以及刷牙時的磨耗，鐵氟龍與矯正器間的服貼度與黏結度還要再改良，才能避免薄膜脫落及破損的狀況，提高臨床推展之可行性。

此外本實驗目前比較的是有無鐵氟龍表面處理的金屬矯正器的差異，將來也可進一步比較不同材質的矯正器，如塑膠及陶瓷加上鐵氟龍表面處理，或鐵氟龍硬度強化之射出加工成形矯正器，產生的結果或許又不相同。

參考文獻

1. Proffit, William R., Henry W. Field, Jr. Contemporary orthodontics 2nd edition.1992;266-276.
2. Glatz EGM, Featherstone JDB. Demineralization related to orthodontic bands and brackets—a clinical study. Am J Orthod 1985;87:87.
3. Chang H. S. Walsh L. J. Freer T. J. Enamel demineralization during orthodontic treatment. Aetiology and prevention. Australian Dental Journal 1997;42:(5):322-7
4. kusy RP, Whitley JQ. Coefficients of friction for arch wires in stainless steel and polycrystalline alumina bracket slots. I. The dry state. Am J Orthod Dentofac Orthop 1990;98:300-312
5. kusy RP, Whitley JQ.Prewitt MJ. Comparison of the frictional coefficients for selected archwire-bracket slot combinations in the dry and wet states. Angle Orthod 191;61:293-301
6. Schumacher H-A, Bourauel C, Drescjer D. Das Friktionsverhalten von Keramilkbrackets bei der bogengeführten Zahnbewegung. Fortschr Kieferorthop 1990;51:259-265.
7. Pratten DH, Popli K, Germane N, Gunsolley JC. Frictional resistance of ceramic and stainless steel orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofac Orthop 1990;98:398-403
8. Angolker PV, Kapila S, Duncanson MG, Nanda RS. Evaluation of friction between ceramic brackets and orthodontic wires of four alloys. Am J Orthod Dentofac Orthop 1990;98:449-506
9. Bednar JR, Gruendeman GW, Sandrik JL. A comparative study of frictional forces between orthodontic brackets and arch wires. Am J Orthod Dentofac Orthop 1991;100:513-522
10. Ireland AJ, Sheriff M, McDonald F. Effect of bracket and wire composition on frictional forces. Euroop J Orthod 1991;13:322-328.
11. Tanne K, Matsubara S, Shibaguchi T, Sakuda M. Wire friction from ceramic brackets during simulated canine retraction. Angle Orthod 1991;61:285-290.

12. Tobolsky A V., Mark H F. 聚合物材料學1978 p.310~311
13. Plunkett R.J., U.S. Pat., 1941,2,230,654
14. Bunn C. W., Polym. J. Sci 1995, 16, 332
15. 蔡宏斌, "氟碳聚合體(1): PTFE", 科儀新知, 1992.8, 第十四卷第四期, 89
16. 曾勝群, 利用丙烯酸電漿聚合法對雙軸延伸PTFE表面改質之研究, 私立中原大學化學研究所碩士學位論文
17. 林佩穎, 以電漿放射光譜技術探討電漿表面改質高分子膜之研究, 私立中原大學化學工程學系碩士學位論文
18. Ricky Fu K.Y. , Mei Y.F. , Wan G.J. , Siu G.G. , Paul Chu K. , Huang Y.X. , Tian X.B. , Yang S.Q. , Chen J.Y. Surface composition and surface energy of Teflon treated by metal plasma immersion ion implantation. Surface Science 573 (2004) 426–432
19. Chandy T., Das G. S., Wilson R.F., Rao G. H. R., "Use of plasma glow for surface-engineering biomolecules to enhance bloodcompatibility of Dacron and PTFE vascular prosthesis.", Biomaterials 7,699 (2000).
20. Theodore M. Roberson, Harald O. Heymann, Edward J. Swift, Jr. Art and science of operative Dentistry. Fifth edition 2006 p.65-102
21. Bibby BG, Mundorff SA, Zero DT, and Almekinder KJ Oral food clearance and the pH of plaque and saliva. Journal of the American Dental Association, 1986 Vol 112, Issue 3, 333-337
22. Fermin A. Carranza Takei, Klokkevold, Newman Clinical periodontology. Tenth edition 2006 p.362-372
23. TAN A. E. S., BRYAN WADE A. The role of visual feedback by a disclosing agent in plaque control. Journal of Clinical Periodontology Volume 7 Issue 2 Page 140-148, April 1980
24. Lundström F, Krasse B. *Streptococcus mutans* and lactobacilli frequency in orthodontic patients; the effect of chlorhexidine treatments. Eur J Orthod 1987;9:109-16.
25. Rosenbloom RG, Tinanoff N. Salivary *Streptococcus mutans* levels in patients before, during, and after orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop 1991;100:35-7.

