

自然牙利用比色板及數位光譜儀測量明暗差異探討

洪純成¹ 陳韋竹² 廖慧娟²

1. 中臺科技大學牙體技術系
2. 中臺科技大學牙體技術系二技一年級

摘要

比色最重要的目的，就是將補綴物製作出與自然牙幾無差異的顏色。然而現今補綴物的製作卻受到比色板的使用、比色時的條件和環境以及視覺現象所影響而造成誤差，其中變因較大的為比色時的條件及環境，該如何達到良好的比色結果，對於比色方式、儀器運用絕對是技師需要努力的方向。本研究內容在於探討以數位比色光譜儀比色結果為標準，對照初學者使用比色板比色所得之差異。結果顯示男女比色時，在明暗方面有統計學上顯著差異。特別是男生在於齒頸部比色的狀況接近標準值，根據t檢定的結果，p 值為0.026。而女生在本體部的比色狀況 p 值為0.057。在量測明暗方面，有顯著的差異的原因，可能是由於人體眼球的構造對於明暗的反應較色彩靈敏。所以在不受外在環境與客觀條件下，以數位比色光譜儀比色是最佳的選擇。但如果沒有數位比色光譜儀比色，比色者本身與觀測條件及照明光源，都須符合比色流程標準再進行量測，才能得到較準確的結果。

關鍵字：比色、比色板、數位比色光譜儀

通訊作者：洪純成

通訊處：台中市北屯區廍子路666號

電話：04-22391647轉7418

前言

傳統金屬燒附陶瓷補綴物 (metal-ceramic restorations)，往往與自然牙齒有顏色的差異。所以導致技工所的技師，製作出來的補綴物裝戴於患者口中時，遭到患者不滿意而退件。造成差異之兩大原因，補綴物為：(1)冠心為金屬修復體，(2)人為比色的誤差。

自然牙在光線的照射下，光線會自然的穿透牙齒，而呈現出溫潤的顏色，顯現出自然感。而以金屬為薄蓋冠(coping)做的瓷牙修復體，光線會被阻絕而無法透射再加上不透光陶瓷(opaque porcelain)反射，造成補綴物的失真感。

最新的補綴物是以全瓷冠(all ceramic crown)取代金屬冠。少了金屬的阻擋，光線也可以透射，相對的折射率也降低。但偶爾在前牙區還是無法燒出與自然牙幾近相同的顏色。探究其原因，除了冠心的材質及黏著劑影響外，最大變化因素可能是人為比色的失誤。人類對顏色的判定是眼球內視網膜的活動而成像，視網膜接受光的刺激產生明度和色調的訊息，是視覺生理和心理的共同反應而產生的結果。由於存在個體差異的成分，因此有相當程度的不可靠性和不一致性，再加上週遭環境、視覺殘留、補色的影響，導致顏色的判讀，失去了相當的正確性。

人為比色誤差，另一主要原因是比色板(shade guide)。牙醫與牙技界使用最多的比色板，就是VITA的傳統比色板(VITAPAN classical shade guide)以前又稱作VITA Lumin真空比色板(VITA Lumin vacuum shade guide)。此比色板在50年前就已出產，在光譜色球(spectrum color)上比色板的顏色均勻性較差，而天然牙在光譜色球(spectrum color)分布情形就顯得比較均勻⁽¹⁾，亦就是比色板比出的顏色與實際的牙齒顏色欠缺相對應感、無法充分表達。

因此本實驗透過人為比色與數位比色光譜儀的比較，判定男、女生在牙齒比色時，使用比色板量測明暗與數位光譜儀所得的標準色是否有差異。

材料與方法

一、比色設備

本研究採用之比色設備有兩種。第一種為一般牙醫師日常採用之VITAPAN classical A1-D4比色板(Figure 1)。第二種為數位比色光譜儀 (digital shade spectrograph)，廠牌為shadepilot 71.3000 (DeguDent GmbH,Italy)(Figure 2)。其相關規格及特性如表1及表2。



圖1：VITAPAN classical A1-D4比色板
 圖片來源：研究者拍攝



圖2：Shadepilot type：71.3000數位比色光譜儀
 圖片來源：研究者拍攝

表1：Degu Dent數位比色光譜儀產品規格⁽²⁾

名稱	比色光譜儀
波長	410nm到680nm
光源	左右45度照射、極化、單一性
照相	0度擷取、極化

表2：Degu Dent數位比色光譜儀物理特性⁽²⁾

量測面積	18*14mm，640*480點
數位分析	640*480=307,200(N條光譜波長)
光學分析	每點0.03*0.03mm
感測器	黑與白的CCD感測器(針對光譜量測)

