

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

齒列修復後之咬力及咀嚼力

Biting force and chewing efficiency of the restored dentition

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC-89-2314-B-002-169

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：蕭裕源教授

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

執行單位：台灣大學醫學院口腔生物科學所

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

齒列修復後之咬力及咀嚼力

Biting force and chewing efficiency of the restored dentition

計畫編號：NSC-89-2314-B-002-169

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：蕭裕源教授 執行機構及單位名稱：台灣大學醫學院牙醫學系

前言

咀嚼運動是口顎系統的主要功能之一，亦是動物及人類將食物切碎、研磨及吞嚥，從而獲得營養，滋長個體而有行動、工作及生殖的能力。咀嚼功能之好壞直接影響進食之能力及養分之吸收，是動物及人類能否強健、能否生存之首要考量。

許多學者指出口內齒列狀況的好壞與個體之咀嚼功能有直接的關係 (Manly & Braley, 1950; Yurkstas, 1965; Helkimo & Carlsson, 1978; Carlsson, Van der Bilt, 1987...)，雖然人類有許多方法可以改善或恢復因口內齒列狀況及其咀嚼功能，如缺牙的病患給予配戴固定假牙或活動假牙，但這些人工製作之補綴物是否具有妥適之咀嚼功能，則不無可疑。以往對於這類的研究頗多，但大部分都集中於評估活動假牙之咀嚼功能 (Kapur & Soman, 1964; Agerberg & Carlsson, 1981; Lucas *et al.*, 1986; Liedberg & Owall, 1995...)，對於後牙 3 單位之固定假牙於咀嚼功能的評估則甚少 (Yurkstas *et al.*, 1951; Nagasawa & Hiromichi, 1973)。

咀嚼功能好壞之評估可由咀嚼效率、功能性咬力之表現及緊咬時咬力施出之能

力著手。評估咀嚼效率之方法主要有幾種方式，諸如：篩取法 (Gaudenz, 1901; Manly & Braley, 1950; Helkimo, 1978...)、比色法 (Kayser & van der Hoeven, 1977)、分光光度分析法 (Kayser and Vander Hoven, 1977; Nakasima *et al.*, 1989)、嚼口香糖法 (Liedberg and Owall, 1995)。及影像處理法 (Shi, Ouyang, and Guo, 1990; Mowlana *et al.*, 1995) 等。其中以篩取法最常被使用。以往的研究大多以天然食物為測試食物，如杏仁、花生、胡蘿蔔等 (Lucas & Luke, 1983; Horio & Kawamura, 1989; Tzakis *et al.*, 1989)，但這些天然食物的物理性質、形狀、大小無法恆定，常導致觀測結果之差異無法分辨是由於人的因素還是受到食物因素影響。若改用人工製作的測試食物如 Optosil 或 Optocal (Olthoff *et al.*, 1984; Van der Bilt *et al.*, 1991; Slagter, 1992)，雖可得到較穩定的物理性質，但其不可吞食性，卻可能引起受測者不敢咀嚼或吞食的心理障礙，而影響實驗結果。

在功能性咬力之表現方面，常以嚼食標準化食物時以肌電圖變化代表之。但有太多的因素會影響肌電圖的再現性 (Reproducibility)，包括：儀器操作者之能力外，受測者於年齡 (Carlson, 1974;

Visser *et al*, 1992; Newton *et al*, 1987)、性別 (Helkimo *et al*, 1975; Nagasawa *et al*, 1997)、顱顏型態 (Algren *et al*, 1985; Proffit *et al*, 1983; Throckmorton, 1980)、咬合狀態 (Graham & Rugh, 1988; Wood & Tobias, 1984; Miralles, 1987; 1988; Bakke, 1993) 等或個體之心理狀態 (Wilson & Putman *et al*, 1982)、咬合位置 (Berry & Singh, 1983; Molligoda *et al*, 1986) 及早晚間下頸位置 (Shafagh, 1975) 之差異等等。這些因素若未作良好的控制，將會影響到實驗結果的判讀。

此外，許多學者指出咀嚼效率之優劣與咬合接觸面積間有很高的相關性 (Yurkstas & Manly, 1949; Gazit & Lieberman, 1985)。以往有些研究常以咬合接觸點之數量 (Helkimo *et al*, 1978; Omar *et al*, 1987) 或量取整顆牙齒之咬合面面積 (Luke and Lucas, 1985)，來觀測咀嚼效率。但這些方法缺乏精確性，常導致結果難以比較。除此之外，很多因素會影響咬合接觸面積的多寡，如：個體之年齡 (Seligman & Pullinger, 1988; Takenoshita *et al*, 1991)、缺牙數、牙齒本身及其周圍組織之破壞等因素，或個體之頭部姿勢 (Chapman *et al*, 1991)、咬力大小 (Riise & Ericsson, 1983)、測量時段及神經肌肉之狀況 (McNamara & Henry, 1974; Berry & Singh, 1984) 等因素。這些因素若未作良好的控制，同樣也會影響到實驗的結果。

本實驗欲觀測完整齒列與後牙 3 單位固定牙橋間，在咀嚼功能方面的差異。在實驗方法上，首先以最具定量分析之篩取法來評估咀嚼效率，並利用自行研發的可食性標準化食物作為測試食物，以期降低食物性質對實驗觀察之影響。其次，在受測者方面，不論是固定牙橋組

或對照組，均定有嚴格、明確的納入條件 (Including Criteria) 及排除條件 (Excluding Criteria)，且兩組間儘量做到性別、年齡、身高、體重、臉形、咬合狀況等情況之相仿，以期將肌電圖、最大咬力、咬合接觸面積於個體內、外差異的影響降到最低。最後，在咬合接觸面積的量取上，採用目前較為準確、快速、方便之影像處理的方法，以取得較為準確、客觀的咬合接觸面積。

希望藉由嚴謹的研究設計及周延的統計方法，能深入探討完整齒列及後牙三單位固定牙橋於咀嚼功能方面之差異。

材料與方法

一、標準化食物之製作

1. 標準食物

本研究之標準食物，是依據本研究室既有的成果，其特性為可食性硬度及標準化控制。在可食性方面：標準化食物之主要成分為 Calcium Carbonate 及 Microcrystalline Cellulose。在硬度標準化控制方面：

①大小形狀上，根據 Lindauer 等學者研究指出，當上下第一大臼齒分離程度為 5~7mm 時，有較大的咬力 (Lindauer *et al*, 1993; Gelb, 1990; Manns *et al*, 1979)，以及 Peyron 提出，人類對硬度的感知 (Hardness Perception) 由食物的厚度決定 (Peyron *et al*, 1997)，因此我們設計的標準食物厚度為 5mm。以往大部分的測試食物形狀採立方體形 (Plesh *et al*, 1986; Van der Bilt *et al*, 1991)，但這種形狀之標準食物容易造成不同的下頸開口度，或不同的施力情形。因此他們建議用球形嚼食物。由於本研究之標準食物不易塑成球

形，且為了避免立方形食物的缺點，因此製成直徑為 13mm 及厚為 0.9mm 的錠片。

②均質性 (Uniformity) 上，在食品科學領域中，已有標準的方式來分析食物的性質 (General Food Texture Profile) (Bourne & Comstock, 1981; Szczesniak, 1975)。藉由 compressive instruments，如 General Food Textrometer (Brennan et al, 1970)，或 Instron Universal Testing Machine (Bourne et al, 1966; Shama & Sherman, 1973)，可得知食物的 fracturability、hardness、cohesiveness、flexibility… 等 (Bourne & Comstock, 1981; Horio & Kawamura, 1989)。本研究為了模擬食物於口內牙齒間被擊破之情形，採取食物第一次被擊破時之最大的力量為均質之指標。所有標準化食物的第一次被擊破時之最大的力量變異係數，需小於 15% 才符合此研究之觀察 (Shiau et al, 1999)。

2. 標準化食物之製作

本研究之標準食物的成分為 Calcium Carbonate (日本和光純藥工業株式會社)、Microcrystallin Cellulose (Avicel 102) (台灣生達化學製藥股份有限公司 Lot No.850031)、Magnisum Stearate (台灣生達化學製藥股份有限公司) 以及澱粉黏劑 K-30 (台灣生達化學製藥股份有限公司)。將上述之材料依下列的步驟製成標準食物：

