

牙科材料學
Dental morphology

蠟(Wax)

臺北醫學大學 牙醫學系
董德瑞老師
drdong@tmu.edu.tw

學習目標

能辨識及敘述牙齒之形態、特徵與功能意義，並能應用於臨床診斷與治療

1. 牙齒形態相關名辭術語之定義與敘述
2. 牙齒號碼系統之介紹
3. 牙齒之顎間關係與生理功能形態之考慮
4. 恆齒形態之辨識與差異之比較
5. 乳齒形態之辨識與差異之比較
6. 恆齒與乳齒之比較
7. 牙髓腔形態
8. 牙齒之萌出、排列與咬合
9. 牙體形態學與各牙科臨床科目之相關
10. 牙科人類學與演化發育之探討

參考資料

1. 牙科材料學(鍾國雄)
2. Phillip's Science of Dental Materials (11th edition, Kenneth J. Anusavice)
3. Craig's Restorative Dental Materials (12th edition, John M. Powers, Ronald L. Sakaguchi).

Summary

The course of Dental Morphology provides the student with knowledge in the morphological characteristics of the teeth and related oral structures upon which a functional concept of intra-arch relationships may be based for the clinical application to patient assessment, diagnosis, treatment planning, and oral rehabilitation.

在牙科復形工作中，蠟材料扮演許多重要的角色，舉凡：蠟型、圍蠟、倒模、咬合記錄等均可以用蠟材料而達成，特別是蠟型方面更是嵌體、牙冠、牙橋、局部和全部義齒等製作時均缺少不了的材料。

壹、成分

牙科用蠟基本成分是有機的聚合物包含碳氫化合物和其衍生物，例如：酯類、醇類等。其分子量與其它聚合物比較，例如丙烯酸聚合體，蠟材料較小，分子量約為400至4,000範圍，一般蠟材料的成分是自然蠟(例如：石蠟、蜂蠟、棕櫚蠟等)、人工合成蠟、自然樹脂、油類、脂肪和樹膠等的混合物，有關牙科用蠟的成分見表 6-1 所列：

在自然成分中，主要是來自礦物石油提煉的產物或是由動、植物的分泌物提煉而成。石蠟是一種較柔軟且熔點範圍較低(攝氏50度至70度左右)的代表材料。

蜂蠟則較脆，有中度的熔融範圍(攝氏60度70度)主要是由蜂窩巢中提取，是牙科材料用蠟最常用的一種，特別是其流動性十分適合口腔環境裡操作應用。

植物來源則以棕櫚樹提煉的蠟成分最為廣泛使用，棕櫚蠟較硬，有韌性和較高的熔融範圍(攝氏65度至90度)，常被用作石蠟的添加成分以增加石蠟的韌性和提高其熔融範圍。

人工合成蠟是複雜的有機化合物，成分因製作過程和實際需要的性質而各異。但是其基本物理性質，例如熔融溫度，硬度等均與自然成分的蠟十分接近，常用的成分多以聚乙烯為主要成分結構而合成的蠟。

至於人工合成過程中可以控制各項因素和成分結構，因此，人工合成蠟較自然成分的蠟為純化，性質方面也較為單純劃一。例如：

聚乙烯，其分子量約為2,000至4,000，熔解溫度範圍約為攝氏100度至105度，其性質與高分子量的石蠟十分相似。

貳、基本性質

蠟是一種有機的聚合物，乃熱塑性材料(Thermoplastic Material)，就是物質可因溫度的改變而發生塑性變化，是一種分子組成沒有改變，而僅是分子排列關係的變化，屬於物理變化作用之一，且是可逆的反應作用。當溫度升高時，物質呈現軟化，可塑性提高，溫度下降時或遇冷，形狀就固定，若是再加熱升高溫度可重覆先前的可塑變化，而組成成分不發生任何改變。

聚合物除了像蠟材料一般出現熱塑性外，另外有大部份在製造過程中，固化後，材料將不會因再次受熱或加熱而發生軟化現象，此性質稱之為熱固性(Thermosetting)，其原因是物體在成型之後，內部分子起交聯反應，且結合成一堅固的立體空間結構，形成一不易受熱熔融或軟化的特性。

當蠟材料受熱時，在未達到溶解點之前，蠟將出現一項固態轉變(Solid Transition)，其內部組成的各分子由原先的斜方結晶(Orthorhombic Crystal)構造轉移成六方晶格(Hexagonal Crystal Lattice)結構，此時蠟的性質特別是機械性質方面將由硬、脆的變成柔軟且可塑的物質。此項固態一固態的變化可從熱量的測定而推斷得知，見圖6-1所示。