26. Scheie AA, Arneberg P, Krogstad O. Effect of orthodontic treatment on prevalence of *Streptococcus mutans* in plaque and saliva. Scand J Dent Res 1984;92:211-7.
27. Emilson CG, Krasse B. Support for and implication of the specific plaque hypothesis. Scand J Dent Res 1985;93:96-104.
28. Bjarnason S, Kohler B, Wagner K. A longitudinal study of dental caries and cariogenic microflora in a group of young adults from Goteborg. Swed Dent J 1993;17:191-9.
29. Scheie AA, Arneberg P, Krogstad O. Effect of orthodontic treatment on prevalence of *Streptococcus mutans* in plaque and saliva. Scand J Dent Res 1984;92:211-7.
30. Mizrahi E. Enamel demineralisation following orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop 1982;82:62-7.
31. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. Am J Orthod 1982;81:93-8.
32. Mitchell L. Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances – an overview. Br J Orthod 1992;19:199-205.
33. Øgaard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: A study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop 1989;96:423-7.
34. Artun J, Brobakken BO. Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multibanded appliances. Eur J Orthod 1986; 8: 229–34.
35. Isono Ayumi, Shimada Tatsuo, Amano Kiyoshi, Kuwahara Yosuke. Caries risk evaluation in orthodontic patients treated with multi-bracket appliances. Tsurumi University Dental Journal 261-272(2001)
36. Zachrisson, S. and Zachrisson. B.U. 1972. Gingival condition associated with orthodontic treatment. Angle Orthod. 42, 26-34.
37. Kloehn, J.S. and Pfeifer J.S. 1974. The effect of orthodontic treatment on the periodontium. Angle Orthod. 44, 127-134.
38. Alstad, S. and Zachrisson B.U. 1979. Longitudinal study of periodontal condition associated with orthodontic treatment in adolescents. Am. J. Orthod. 76, 277-286.

39. Trossello, V.K. and Gianelly A.A. 1979. Orthodontic treatment and periodontal status. *J. Periodontol.* 50, 665-671.
40. Zachrisson, B.U. 1976. Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment. *Am. J. Orthod.* 69, 285-300.
41. Zachrisson, B.U. and Alnaes. L. 1973. Periodontal condition in orthodontically treated and untreated individuals I. Loss of attachment, gingival pocket depth and clinical crown height. *Angle Orthod.* 43, 402-411.
42. Lee Seung Mi, Yoo So Young, Kim Hwa-Sook, Kim Kwang-Won, Yoon Young-Joo, Lim Sung-Hoon, Shin Hee-Young and Kook Joong-Ki. Prevalence of Putative Periodontopathogens in Subgingival Dental Plaques from Gingivitis Lesions in Korean Orthodontic Patients. *The Journal of Microbiology*, June 2005, Vol. 43, No. 3 p.260-265
43. Øgaard B, Gjermo P, Rølla G Plaque-inhibiting effect in orthodontic patients of a dentifrice containing stannous fluoride. *American Journal of Orthodontics* 1980; 78 : 266 – 272
44. Shapira L, Shapira M, Tandlich M, Gedalia I Effect of amine fluoride stannous fluoride containing toothpaste (Meridol) on plaque and gingivitis in adults: a six-month clinical study. *Journal of International Academic Periodontology* 1999; 1 : 117 – 120
45. Warrick J M, Miller L L, Doan E J, Stookey G K Caries-preventive effects of sodium and amine fluoride dentifrices. *American Journal of Dentistry* 1999;12: 9–13
46. Ogaard B., Afzelius Alm A., Larsson E. and Adolfsson U. A prospective, randomized clinical study on the effects of an amine fluoride/stannous fluoride toothpaste/mouthrinse on plaque, gingivitis and initial caries lesion development in orthodontic patients. *European Journal of Orthodontics* 28 (2006) 8–12
47. Basdra EK, Huber H, Komposch G, et al. Fluoride released from orthodontic bonding agents alter the enamel surface and inhibits enamel demineralization in vitro. *Am J Dentofac Orthop* 1996;109:466-472.
48. 高晓辉, 杨圣辉, 不同材質托槽對菌斑附著的實驗研究 *首都醫科大學學報* 2002年23卷3期 -257-258頁
49. Park J.H., GAKUNGA P.T., and AMAECHI B.T., Influence of Self-ligating Orthodontic Brackets on Plaque Accumulation in vitro. *Dental materials* 2006