①混和：將 500g 的 Calcium Carbonate 及 500g 的 Microcrystallin Cellulose 混和，並利用 60 目的篩網過篩，使其均勻混和。

②造粒：利用 600ml 濃度為 0.14(g/ml) 之 K-30 的水溶液與上述材料充分混和，使其形成麵團樣，再利用 16

目之篩網進行造粒的步驟。造粒的好處在於增加材料進入壓錠機的流動性、增加食物的硬度及延長食物溶解的時間。

③烘乾：將粒子狀的材料置入烘乾機中，以 80 度的恆溫烘乾 2 小時。

④壓錠：烘乾好的材料，在壓錠前，再加入 3mg/100g 的 Magnisum Stearate，作為軟化劑之用，充分混和後，置入自動壓錠機內 (圖一)，以 7100lb 的壓力壓製。成品為直徑 13mm，厚度為 5mm 的無味錠劑 (圖二)。

3. 擊破標準化食物之力量的測定

擊破標準化食物之力量的測定，以 Testometric Micro500, Universal Electronic Tester (Testometric Co. LTD, Lancashire, U.K.) 測定，並配合咬頭狀接頭 (Stylus) (半徑 3mm) 以及 100 kgf 的 load cell，將標準化食物置於平台上測試其被擊破力量。至於 Instron Machine 的 Cross-head Speed，設定為 2cm/min。本研究共製 500 顆標準化食物，去除前後 50 顆後，於 400 顆的標準化食物中，隨機選出 10 顆錠片作擊破力量的測定。

經測試所得

$$\text{變異係數 } CV = 1.45 \div 51.39 \times 100 = 2.8\%$$

標準食物平均重量 : 0.89 ± 0.015

擊破食物力量之平均值為 : 51.39 ± 1.45 kgf

二、受測者

本研究以國立台灣大學男、女性學生為研究對象，年齡層介於 20 至 30 歲之間。經由一位臨床牙醫師詳細的口內臨床檢查後，選取男、女性各 10 位，口內後牙有牙橋者，且符合下列條件者，為牙橋組。另外再選取男、女性各 10 位，具正常齒列口內無牙橋者，作為對照組。

牙橋組之納入條件 (including criteria) 如下：

1. 年齡：20~30 歲
2. 咬合狀況：
 - ①齒列為 Angle 氏分類第 I 類
 - ②牙橋由第 2 小臼齒及第 2 大臼齒為支持牙支持
 - ③牙橋的咬合面材質為金屬或瓷質，但不包含樹脂牙或暫時牙橋
 - ④牙橋之對咬牙為正常齒列且無補綴物及缺牙
 - ⑤牙橋之對側牙為正常齒列且無缺或牙橋
3. 使用牙橋者，對其牙橋裝置皆為滿意，無疼痛或不適狀況
4. 身心健康良好

對照組之納入條件 (including criteria) 如下：

1. 年齡：20~30 歲
2. 咬合狀況：
 - ①齒列為 Angle 氏分類第 I 類
 - ②除第三大臼齒外無缺牙或未充填之齲齒
 - ③無牙科補綴物
3. 身心健康良好

牙橋組與對照組均需排除之要件 (excluding criteria) 為：

1. 任何全身性疾病
2. 牙齒有明顯擁擠、錯咬、深咬、開咬等情形
3. 有牙科矯正治療病史
4. 口內牙齒及牙週組織有明顯病變
5. 有明顯頸功能障礙或肌疼痛之現況及過往經驗

上述受測者皆完全了解本實驗所有步驟及可能的危險，同意參與本實驗。

三、肌電圖記錄

利用中心距離 2cm 的雙極性表面電極 Ag / AgCl (Bipolar Surface Electrode, Bioresearch Associates, Inc. Milwaukee, WI, USA) 記錄雙側前顎肌及咬肌之表面肌電活動。在貼上電極片之前，各肌肉上的皮膚均以紗布沾肌電圖專用磨砂膏 (EMG Abrasive Skin Preparing Gel, D.O. Weaver & CO, Aurora, USA) 去除角質層，再以酒精紗布徹底清潔皮膚表面。決定電極片位置時，請受測者緊咬上下牙齒，依觸診方式於解剖相關位置，找出前顎肌及咬肌的肌腹，並以平行於肌纖維走向之方向，黏貼電極片組 (Ferrario et al, 1991)。地線則一律接在受測者右側耳垂處 (圖三)。當肌肉活動時，肌電訊號會經由 Biopack 電極盒初步擴大後傳入個人電腦內，再經由 BIO-PAK®套裝軟體 (Bio-research Associates, Inc. Milwaukee, WI. USA) 加以記錄、儲存及分析 (圖四)。

四、咬合接觸面積之測取

本研究採用 Fuji Photo Film Co. 發展出來的 Dental Prescale system 來測取咬合面積，利用夾具夾好剪下之適當尺寸軟片，置於受測者口中，以中心咬位緊咬 2 秒。取出後沖洗，並以數位相機攝取其後牙區表面呈像 (紅色斑點)，經影像處理後，計算呈壓力變紅色區之面積，為該受測者之咬合面積 (圖五及圖六)。

五、實驗步驟

受測者採坐姿、無頭靠，將上述裝置設定好。請受測者將標準食物置於慣用側的第一大臼齒區，輕鬆地含著。待電腦監視器上無任何肌電訊號之後，令受測者依習慣的方式咀嚼食物 12 次，將資料儲存於 BIO-PAK 軟體後，再利用由台大醫學工程研究所研究生陳右穎先生設計

的 TRC 軟體進行分析所有的肌電資料，以 12 次咀嚼運動中的前 10 次活動為對象，計算肌電圖經正極化後形成曲線下的面積，定義為總肌收縮活性（Total Muscle Contraction Activity, TMA），並同時量取肌肉收縮時間（Duration）。

分析方法

利用線性回歸模式來分析各肌肉之總肌收縮活性及肌肉收縮時間，於咀嚼 1-10 次、2-10 次、3-10 次、4-10 次以及 5-10 次之回歸線的斜率變化，來分析食物影響總肌收縮活性及肌肉收縮時間的程度。

結果

一、敘述性統計

1. 兩組間年齡、身高及體重的差異

牙橋組與對照組於年齡平均值及標準差分別為：男性 24.4 ± 3.17 、 23.9 ± 1.85 歲，女性 25.2 ± 3.43 、 24.8 ± 1.87 歲（表一）。身高平均值及標準差分別為：男性 174.1 ± 6.50 、 173.6 ± 5.08 公分，女性 158.4 ± 5.66 、 160.7 ± 2.98 公分。體重平均值及標準差分別為：男性 69.8 ± 7.36 、 66 ± 6.13 公斤，女性 50.9 ± 3.07 、 49.5 ± 3.34 公斤。經 t 檢定均未達顯著水準 ($P > 0.05$)（表二，表三）。這表示兩組間年齡、身高及體重間沒有顯著的差異，並表示影響咬力表現的組間差異控制良好。

2. 咬合接觸面積

對照組於慣用側與非慣用側間咬合接觸面積平均值與標準差分別為：男性 0.66 ± 0.19 、 $0.60 \pm 0.17 \text{ cm}^2$ ，女性 0.52 ± 0.22 、 $0.52 \pm 0.25 \text{ cm}^2$ 。經 t 檢定顯示男女性於組內的慣用側與非慣用側間咬合接觸面積沒有顯著差異 ($P > 0.05$)。男女性於組間的慣用側與非慣用側咬合接觸面積，

雖然男性略大於女性，但無顯著差異 ($P > 0.05$)（表四，表五）。

牙橋組於完整齒列側與牙橋側之咬合接觸面積平均值與標準差分別為：男性 0.45 ± 0.28 、 $0.30 \pm 0.19 \text{ cm}^2$ ，女性 0.37 ± 0.20 、 $0.28 \pm 0.14 \text{ cm}^2$ 。經 t 檢定顯示男女性於組內的完整齒列與牙橋側之咬合接觸面積沒有顯著差異 ($P > 0.05$)。在完整齒列側男性的咬合接觸略大於女性，但無顯著差異 ($P > 0.05$)，而在牙橋側則男女性幾乎相同。