研究樣本與流程

(一) 研究樣本

中臺科技大學牙體技術系二技一年級的學生共27位。男生8位、女生19位做為受測者。每位受測者接受5位男生5位女生使用比色板進行比色。

(二) 研究流程

統一以上顎左側中門齒做比色。比色範圍把牙冠長度分成三段：齒頸部、本體部、切端部。此三段先用傳統VITAPAN比色板做出人工比色資料後保存，最後再請兩位受過數位比色光譜儀操作訓練的同學，一位執行比色光譜儀的操作，另一位協助操作進行，並做同一顆中門齒的光譜儀比色。資料蒐集完整後，對人工比色及數位比色光譜儀(digital shade spectrograph)結果進行比較。透過比色者所記錄下的比色數值結果，進行統計分析。統計方法是採兩個獨立母群體平均數差異之單尾t檢定(假設男女之母群體變異數不相等)。

(三) 研究步驟

1. 首先由專責人員透過綜合色盲檢查表(裕達貿易股份有限公司出版)進行色盲檢測，測試結果要進行比色的人員均無色盲現象。
2. 同學操作人工比色時段是在固定

義齒實驗課程中。製作金屬燒附陶瓷牙橋(metal bonded porcelain bridge)階段做互相比色。受測者均穿著白色實驗服，女同學一律卸妝並除去口紅，比色時間訂在下午兩點到四點之間（夏天），受比色者坐南朝北，不直接照射陽光，讓光源從北方間接照射⁽³⁾並將比色板沾濕。比色者不連續比色，也不可同一部位凝視超過5秒~10秒⁽⁴⁾，必須將視線離開牙齒，做適當的休息與調節，或是視線往無彩色、中間明度稍亮的紙與牆壁移動數秒鐘，即可恢復正常視覺再進行比色。比色測量距離為25~30cm。

3. 牙齒表面的濕度要保持，特別是患者長時間開口後，牙釉質表層會乾燥，漸漸齒面會產生白濁現象，所以牙齒表面也須潤濕。患者與比色者的相關位置也要注意，患者面向光源端坐，下顎平面略與地面平行，比色者位於患者前方，眼睛與患者牙齒，比色板間相距25~30cm的明視距離為佳，同時不能有陰影投射在牙齒上。

4. 比色光譜儀的各種環境狀態的標準值確認：

(1)同一地點、同一比色者及被比

色者，在相同的時間做東、南、西、北四個方位的比色。

(2)在室外自然光線及室內螢光燈管下比色。

(3)用 VITAPAN 比色板的各色調樣本齒，以比色光譜儀做比色確認。

(4)以上三項的比色標準值結果均一致相同。

5. 比色光譜儀確認無誤後，再請兩位有經驗的操作者，一位執行比色光譜儀的操作，另一位協助操作進行。替各位同學透過比色光譜儀做出標準值的比色資料結果。

6. 以 5 的結果做標準值，參考各比色者人工比色的結果做比較。

7. 透過比色者所登記下的比色數值結果，進行統計分析。

研究數據分析

以下分別是男生與女生透過量測後所得到的數值表。

● 紅色代表：女生所量測的數值

● 褐色代表：助教所量測的數值（僅供參考不列入計算）

■ 綠色代表：比色光譜儀所量測的標準值

表3 女生量測齒頸部的數值

牙齒顏色 (齒頸部)																		
No.	A1	A2	A3	A3.5	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D2	D3	D4	B	T
1			*	*														
2	*		*	*														
3	*	*	*	*							*							
4		*	*	*	*						*							
5		*	*	*	*						*							
6	*		*	*			*											
7	*	*	*	*		*		*										
8	*	*	*	*					*	*	*							
9	*		*	*		*		*										
10	*		*	*	*		*		*									
11	*		*	*	*		*		*	*	*							
12		*	*	*	*		*		*	*	*						*	
13	*	*	*	*			*		*	*	*						*	
14	*	*	*	*			*		*	*	*			*		*		
15	*	*	*	*			*		*	*	*			*		*		
16	*	*	*	*			*		*	*	*			*		*		
17	*	*	*	*			*		*	*	*			*		*		
18	*	*	*	*		*		*	*	*	*			*		*		
19	*	*	*	*		*		*	*	*	*			*		*		
20	*	*	*	*		*		*	*	*	*			*		*		
21	*	*	*	*		*		*	*	*	*			*		*		
22	*	*	*	*		*		*	*	*	*			*		*		
23	*	*	*	*		*		*	*	*	*			*		*		
24	*	*	*	*		*		*	*	*	*			*		*		
25	*	*	*	*		*		*	*	*	*			*		*		
26	*	*	*	*		*		*	*	*	*			*		*		
27	*	*	*	*		*		*	*	*	*			*		*		