50. Patrick Anhoury, DMD, MSD, Dan Nathanson, DMD, MSD, Christopher V. Hughes, DMD, PhD, Sigmund Socransky, DDS, Magda Feres, DMD, DSc, and Laisheng Lee Chou, DMD, PhD Microbial Profile on Metallic and Ceramic Bracket Materials. *The Angle Orthodontist*. 2002 Aug; 72(4) 338–343
51. United States Patent 5160260, Nov.3, 1992
52. 束螺, 丁寅, 曹勇, 付善民, 曹猛, 史真 纳米陶瓷塗層托槽的研制 實用口腔醫學杂志(J Pract Stomatol) 2005 Mar, 21 (2)
53. 郭莉, 丁寅, 束螺, 付善民, GUO Li , DING Yin , SHU Lei , FU Shan-Min 纳米TiO₂陶瓷塗層托槽對菌斑附著的影響 第四軍醫大學學報 2006年09期
54. Wittman H.P. et al Dental apparatus and methods U.S. Patented April.7 1970
55. Daniel Chasanoff Myles Z. Schneider Dental appliance U.S. Patented Sept. 27, 1977
56. Jos W. M. Meer, Dini Bulterman, Theda L. Van Zwet, Ine Elzenga-Claasen, Ralph Furth Culture of Mononuclear Phagocytes on A Teflon Surface to Prevent Adherence. *The Journal of Experimental Mmedicine* Vol 147, p.271-276 1978
57. David J. DeFranco, DMD, DMedSc; Robert E. Spiller Jr., DMD, MS; J. A. von Fraunhofer, MSc, PhD. Frictional resistances using various bracket-archwire combinations. *Angle Orthod*. 1995;65(1):63-74
58. Neumann P., Bourauel C., Jager A. Corrosion and permanent fracture resistance of coated and conventional orthodontic wires. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* 13 (2002) 141-147
59. Ramadan. A.A. Removing hepatitis C virus from polytetrafluoroethylene-coated orthodontic archwires and other dental instruments. *Eastern Mediterranean Health Journal*, Vol. 9, NO 3, 2003
60. Elham A. Elmsallati et al. Debris retention and wear in three different nickel-titanium rotary instruments. *Aust Endod J* 2006; 32: 107–111
61. Smith A. et al. Contaminated dental instruments. *Journal of Hospital Infection* 2002 51: 233-235
62. Van Eldik DA,* Zilm PS,† Rogers AH,‡ Marin PD A SEM evaluation of debris removal from endodontic files after cleaning and steam sterilization procedures. *Australian Dental Journal* 2004;49:(3):128-135

作者簡歷

姓名：游琬真

性別：女

生日：民國 67 年 12 月 7 日

學歷：中國醫藥大學牙醫學系第 18 屆 (86.9-92.6)

中國醫藥大學醫學研究所臨床牙醫學組 (95.7-97.7)

經歷：中國醫藥大學附設醫院牙科住院醫師 (92.7-93.6)

林口長庚總院牙科住院醫師(93.7-94.6)

現職：中國醫藥大學齒顎矯正專科訓練醫師 (95.5-97.7)