對照組的慣用側與牙橋組之非慣用的牙橋側咬合接觸面積平均值與標準差分別為：男性 0.65 ± 0.19 、 $0.37 \pm 0.20 \text{ cm}^2$ ，女性 0.52 ± 0.22 、 $0.27 \pm 0.16 \text{ cm}^2$ 。經 t 檢定顯示男女性於組內對照組的慣用側與牙橋組之非慣用的牙橋側間咬合接觸面積，均有顯著的差異 ($P < 0.05$)。而在牙橋組之非慣用的牙橋側於男女間咬合接觸面積，經 t 檢定顯示則沒有顯著差異 ($P > 0.05$)（表六）。

3. 最大咬力

對照組於慣用側與非慣用側間最大咬力的平均值與標準差分別為：男性 67.58 ± 25.65 、 $59.78 \pm 24.10 \text{ kgf}$ ，女性 45.35 ± 23.24 、 $50.94 \pm 23.33 \text{ kgf}$ 。經 t 檢定顯示慣用側與非慣用側間，男性無顯著差異 ($P > 0.05$)，女性則有顯著差異 ($P < 0.05$)。男女性於組間的慣用側與非慣用側最大咬力，雖然男性略大於女性，但無顯著差異 ($P > 0.05$)（表七，表八）。

牙橋組於完整齒列側與牙橋側間最大咬力平均值與標準差分別為：男性 64.22 ± 21.91 、 $65.18 \pm 18.03 \text{ kgf}$ ，女性 32.00 ± 12.05 、 $36.03 \pm 18.86 \text{ kgf}$ 。男女性之完整齒列側與牙橋側間最大咬力沒有顯著差異 ($P > 0.05$)。完整齒列側之咬合接觸面積男性大於女性 ($P > 0.05$)，而在牙橋側

亦為男性大於女性 ($P > 0.05$)。

對照組的慣用側與牙橋組之非慣用的牙橋側間最大咬力平均值與標準差分別為：男性 67.58 ± 25.65 、 57.58 ± 16.80 kgf，女性 45.35 ± 23.24 、 33.56 ± 12.47 kgf。對照組的慣用側與牙橋組之非慣用的牙橋側間最大咬力，均無顯著差異 ($P > 0.05$)。而在牙橋組之非慣用的牙橋側於男女間咬合接觸面積，經 t 檢定顯示有顯著差異 ($P < 0.05$) (表九)。

4. 咀嚼效率

對照組用慣用側與非慣用側間咀嚼之咀嚼效率平均值與標準差分別為：男性 77.78 ± 8.82 、 $76.16 \pm 10.18\%$ ，女性 62.20 ± 10.70 、 $61.92 \pm 10.72\%$ 。經 t 檢定顯示慣用側與非慣用側間之咀嚼效率比較，男女均無顯著差異 ($P > 0.05$)。而慣用側與非慣用側之咀嚼效率，男性大於女性，且有顯著差異 ($P < 0.05$) (表十)。

牙橋組於完整齒列側與牙橋側間咀嚼效率平均值與標準差分別為：男性 79.95 ± 8.96 、 $79.26 \pm 2.53\%$ ，女性 61.36 ± 19.99 、 $65.54 \pm 16.28\%$ 。經 t 檢定顯示男女性之完整齒列側與牙橋側間之咀嚼效率均沒有顯著差異 ($P > 0.05$)。以完整齒列側與牙橋側間之咀嚼效率而言，在完整齒列側男性大於女性，但沒有顯著差異 ($P > 0.05$)，而在牙橋側也是男性大於女性，但也沒有顯著差異 ($P > 0.05$)。

對照組的慣用側與牙橋組之非慣用牙橋側的咀嚼效率平均值與標準差分別為：男性 77.78 ± 8.82 、 $77.21 \pm 10.36\%$ ，女性 62.20 ± 10.70 、 $62.93 \pm 16.78\%$ 。經 t 檢定顯示對照組的慣用側與牙橋組之非慣用的牙橋側間咀嚼效率，男女均無顯著的差異 ($P > 0.05$)。而在牙橋組之非慣用的牙橋側咀嚼效率男女之間也沒有顯著差異 ($P > 0.05$)。

討論

本研究於功能性咬合接觸面積的量取，並未考慮到側方運動時的咬合接觸面積。1969 年 Glickman 和 Roeber 指出在咀嚼過程中，中心咬合位 (Centric Occlusion) 是咬合接觸面積出現最多的位置。1970 年 Ahlgren & Owall 也認為在咀嚼運動的最後階段，也就是牙齒位於中心咬合的位置，咬力表現最大 (Ahlgren & Owall, 1970)。這些發現都指出中心咬合位，也具有咀嚼功能。但功能性咬合接觸面積與側方運動時的咬合接觸面積，極有可能不相關。若這假設是正確的，則人類在咀嚼過程中，功能性咬合接觸面積就不是那麼的重要了 (Wilding, 1992)。本實驗僅量測的中心咬位咬合接觸面積與咀嚼功能的關係，有其必要，但仍須於未來進行非中心位咬合接觸面積之探討。

在評估牙齒咬合面與咀嚼能力之間的關係方面，1949 年 Yurkstas 和 Manly 指出牙齒咬合面具有咀嚼能力的區域，除了緊密接觸區 (Tight Contact) 外，另外在緊密接觸區的周圍區域同樣也有咀嚼能力 (Yurkstas and Manly, 1949)。因此，1987 年 Tanaka 和他的同事指出後牙緊咬時，上下牙距離不到 1mm 的咬合面積平均為 107.32 mm^2 ，以及上下牙距離不到 2 mm 的咬合面積平均為 168.67 mm^2 ，是具有咀嚼能力的咬合接觸面積 (Tanaka et al, 1987)。本研究所測得的咬合接觸面積，在男女性之慣用側與非慣用側的咬合接觸面積，都小於以上的值。表示能施出 5 kgf 以上力量的咬合接觸面積，是具有咀嚼功能的。

另外，本研究發現不僅在對照組中的慣

用與非慣用側，還包括牙橋組的完整齒列側，男性的咬合接觸面積比女性要大，但都沒有顯著的差異，這結果與 Solberg 和 Jasma 的研究一樣 (Solberg *et al*, 1972; Jasma & Kiveskari, 1988)。這樣的結果，可能是因為男性有較大的咬力、較強的咬肌功能 (Sheikholeslam *et al*, 1980)、較強的肌纖維 (Rugh, 1983) 導致男性有較高的牙齒磨耗速率 (Seligman & Pullinger, 1988)。除此之外，牙橋側的咬合接觸面積普遍都小於完整齒列側，原因可能在於牙橋本身的磨耗率比自然齒低外，另外在牙橋的製作上，牙醫師對於咬合接觸面積的要求不是很高，通常以病人不覺得高為成功的標準，經數次修整，即使原有良好的咬合面形態，也漸漸成為無良好切磨能力的平滑形態，有效咬合面積也就大減。

本研究採用影像處理方式量取咬合接觸面積，並經過測試及檢定，其重複性具有可信度 (reliability)。另外，本研究並未考慮到側方運動時的咬合接觸面積，只量測中心咬位之最大咬合接觸面積。雖然有些學者認為中心咬位之咬合接觸面積與側方運動時的咬合接觸面積，極有可能不相關。假使真是如此，則人類在咀嚼過程中，中心咬位之咬合接觸面積就不是那麼的重要了 (Wilding, 1992)。1970 年 Ahlgren 和 Owall 也認為在咀嚼運動的最後階段，也就是牙齒位於中心咬合的位置，咬力的表現最大 (Ahlgren and Owall, 1970)。這些發現指出中心咬合位，具有重要的咀嚼功能。因此本實驗量測的中心咬位咬合接觸面積與咀嚼功能的關係，有其必要性。未來應再觀察非中心位咬合接觸面積，並比對咀嚼功能或效率，以明瞭中心未與非中心位咬合面積對不同咀嚼食物及物