- 藍色代表：女生所量測的數值
- 褐色代表：助教所量測的數值 (僅供參考不列入計算)
- 綠色代表：比色光譜儀所量測的標準值

表6 男生量測齒頸部的數值

牙齒顏色 (齒頸部)																		
No.	A1	A2	A3	A3.5	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D2	D3	D4	B	T
1		*	*	*														
2	*	*	*	*														
3	*	*	*	*														
4	*	*	*	*														
5	*	*	*	*														
6	*	*	*	*														
7	*	*	*	*														
8	*	*	*	*														
9	*	*	*	*														
10	*	*	*	*														
11	*	*	*	*														
12	*	*	*	*														
13	*	*	*	*														
14	*	*	*	*														
15	*	*	*	*														
16	*	*	*	*														
17	*	*	*	*														
18	*	*	*	*														
19	*	*	*	*														
20	*	*	*	*														
21	*	*	*	*														
22	*	*	*	*														
23	*	*	*	*														
24	*	*	*	*														
25	*	*	*	*														
26	*	*	*	*														
27	*	*	*	*														

表4 女生量測本體部的數值

牙齒顏色 (本體部)																		
No.	A1	A2	A3	A3.5	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D2	D3	D4	B	T
1		*	*	*														
2	*	*	*	*														
3	*	*	*	*														
4	*	*	*	*														
5	*	*	*	*														
6	*	*	*	*														
7	*	*	*	*														
8	*	*	*	*														
9	*	*	*	*														
10	*	*	*	*														
11	*	*	*	*														
12	*	*	*	*														
13	*	*	*	*														
14	*	*	*	*														
15	*	*	*	*														
16	*	*	*	*														
17	*	*	*	*														
18	*	*	*	*														
19	*	*	*	*														
20	*	*	*	*														
21	*	*	*	*														
22	*	*	*	*														
23	*	*	*	*														
24	*	*	*	*														
25	*	*	*	*														
26	*	*	*	*														
27	*	*	*	*														

表7 男生量測本體部的數值

牙齒顏色 (本體部)																		
No.	A1	A2	A3	A3.5	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D2	D3	D4	B	T
1	*	*	*	*														
2	*	*	*	*														
3	*	*	*	*														
4	*	*	*	*														
5	*	*	*	*														
6	*	*	*	*														
7	*	*	*	*														
8	*	*	*	*														
9	*	*	*	*														
10	*	*	*	*														
11	*	*	*	*														
12	*	*	*	*														
13	*	*	*	*														
14	*	*	*	*														
15	*	*	*	*														
16	*	*	*	*														
17	*	*	*	*														
18	*	*	*	*														
19	*	*	*	*														
20	*	*	*	*														
21	*	*	*	*														
22	*	*	*	*														
23	*	*	*	*														
24	*	*	*	*														
25	*	*	*	*														
26	*	*	*	*														
27	*	*	*	*														

表5 女生量測切端部的數值

牙齒顏色 (切端部)																		
No.	A1	A2	A3	A3.5	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D2	D3	D4	B	T
1		*	*	*														
2	*	*	*	*														
3	*	*	*	*														
4	*	*	*	*														
5	*	*	*	*														
6	*	*	*	*														
7	*	*	*	*														
8	*	*	*	*														
9	*	*	*	*														
10	*	*	*	*														
11	*	*	*	*														
12	*	*	*	*														
13	*	*	*	*														
14	*	*	*	*														
15	*	*	*	*														
16	*	*	*	*														
17	*	*	*	*														
18	*	*	*	*														
19	*	*	*	*														
20	*	*	*	*														
21	*	*	*	*														
22	*	*	*	*														
23	*	*	*	*														

從表3到表5女生、表6到表8男生所量測的分佈圖中不能直接發現是否在量測上有數值上的落差，所以需要設定標準差數值。因為在比色的過程時，A1 到 D4、16 支色片除了色調上的差異，還有明暗的問題。並針對明暗的差異訂定一組數值進行統計t檢定。

表9 以明暗為基準的齒頸部t-test結果

牙齒顏色〈齒頸部〉	男	女
t檢定：兩個母體平均數差的檢定，假設變異數不相等		
平均數	0.226389	0.281944444
變異數	0.055977	0.053411653
觀察值個數	135	135
假設的均數差	0	
自由度	268	
t 統計	-1.95168	
P(T<=t) 單尾	0.026009	
臨界值：單尾	1.650559	
結果：男女之差異在統計水準為0.05下顯著		