質的影響。

在咀嚼效率的測取方面，本實驗僅用單一篩網來測取個體之咀嚼效率，雖然提供的資料不比使用數個篩網來的多，但卻省去了繁複的資料處理，而且也可提供較穩定的分析結果。另外在咀嚼次數的選擇上，由先導實驗所得的結果，顯示咀嚼本研究室自行研發的標準食物，於最具有效區分咀嚼效率之 2.0mm 网目的篩網上 (胡等, 1996)，咀嚼 4 或 5 次為最佳顯示個體咀嚼效率之咀嚼次數。除此之外，實驗也發現閉口肌肌活性於咀嚼前 4 次變化較大。因此本研究選擇 4 次為理想的咀嚼次數。除了能有效的顯示個體咀嚼效率外，相對的篩網出現零殘留顆粒的機會也更小。本實驗結果發現牙橋組與正常組在咀嚼效率上未見明顯差異，此結果是否源自篩網方法之不具靈敏度 (sensitivity)，或確實是二組在咀嚼效率上沒有差別，則有待進一步使用較細網目以觀察較細顆粒之存留量是否有差異。唯以目前的方法及結果表現，牙橋之與真牙在硬物之咀嚼效率上沒有差異。另一有趣推論是一般牙橋之製作皆已縮小修復體咬合面積為目標，希望減少支持牙之咬合負荷。在此情況下牙橋組織咬合面積男女皆較自然齒列側小，而咀嚼效率則未見明顯差異可說明咬合面積非嚴重影響咀嚼效率之因素。

在以肌電圖變化評估功能性咬力方面，肌電圖的可信度便是本研究結果正確於否的關鍵。影響肌電圖的表現因子，除了儀器本身的限制外，也會受環境的干擾。此外，受測者的情況不同，如不同時間咬合狀況的改變 (Berry & Singh, 1983; Molligoda *et al*, 1986)、下頸位置的改變 (Shafagh *et al*, 1975) 以及心理狀態

(Wilson & Putman, 1982) 等也常能影響肌電圖測試結果。因此，本研究每位受測者均在情緒放鬆的情況下，坐於同一個具有金屬屏障的研究小空間內，由同一位施測者使用同一設備進行測試。另外，牙橋組及對照組的受測者於年齡 (Carlson, 1984; Newton *et al*, 1987)、身高及體重等影響因子，經 *t* 檢定，並無顯著差異，表示咬肌大小形成的差異應已被良好控制 (徐, 1997)。除此之外，顱顏型態 (Fogle & Giaros, 1995; Ahlgren *et al*, 1985; Throckmorton *et al*, 1980)、咬合狀況 (Graham & Rugh, 1988; Wood & Tobias, 1984; Bakke *et al*, 1993) 等影響因子，亦都由受測者納入條件中嚴格篩選。所以本研究在牙橋組及對照組高度吻合的情況下，兩組肌電圖的比較結果應具可信度。

在比較牙橋組與自然牙組於慣用側與非慣用側咀嚼時對咀嚼效率影響力時，本研究採用廣義估計方程式 (GEE 模式)。主要原因在於本研究所得的觀測值，是出自於同一個體之左右兩側。因此，同一個體具重複測量，而且左右兩側所得的觀測值應具有某種程度的相關性，不可視為獨立事件。在以往的研究中，學者在分析所得的結果時，常以 ANOVA、MANOVA、paired-*t* test 加以比較 (Steiner *et al*, 1974; Plesh *et al*, 1986; Hiiemae *et al*, 1996)，或是以無母數分析法 (Non-Parametric) 分析如 Wilcoxon signed-rand test, Spearman rank correlation 等 (Diaz-Tay *et al*, 1991; Wilding, 1993)，或是在咬力與自變項間以雙變異回歸法 (Bivariate Correlation) 進行探討 (Proffit *et al*, 1983; 藍 *et al*, 1995; Plesh *et al*, 1996)。可是這樣的處理方式，僅能讓我們看到單一變項對咀嚼行為的影響，無

法做各個自變項對咀嚼行為的解釋，也忽略了自變項間的交互作用。GEE 模式是一種更廣義的回歸模式，除了具有一般回歸模式可將應變項和所有的自變項均放入模型中，藉由控制其他變數的情況下，單獨看出各因素對應變項的影響程度。另外，GEE 模式比一般回歸模式更能處理具有相關性的觀測值。在比較對照組的慣用側與牙橋組非慣用的牙橋側方面，因觀測值得自不同的個體，且無重複測量。因此，使用一般回歸模式處理。

本研究的結果顯示，男性的最大咬力不管在對照組或牙橋組，都大於女性。這結果與以往的研究相一致 Linderholm, 1969)。可能與男性有較大的肌肉體積、較強的咬肌功能 (Sheikholeslam *et al*, 1980)、較強的肌纖維 (Rugh, 1983) 等因素有關。另外，對照組與牙橋組於個體內兩側之最大咬力，無顯著的差異。但是，在比較對照組的慣用側與牙橋組的非慣用之牙橋側間的最大咬力時，對照組的慣用側之最大咬力不管是男性或女性，都要比牙橋組的非慣用之牙橋側來的大。這可能與個體於緊咬時，支持牙齒之軟硬組織的疼痛閾值 (Pain threshold) 與受測者怕痛的心理因素有關 (ÓRourke J.T., 1949)。疼痛閾值會因為牙周膜或支持骨的喪失，以及因牙周膜或牙齦發炎等因素而降低。較低的疼痛閾值會導致個體於緊咬時，易刺激痛覺而抑制咬力的釋出。因此，本研究的牙橋組，可能因牙周膜及支持骨的喪失，而降低支持牙齒之軟硬組織的疼痛閾值，進而影響咬力的釋出。但在牙橋組其左右兩側的最大咬力，卻沒有上述的差異。此結果可能是單側固定牙橋的個體，由於牙橋側上述因素，減低咬力的

釋出，此咬力程度已成為該個人之咬力標準，使得個體於飲食、咀嚼習慣上有所改變，故即使用非牙橋側咬，亦以牙橋側之標準作咬力之施出，而造成兩側的咬力相接近（Linderholm, 1969）。

對照組組內於功能性咬力的表現上，唯有咬合接觸面積於第一次咬破食物肌收縮活性與時間、第一次咀嚼肌收縮時間有顯著的影響，而且都是負貢獻，即咬合接觸面積越大時，對咬破食物的機械效率有正面的效果。至於在性別、側別以及最大咬力都沒有顯著的影響，推測此結果很可能與此組個體內外各變項都相當接近有關，如各體外之年紀、身高體重、齒列狀況、最大咬力，個體內兩側之齒列狀況、最大咬力、肌肉與舌頭間的協調以及下頷運動等。因此，在咀嚼此硬食物時，各變項於功能性咬力的表現上均無顯著的影響。而在牙橋組牙橋組於功能性咬力的表現方面，性別於閉口肌之前三次咀嚼肌收縮活性及時間總和有顯著的影響，而且女性的影響比男性來的大，即在咀嚼已知擊破力量的標準食物時，女性需比男性以較大的肌活性及較長的肌收縮時間來嚼相同擊破力的食物。此結果推測可能與女性有較小的肌肉體積、較弱的咬肌功能及肌纖維有關。最大咬力於功能性咬力的影響上，在閉口肌之第一次咀嚼肌收縮活性及時間、前三次咀嚼肌收縮活性及時間總和有顯著的影響，且為正貢獻，即最大咬力越大的個體或側別，在咀嚼硬食物時，每次的咀嚼施出的咬力比最大咬力較小的個體或側別來的大。此結果也可反映出牙橋組中，男性的咬力比女性大，因此在咀嚼硬食物時，男性每次咀嚼所施出的咬力比女性來的大。而在咬合接觸面積於功能性咬力的影響

上，同樣於閉口肌之第一次咀嚼肌收縮活性及時間、前三次咀嚼肌收縮活性及時間總和有顯著的影響，且為正貢獻。此結果可能與咬合接觸面積越大時，要嚼碎之食物顆粒的量也越多，因此需要較大的咀嚼力量及較長的咀嚼時間來嚼碎食物。推測此結果的原因，很可能與牙橋側因失去第一大臼齒，其牙周機械性感受器（Periodontal pressoreceptors）比完整齒列側較不受牙周機械性感受器，為了調節閉口肌於咀嚼時咬力的施出，所引發的負像回饋機制（Negative Feed Back）控制。最後，在組間的比較上，性別、最大咬力及咬合接觸面積都無顯著影響。此結果可能於不同組之個體間，有其他影響功能性咬合力表現的因素，如個體特有之咀嚼時肌肉與舌頭間的協調性、下頷運動、口內牙齒的型態等，這些因素的影響力很可能大過性別、最大咬力及咬合接觸面積等因素。

未來展望

由本研究得知後牙三單位固定假牙與完整齒列，於個體內或個體外之咀嚼效率沒有顯著的差異，而在功能性咬力的表現上，牙橋咀嚼硬食物時釋出的功能性咬力比完整齒列側大。但本研究僅觀察咀嚼硬食物時的結果，並未同時觀察咀嚼軟食物時，兩者於咀嚼效率與功能性咬力的差異。爾後的研究，應同時觀測咀嚼軟硬不同的標準食物，以便觀察咀嚼不同性質的標食物時，各式補綴劑復物與完整齒列於咀嚼效率及功能性咬力的表現之差異。以進一步瞭解各式補綴劑復物如何影響其咬力與咀嚼功能。

結論

本研究以 20 位配戴單側後牙三單位固定牙橋之年輕男女為牙橋組，另選取 20 位擁有完整齒列之年輕男女為對照組。在諸多條件相仿的情形下，比較兩組組內兩側和對造組之慣用側與牙橋組非慣用之牙橋側的瞬間最大咬力、咬合接觸面積的差異，以及咀嚼標準食物時兩組於咀嚼效率與功能性咬力釋出的差異。

結果發現，牙橋組於最大咬力及咬合接觸面積上的比較，都比對照組來的小。但在咀嚼效率上，兩組沒有顯著的差異。另外，各組男性不僅於最大咬力、咬合接觸面積或咀嚼效率都比女性大。以廣義估計方程式評估咀嚼效率與功能性咬力差異時，發現對照組或牙橋組於咀嚼效率的表現上，只有性別影響。在功能性咬力方面，對照組只有咬合接觸面積有顯著的影響。牙橋組於性別、最大咬力、咬合接觸面積及側別對功能性咬力有顯著的影響。另外，以一般回歸模式評估對照組之慣用側與牙橋組非慣用之牙橋側的比較方面，性別與最大咬力效率有顯著影響。在功能性咬力方面，只有側別有影響。

參考文獻

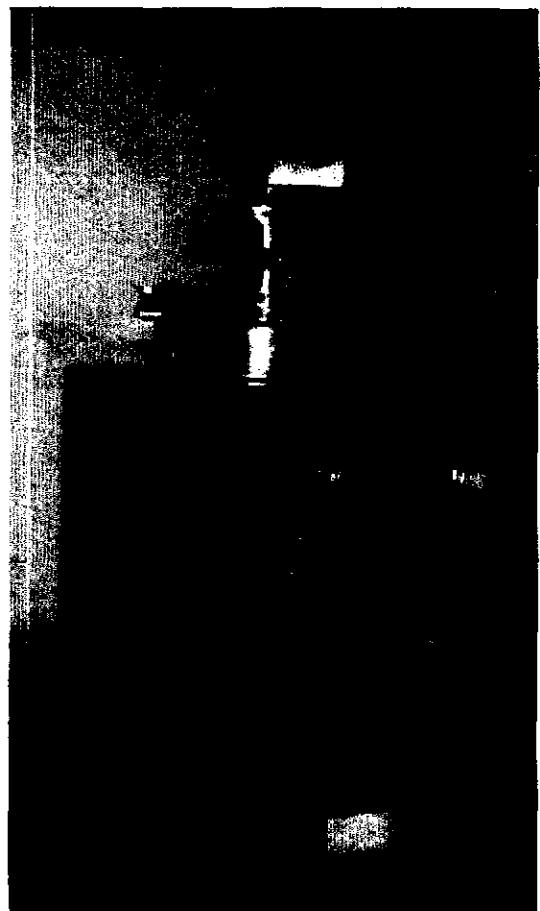
1. Agerberg G. and Carlsson G.E.: Chewing ability in relation to dental and general health. Analyses of data obtained from a questionnaire. *Acta Odontol Scand* 1981, 39, 147
2. Ahlgren J. and Owall B.: Muscular activity and chewing force: a polygraphic study of human mandibular movements. *Archs Oral Biol* 1970, 15, 271-279
3. Ahlgren J., Sonesson B. and Blitz M.: An electromyographic analysis of the temporalis function of normal occlusion. *Am J Orthod* 1985, 87, 230-239
4. Bakke M., Stoltze D. and Tuxen A.: Variables related to masseter muscle function: A maximum improvement analysis. *Scand J Dent Res* 1993, 101, 159-165
5. Bakke M.: Mandibular elevator muscles: Physiology, Action. And Effect of Dental Occlusion. *Scand J Dent Res* 1993, 101, 314-331
6. Berry D.C. and Singh B.P.: Daily variation in occlusal contacts. *J Prosthet Dent* 1983, 50, 386-391
7. Berry D.C. and Singh B.P.: Effect of electromyographic biofeedback therapy on occlusal contacts. *J Prosthet Dent* 1984, 51, 397-403
8. Bourne M.C., Comstock S.H.: Effect of degree of compression on texture profile parameter. *J Texture Studies* 1981, 12, 201-216
9. Bourne M.C., Moyer J.C., Hand D.B.: Measurement of food texture by a universal testing machine. *Food Technol* 1966, 20, 522-526
10. Brennan J.G. Jowitt R. Mughisi O.A.: Some experiences with the general foods texturometer-An interim report. *J Texture Studies* 1970, 1, 197-184
11. Carlsson G.E.: Bite force and chewing efficiency. *Front Oral Physiol* 1974, 1, 265-292
12. Chapman R.J., Maness W.L. and Osorio J.: Occlusal contact variation with

- changes in head position. *Int J Prosthodont* 1991, 4, 377-381
13. Diaz-tay J., Jayasinghe N., Lucas P.W.: Association between surface electromyography of human jaw-closing muscle and quantified food breakdown. *Archs Oral Biol* 1991, 36, 893-898
14. Fogle L.L., Glaros A.G.: Contributions of facial morphology, age, and gender to EMG activity under biting and resting conditions: A canonical correlation analysis. *J Dent Res* 1995, 74, 1496-1500
15. Gaudenz, J.U.: Über die Zerkleinerung und Losung von Nahrungsmitteln beim Kauakt. *Arch Hyg* 1901, 39, 230
16. Gazit E. and Lieberman M.A.: The intercuspal surface contact area registration, an additional tool for evaluation of normal occlusion. *Angle Orthod* 1985, 55, 316-320
17. Gelb M.: Length-tension relations of the masticatory elevator muscles in normal subjects and pain dysfunction patients. *J Craniomand Practice* 1990, 8, 139-153
18. Graham G.S. and Rugh J.D.: Maxillary splint occlusal guidance patterns and electromyographic activity of the jaw-closing muscles. *J Prosthet Dent* 1988, 59, 73-79
19. Helkimo E., Carlsson G.E. & Carmeli J.: Bite force in patients with functional disturbance of the masticatory system. *J Oral Rehabil* 1975, 2, 397-406
20. Helkimo E., Carlsson G. E. & Helkimo M.: Chewing efficiency and state of dentition. *Acta Odontol Scand* 1978 , 36 , 33-41
21. Hiiemae K., Heath M.R. and Kazazoglu E.: Natural Bites, Food Consistency and Feeding Behavior in Man. *Archs Oral Biol* 1996, 41, 175-189
22. Horio T., Kawamura Y.: Effect of texture of food on chewing patterns in the human subject. *J Oral Rehabil* 1989, 16, 177-183
23. Jasma T., Kiveskari P.: Malocclusion and its association with clinical signs of craniomandibular disorder in 5-, 10-, and 15-year-old children in Finland. *Proc Finn Dent Soc* 1988, 84, 235-40
24. Kapur, K; Soman S. and Yurkstas A.: Test foods for measuring masticatory performance of denture wearers. *J Prosthet Dent* 1964, 14, 483-491
25. Kayser A.F. and Van der Hoeven J.S.: Colorimetric determination of the masticatory performance. *J Oral Rehabil* 1977, 4, 145
26. Liedberg B. and Owall B.: Oral bolus kneading and shaping measured with chewing gum. *Dysphagia* 1995, 10, 101-106
27. Lindauer S.J., Gay T. and Rendell J.: Effect of jaw opening on masticatory muscle EMG-Force characteristics. *J Dent Res* 1993, 72, 51-55
28. Linderholm H.: Isometric bite force and its relation to general muscle force and body build. *Acta Odonto Scand* 1969, 680-689
29. Lucas P.W., Luke D.A.: Methods for analysing the breakdown of food in human mastication. *Arch oral Biol* 1983, 28, 813-819
30. Lucas P.W., Ow R.K., Ritchie G.M.:

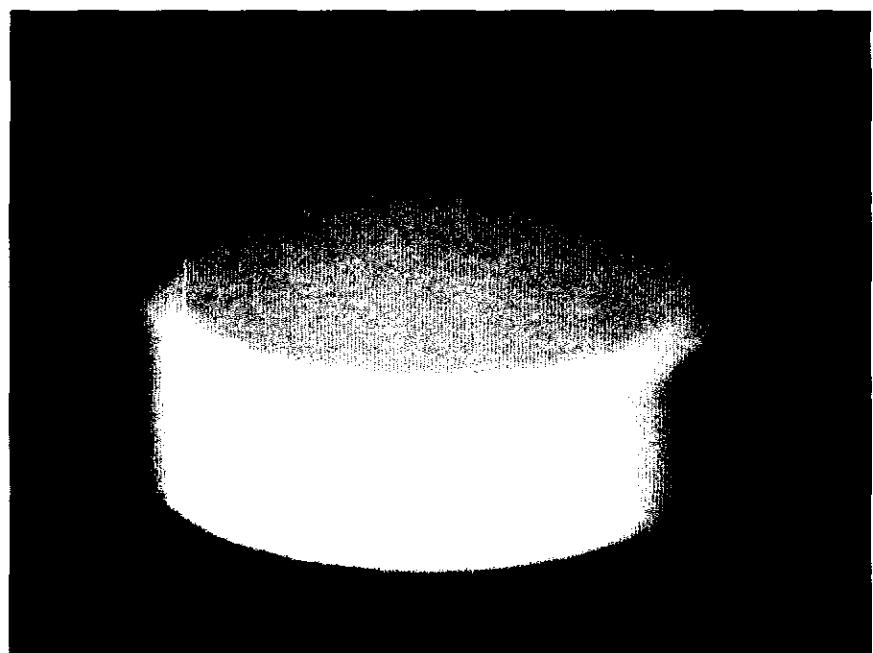
- Relationship between jaw movement and food breakdown in human mastication. *J Dent Res* 1986, 65, 400-4
31. Manly, R.S. & Braley, L.C.: Masticatory performance and efficiency. *J Dent Res* 1950, 29, 448-462
32. Manns A., Miralles R. and Palazzi C.: EMG, bite force and elongation of the masseter muscle under isometric voluntary contraction and variations of vertical dimension. *J Prosthet Dent* 1979, 42, 674-682
33. McNamara D.C. and Henry P.J.: Terminal hinge contact in dentitions. *J Prosthet Dent* 1974, 32, 405-411
34. Miralles R.: Influence of protrusive functions on EMG activity of elevator muscle. *J Craniomandib Pract* 1987, 5, 324-332
35. Molligoda M.A., Berry D.C. and Gooding P.C.: Measuring diurnal variation in occlusal contact areas. *J Prosthet Dent* 1986, 56, 487-492
36. Mowlana F., Heath M.R., and Auger D.: Automated optical scanning for rapid sizing of chewed food particles in masticatory tests. *J Oral Rehabil* 1995, 22, 153-158
37. Nagasawa T. and Hiromichi T.: A comparative evaluation of masticatory efficiency of fixed and removable restorations replacing mandibular first molar. *J Prosthet Dent* 1973, 30, 263-273
38. Nagasawa T., Yanbin X. and Tsuga K.: Difference of electromyogram of masticatory muscles and mandibular movement during chewing of food. *J Oral Rehabil* 1997, 24, 605-609
39. Nakasima A., Higashi K. and Ichinose M.: A new, simple and accurate method for evaluating masticatory ability. *J Oral Rehabil* 1989, 16, 373-380
40. McNamara D.C. & Henry P.J.: Terminal hinge contact in dentitions. *J Prosthet Dent* 1974, 32, 405-411
41. Newton J.P., Abel R.W. and Robertson E.M.: Changes in Human masseter and Medial Pterygoif muscles with age: A study by computed tomography. *Gerodontics* 1987, 3, 151-154
42. Olthoff L.W., Van der Bilt A., Bosman F. and Kleizen H.H.: Distribution of particle sizes in food comminute by human mastication. *Archs oral Biol* 1984, 29, 899-903
43. Omar S.M., McEwen J.D. and Ogsdon S.A.: A test for occlusal function. *Brit J Orth* 1987, 14, 85-90
44. O'Rourke J.T.: Significance of tests for biting strength. *J Am Dent Assoc* 1949, 38, 627-633
45. Peyron M.A., Maskawi K., Woda A.: Effects of food texture and sample thickness on mandibular movement and hardness assessment during biting in man. *J Dent Res* 1997, 76, 789-795
46. Plesh O., Bishop B., McCall W.: Effect of gum hardness on chewing pattern. *Experimental Neurology* 1986, 92, 502-512
47. Proffit W.R., Fields H.W. and Nixon W.L.: Occlusal forces in normal and long face adults. *J Dent Res* 1983, 62, 5, 566-571
48. Riise C. and Ericsson S.G.: A clinical

- study of the distribution of occlusal tooth contacts in the intercuspal position at light and hard pressure in adult. *J Oral Rehabil* 1983, 10, 473-480
49. Rugh J.D.: Psychological factors in the etiology of masticatory pain and dysfunction. In : The president's conference on the examination, diagnosis, and management of temporomandibular disorders, D. Laskin, W.Greenfield, E. Gale, J. Rugh, P. Neff, C. Alling and W.A. Ayer, Eds. , Chicago: American Dental Association, 1983 pp. 85-94
50. Seligman D.A., Pullinger A.G. and Solberg W.K.: The prevalence of dental attrition and its association with factors of age, gender, occlusion and TMJ symptomatology. *J Dent Res* 1988, 67, 1323-1333
51. Seligman D.A., Pullinger A.G.: TMJ derangement and osteoarthritis subgroups differentiated according to active range of mandibular opening. *J Craniomandib Disord* 1988 , 2, 33-40
52. Shafagh I., Yoder J.L. and Thayer K.E.: Diurnal variance of centric relation position. *J Prosthet Dent* 1975, 34, 574-582
53. Shama F. & Sherman P.: Evaluation of some textural properties of foods with the instron universal testing machine. *J Text Stud* 1973,4,344-353
54. Sheikholeslam A., Moller E. and Lous, L.: Pain, tenderness and strength of human mandibular elevators. *Scand J Dent Res* 1980, 88, 60-66
55. Shiau Y.Y., Peng C.C., Hsu C.W.: Evaluation of biting performance with standardized test-foods. *J Oral Rehab* 1999, 26,447-452
56. Slagter A.P., Van der Glas H.W. and Bosman F.: Force-deformation properties of artificial and natural food for testing chewing efficiency. *J Prosthet Dent* 1992, 68, 790-799
57. Solberg W.K.; Flint R.T. and Brantner J.P.: Temporomandibular joint pain and dysfunction: A clinical study of emotional and occlusal. *J Prosthet Dent* 1972, 28, 412-422
58. Steiner J.E., Michman J., Litman A.: Time sequence of the activity of the temporal and masseter muscles in healthy young human adults during habitual chewing of different test foods. *Archs Oral Biol* 1974, 19, 29-34
59. Szczesniak A.S.: General foocs texture profile revisited-ten years perspective. *J Text Stud* 1975, 6, 5-17
60. Takenoshita Y., Ikebe T., Yamamoto M. & Oka M.: Occlusal contact area and temporomancibular joint symptoms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991, 72, 388-394
61. Tanaka S., Izumi Y., Satoh K.: Molar occlusal contacts and food crashing change. *Mitinoku Dent J* 1987, 18, 77-9
62. Throckmorton G.S., Finn R.A. and Bell W.H.: Biomechanics of differences in lower facial height. *Am J Orthod* 1980, 77, 410-420 Tzakis MG, Kiliaridis S, Carlsson GE.: Effect of chewing training on masticatory efficiency. *Acta Odontol Scand* 1989, 47, 355-360
63. Van der Bilt A., Olthoff L. W., Van der