表10 以明暗為基準的本體部t-test結果

牙齒顏色〈本體部〉	男	女
t檢定：兩個母體平均數差的檢定，假設變異數不相等		
平均數	0.247685	0.206481
變異數	0.051621	0.040449
觀察值個數	135	135
假設的均數差	0	
自由度	264	
t 統計	1.577773	
P(T<=t) 單尾	0.057908	
臨界值：單尾	1.650646	
結果：男女之差異在統計水準為0.1下顯著		

表11 以明暗為基準的切端部t-test結果

牙齒顏色〈切端部〉	男	女
t檢定：兩個母體平均數差的檢定，假設變異數不相等		
平均數	0.22777778	0.2599537
變異數	0.05003595	0.05500309
觀察值個數	135	135
假設的均數差	0	
自由度	267	
t 統計	-1.1535132	
P(T<=t) 單尾	0.12486568	
臨界值：單尾	1.6505806	
結果：男女之差異不顯著		

1. 齒頸部(cervical 1/3)：

在表 9 的部分，男女生在齒頸部比色時，根據 t檢定的結果，p 值為0.0260，因此男生、女生於齒頸部比色時在 0.05統計水準之下有顯著的差異，並且男生的比色誤差小於女生。

2. 本體部(middle 1/3)：

在表10的部分，男女生在本體部比色時，根據 t檢定的結果，p 值為0.0579，因此男生、女生於本體部比色時在0.1統計水準之下有顯著的差異，並且女生的比色誤差小於男生。

3. 切端部(incisal 1/3)：

在表11的部分，男女生在切端部比色時，根據 t檢定的結果，p值為0.1249，未達一定的統計水準，所以男生、女生在切端部比色時並無顯著的差異。

討論

從研究中發現男女生比色時在明暗方面有明顯的差異。可能造成的原因是視網膜上感覺光和色彩的細胞有兩種，一種是感覺光線明暗的柱狀細胞，另一種是感覺色彩的錐狀細胞⁽⁵⁾。柱狀細胞分布較廣，而且對光的強弱非常敏感；錐狀細胞集中在視網膜的中心窩，它在 2° 的視角上有4000個錐狀細胞存在，此部份對感覺色彩最敏感，對光線的反應比較遲鈍。而 2° 的視角範圍通常是明視距離25~30cm，所涵蓋的範圍約 1cm^2 。至於 10° 的視角在明視距離範圍約 5cm^2 ⁽⁶⁾。視角在 10° 以上時，錐狀細胞減少，只分布一定的密度，反而柱狀細胞分布在網膜上較多而廣。所以我們對光線明暗的反應，比對色彩的反應來得靈敏。

視覺現象中，有三種現象分別為⁽⁷⁾⁽⁸⁾：

1. 暗適應(dark adaptation)
2. 色彩的心理恆常性(color constancy)
3. 後像(after image)。

以上暗適應現象會左右傳統比色板比色的明暗結果。例：去牙科診所進行比色時，技師由黑暗的室外至光線亮的室內比色或中午明亮的室外至光線稍弱的室內比色時，請不要做馬上比色的動作，應該讓眼睛適應室內環境的光線，以免因「暗適應」現象而發生誤判。

此報告給初學燒瓷(porcelain)技師或剛執業的醫師及技師的一個參考。病患對牙齒修復形態輕微偏差往往尚能接受，但對顏色的偏差往往不能接受，而且要求愈來愈高。而VITA16色比色板(VITAPAN classical)的各色片樣本，其齒頸1/3和中段1/3主要在明度上有差別，切端1/3除了明度上有差，彩度上更有差別⁽⁹⁾，原因在切端薄且色片內部構造層次不同，齒頸部雖也是薄，但內部構造與中段相似。所以如果能使用數位比色光譜儀來進行比色，許多比色誤差的因素就能夠避免掉。但是數位比色光譜儀仍是有必須面對的問題1.價格昂貴、2.有的技工英文程度不佳、3.有的技工電腦程度不佳、4.相關知識不足。綜合以上的問題，需使用數位比色光譜儀仍需要透過專業的使用教育訓練，才能活用機器以達到標準的量測數值。

牙醫師或牙技師如有色盲(color blindness)便無法做正確的比色，此時數位比色儀可能就能解決此問題。根據研究顯示9.3%男性，0%女性有色盲⁽¹⁰⁾。

1981年ADA調查670位牙醫師其中635位男性，35位女性，結果9.8%男性，0.1%女性患有色盲⁽¹¹⁾。

由本研究的結果顯示，可能是因為人體眼球的構造對於明暗的反應是較靈敏，所以量測牙齒明暗有顯著的差異。所以在不受外在環境與客觀條件下，以數位比色光譜儀比色是最佳的選擇。

在上段討論中所提 2° 的視角範圍，對色彩的感覺最敏感。因此人工比色時，比色板的比色片最好與欲比色的自然牙成切端對切端的縱方向排列；至於左右並排比色片的方式就會超過 2° 的視角範圍，接近 10° 的視角，此時眼睛的色彩感度降低也會造成兩眼視差⁽¹²⁾。

在電腦比色儀及照相比色沒有普及之下，用VITAPAN比色板仍是目前牙科診所醫師與技工所技師所通用的比色板，不能否定其臨床使用價值，只要注意比色過程中每一環節，就能獲得較接近的比色效果。如比色前患者需做口腔及牙齒清潔的動作，患者不可濃妝，需擦去口紅，服裝不可豔麗，光線的選擇，坐法端正，更不能有陰影投射在牙齒上，每次比色不超過5秒~10秒以免產生錯覺。

顏色是生理加心理反應共同作用的結果，對於顏色較複雜的患者不要只一個人判定，多個比色者，甚或徵求患者本人的意見，不但患者有被尊重感，甚至有參與感的喜悅，當然針對上述的研究結果，也可建議男生先比齒頸部，再由女生比本體部，切端部的表現再由二人合比後，也可請患者參與選擇，做為燒瓷的參考。

結論

自然牙在不受外在環境與客觀條件下，以數位比色光譜儀比色是最佳的選擇。如以比色板比色則必須符合比色流程標準再進行測量，才有較準確的結果。

參考文獻

1. Katsumi Tamura(1999)。 Approach for true communication and reproduction of “color” to realize high level esthetic dentistry. *J. Dent. Technol* , 27(5) , p.546.
2. Dentsply 使用手冊 (2008) 。 *Dental Software Version 2.41* 。
3. Katsumi Tamura、Manabu Tanabe (1999) 。 Approach for true communication and reproduction of “color” to realize high level esthetic dentistry 。 *J. Dent. Technol* , 27 (6) , p.676 。
4. 阪 清子 (1989) 。 *Q & A Ceramometal Sciences* 。 東京：醫齒藥出版株式會社 。 p.152 。
5. 李銘龍。應用色彩學 (1994) 。台北：藝風堂出版社。 p.43 。
6. 川上元郎 (1979) 。色的常識。東京：日本規格協會。
7. Wyszecki G, Stiles WS: *Color Science: Concepts and Methods*, 2nd ed, p.519. New York, Wiley & Sons, 1982.
8. 王滿堂。視覺與知覺生理學 (2004) 。台北：藝軒圖書出版社。 pp.43~44 。
9. 中川喜晴 (1976) 。 *Shade guides 色的分析* 。齒界展望 , 48 (1) 。 pp.1~9 。

10. Wasson W, Schuman N : Color vision and dentistry, Quintessence Int 1992 ; 23 : 349-353.
11. Moser JB, Wozniak WT, Naleway CA: Color vision in dentistry : A survey. J Am Dent Assoc 1985 ; 110 : 509-510.
12. 阪 清子 (1989) 。 Q&A Ceramometal Sciences 。 東京 : 醫齒藥出版株式會社 。 pp.157~158 。

The Investigation of Natural Tooth value Use Shade Guides and Digital Shade Spectrograph

Chun-Cheng Hong¹, Wei-Jhu Chun¹, Huei-Jyuan Liao²

1. Department of Dental Laboratory Technology, Central Taiwan Uuniversity of Science and Technology
2. Department of Dental Laboratory Technology, Central Taiwan Uuniversity of Science and Technology, Student

Abstract

The most important thing about shade matching is patch material to produce exactly the same color of natural teeth. But now the production of patch material has been limited by the usages of shade guides 、 conditions and environments , as well as the impact of visual phenomena caused by the error. The study using the results of the digital shade spectrograph as the standard, and was intended to explore difference with the traditional usage of control channel for the beginners. The results showed in value there is a statistically significant difference. Especially the men's color comparisons situation of cervical is close to standard value. According to the t-test result, the p-value is 0.026. The women's color comparisons situation of body's p-value is 0.057. The value has the obvious statistical difference is due to the structure of the human eye for the value of the shading is more sensitive than the value of color. Therefore, the judgement values would depend on the external environment and the objective conditions, the usage of digital shade spectrograph is the best choice.

Key words: Shade 、 Shade guide 、 Digital shade spectrograph

Corresponding author: Chun-Cheng Hong

Tel: +886-4-22391647#7418