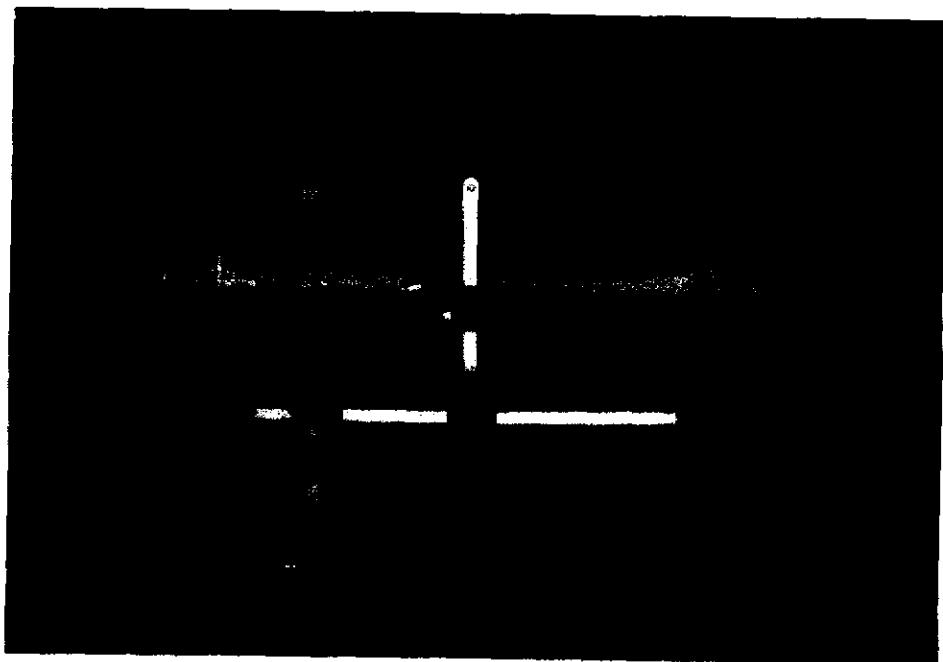
- Glas H.W., Van der Weelen k., Bosman F.: A mathematical description of the comminution of food during mastication in man. Archs Oral Biol 1987, 32, 579-586
64. Van der Bilt A., Van der Glas H.W. and Olthoff L.W.: The effect of particle size reduction on the jaw gape in human mastication. J Dent Res 1991, 70, 931-937
65. Visser A., McCarroll R.S. and Naeije M.: Masticatory muscle activity in different jaw relations during submaximal clenching efforts. J Dent Res 1992, 71, 372-379
66. Wilding, R.J.C.: Absence of association between a preferred chewing side and its area of functional occlusal contact in the human dentition. Arch Oral Biol 1992, 37, 423-428
67. Wilding, R.J.C.: The association between chewing efficiency and occlusal contact area in man. Arch Oral Biol 1993, 38, 589-596
68. Wilson V.L. and Putman R.R.: A meta-analysis of pretest sensitization effects in experimental design. Am Educat Res J 1982, 19, 249-258
69. Wood W.W. and Tobias D.L.: EMG response to alteration of tooth contacts on occlusal splints during maximal clenching. J Prosthet Dent 1984, 51, 394-396
70. Yurkstas A.A. and Manly R.S.: Measurement of occlusal contact area. Am J Orth 1949, 35, 185-195
71. Yurkstas A.A., Fridley H.H. and Manly R.S.: A Function Evaluation of Fixed and Removable Bridgework. J Prosthet Dent 1951, 1, 570-577
72. Yurkstas A.A. The masticatory act. J Prosthet Den 1965, 15, 248-262
73. 胡慧玲王若松、林立德、蕭裕源：以精簡之篩網法評估咀嚼效率。中華牙誌 15, 1, 54-65
74. 藍明賢，蕭裕源，吳凱銘，陳坤智：咬力與顱顏型態之關係。中華牙誌 (Chin Dent J) 1995, 14, 53-61



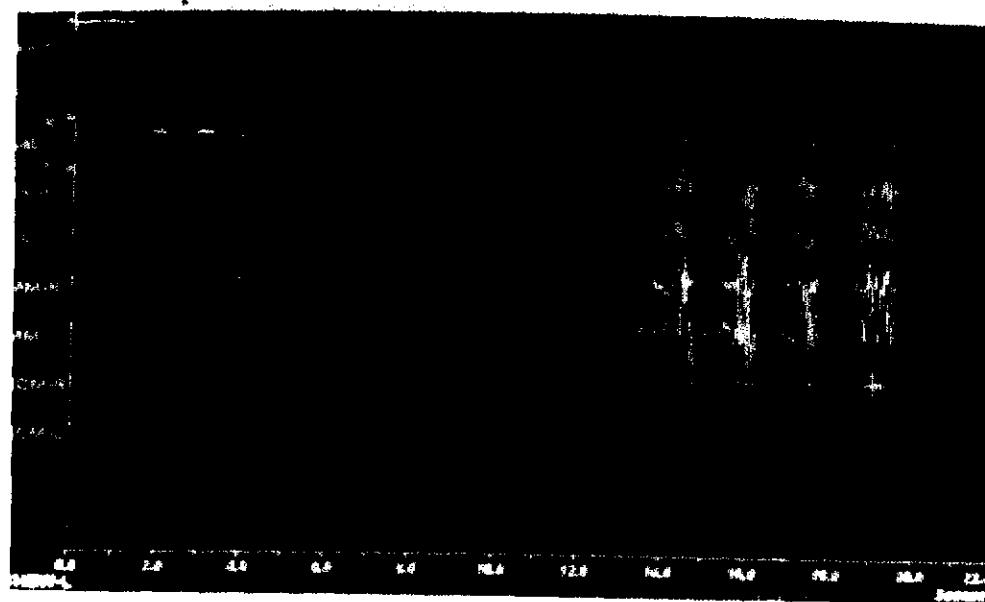
圖一、自動打罐機



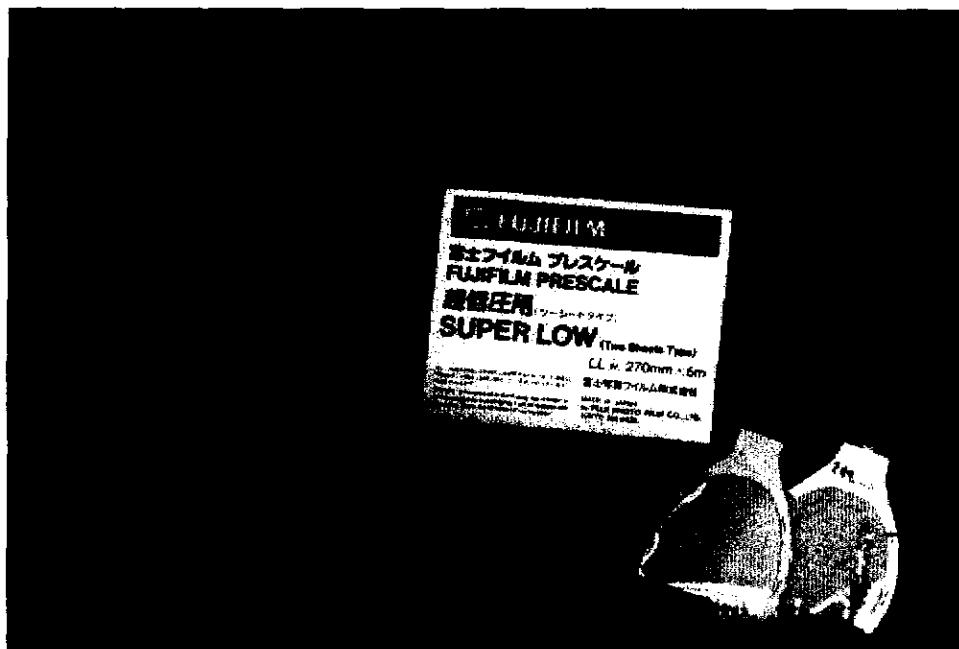
圖二、標準化食物成品



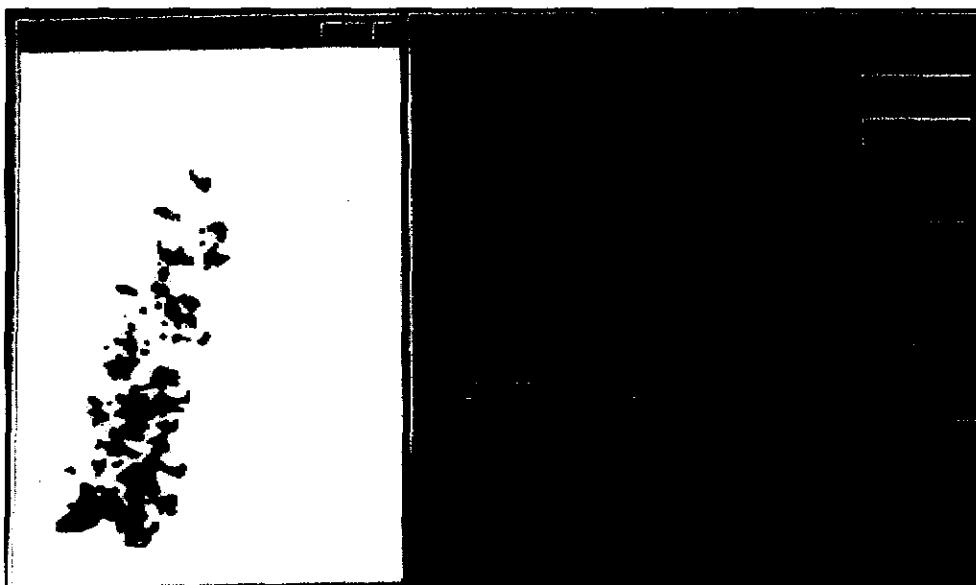
圖三、肌電圖與下頸運動記錄裝備



圖四、肌活動及下頸運動記錄



圖五、底片與數位相機



圖六、利用影像處理計算交合接觸面積

表一、受測者之人數、性別及年齡分配

	人數	性別	平均年齡(歲)
對照組	20	10 男	23.9
		10 女	24.8
牙橋組	20	10 男	24.4
		10 女	25.2
單側固定牙橋	12	6 男 6 女	
雙側固定牙橋	8	4 男 4 女	

表二、男性兩組年齡、身高、體重之 t-檢定

	正常組	牙橋組	P值
年齡(y/o)	23.9±1.85	24.4±3.17	0.67181
體重(kg)	66±6.13	69.8±7.36	0.225656
身高(cm)	173.6±5.08	174.1±6.50	0.850248 (* p<0.05)

表三、女性兩組年齡、身高、體重之 t-檢定

	正常組	牙橋組	P值
年齡(y/o)	24.8±1.87	25.2±3.43	0.749695
體重(kg)	49.5±3.34	50.9±3.07	0.342277
身高(cm)	160.7±2.98	158.4±5.66	0.270587 (* p<0.05)

表四、各組男性之咬合接觸面積於個體兩側及對照組之慣用側和牙橋組之非慣用牙橋側的比較：

	人數	平均值±標準差(cm^2)	P 值
對照組之慣用側		0.66 ± 0.19	0.276365
	10		
對照組之非慣用側		0.60 ± 0.17	
牙橋組之完整齒列側		0.45 ± 0.28	0.107807
	6		
牙橋組之牙橋側		0.30 ± 0.19	
對照組之慣用側	10	0.66 ± 0.19	0.008658*
牙橋組之非慣用牙橋側	8	0.37 ± 0.2	

(* p<0.05)

表五、各組女性之咬合接觸面積於個體兩側及對照組之慣用側和牙橋組之非慣用牙橋側的比較：

	人數	平均值±標準差(cm^2)	P 值
對照組之慣用側		0.52 ± 0.22	0.959099
	10		
對照組之非慣用側		0.52 ± 0.25	
牙橋組之完整齒列側		0.37 ± 0.2	0.170802
	6		
牙橋組之牙橋側		0.28 ± 0.14	
對照組之慣用側	10	0.52 ± 0.22	0.016755*
牙橋組之非慣用牙橋側	8	0.27 ± 0.16	

(* p<0.05)

表六、各組咬合接觸面積於男女間兩側及牙橋組之非慣用牙橋側的比較：

	人數	平均值±標準差(cm^2)	P 值
對照組之慣用側	男性	10 0.66±0.19	0.160703
	女性	10 0.52±0.22	
對照組之非慣用側	男性	10 0.60±0.17	0.405596
	女性	10 0.52±0.25	
牙橋組之完整齒列側	男性	6 0.45±0.28	0.617756
	女性	6 0.37±0.2	
牙橋組之牙橋側	男性	6 0.30±0.19	0.839306
	女性	6 0.28±0.14	
牙橋組之非慣用牙橋側	男性	8 0.37±0.2	0.310973
	女性	8 0.27±0.16	

(* p<0.05)

表七、各組男性之最大咬力於個體兩側及對照組之慣用側和牙橋組之非慣用牙橋側的比較：

	人數	平均值±標準差(kgf)	P 值
對照組之慣用側	10	67.58±25.65	0.056793
		59.78±24.10	
牙橋組之完整齒列側	6	64.22±21.9	0.831857
		65.18±18.23	
牙橋組之牙橋側	10	67.58±25.65	0.334956
		57.58±16.8	

(* p<0.05)

表八、各組女性之最大咬力於個體兩側及對照組之慣用側和牙橋組之非慣用牙橋側的比較：

	人數	平均值±標準差(kgf)	P 值
對照組之慣用側		45.35±23.24	
	10		0.023998*
對照組之非慣用側		50.94±23.33	
牙橋組之完整齒列側		32±12.1	
	6		0.578558
牙橋組之牙橋側		36.03±18.86	
對照組之慣用側	10	45.35±23.24	0.150759
牙橋組之非慣用牙橋側	8	32.01±12.64	

(* p<0.05)

表九、各組最大咬力於男女間兩側及牙橋組之非慣用牙橋側的比較：

	人數	平均值±標準差(kgf)	P 值
對照組之慣用側	男性 10	67.58±25.65	
			0.057431
女性 10	45.35±23.24		
男性 10	59.78±24.10		0.415402
女性 10	50.94±23.33		
男性 6	64.22±21.9		0.01397*
牙橋組之完整齒列側			
女性 6	32±12.1		
男性 6	65.18±18.23		0.020974*
女性 6	36.03±18.86		
男性 8	57.58±16.8		0.005361*
牙橋組之牙橋側			
女性 8	32.01±12.64		

(* p<0.05)

表十、各組咀嚼效率於男女間兩側及牙橋組之非慣用牙橋側的比較：
(2.0mm 篩網)

	人數	平均值±標準差(%)	P 值
對照組之慣用側	男性 10	77.78±8.82	0.002371*
	女性 10	62.2±10.7	
對照組之非慣用側	男性 10	76.76±10.18	0.006984*
	女性 10	61.92±10.72	
牙橋組之完整齒列側	男性 6	79.95±8.96	0.076505
	女性 6	61.36±19.99	
牙橋組之牙橋側	男性 6	79.26±2.53	0.062032
	女性 6	61.96±17.71	
牙橋組之非慣用牙橋側	男性 8	77.21±10.36	0.134389
	女性 8	65.54±16.28	

(* p<0.05)