當蠟材料被加熱時，在未達到熔化範圍之前將可發現其出現一吸熱現象，此時的能量吸收作用，將用以改變組成的分子晶格的排列，當加熱達到熔化範圍時，固態的蠟將首次出現液態的蠟，然後，在持續提供熱能的情況下，蠟便從固態慢慢全部轉化成液態，而溫度也隨之慢慢上昇至固態完全變成液態為止，在首度出現液態蠟至完全熔為液態蠟，此時的溫度範圍就是蠟材料的熔化溫度(Melting Temperature)。

一、 熔化範圍(Melting Range)

由於蠟材料是由結構相似的分子所組成，然而，箇中分子的分子量各有所差別，因此在含有不同分子組成的特色下，蠟材料往往是呈現熔化範圍而非一特定的熔化點(Melting Point)，例如：石蠟的熔化範圍是自攝氏44度至62度，而棕櫚蠟則自攝氏50度至90度，當將75%石蠟和25%棕櫚蠟互相混合時，並加熱使之熔化，此時石蠟成分將按其原有的熔化溫度先行開始熔化，而棕櫚蠟的熔化溫度有輕度降低的現象，而最重要的變化是此時的混合蠟擁有較廣大的熔化範圍，也就是指石蠟的熔化範圍自棕 櫚蠟的加入後從攝氏44度至62度的18度差別擴大為44度至約90度的約50度的差別，在應用上可有更大範圍的軟化溫度，不易液化。

二、 熱膨脹(Thermal Expansion)

一般而言，牙科用蠟和組成的成分均擁有較其它材料為大的熱膨脹係數(Coefficient of Thermal Expansion)。礦物性蠟擁有比植物性蠟較高的線性熱膨脹現象，此乃由於前者的分子間有較弱的價結合力易受外來熱能的影響，而導致分子更激烈的旋轉或跳動，多數的蠟材料常在攝氏22度和52度附近出現不同的膨脹速率，表6-2所列為主要用蠟的熱膨脹係數值。

一般的嵌體用蠟在室溫昇至攝氏40度左右時其線性膨脹量約為0.7%，而環境的溫度若從攝氏37度下降至25度時其收縮量約為0.35%，因此，在以上的溫度範圍內平均的線性熱膨脹係數為 $350 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 。

叁、 機械性質

牙科用蠟材料其彈性模數，比例限度和抗壓強度都比一般牙科材料為低，而且，機械性能與溫度有密切關連，例如棕櫚蠟的彈性模數從攝氏23度更換成37度的環境時將自1790MPa下降為759MPa，而石蠟同樣在23度昇高至攝氏30度時變化更是明顯，其彈性模數由310MPa下降成爲27.6MPa，其它比例限度和抗壓強度的變化將如同彈性模數一般在溫度昇高時有顯著降低的現象。

一、流動性(Flow)

物質的流動性主要是組成的分子其層次間出現滑動現象，蠟材料的流動性與蠟的自身所處的溫度有直接關連，當蠟所處的環境其溫度接近熔點時，則蠟的流動性將明顯增加礦物性的蠟，例如：石蠟，在其熔化範圍的溫度低攝氏20度的環境內其流動性只有原來的50%，褐煤蠟在攝氏71度或其熔化範圍低攝氏8度時流動性亦只達原來的50%。

美國牙醫協會 (American Dental Association) 在其製訂的第4號規範中對牙科嵌體用蠟的流動性能在特定溫度時有一定的要求，見以下表6-3所列。

第一型嵌體用蠟主要是在口腔內直接操作使用的蠟材料，因此在攝氏37度時最高的流動性是1.0%，此低流動性的特色可讓牙醫師在患者口內的牙齒窩洞上將蠟型雕刻完成，且不易變形。

第二型嵌體用蠟則是採用印模後在石膏模型上間接製作嵌體蠟型，因此，第一、二型嵌體用蠟材料在攝氏45度時流動性最低限度要達70%，最高則以不超過90%為限，以確保蠟材料有足夠塑性和能流入窩洞的細緻部位，將窩洞形態精確地複製出來。

三、殘餘應力(Residual Stress)

蠟材料如其它的熱塑性材料一樣，在操作使用過程中有恢復原形的傾向，一般稱之為彈性記憶(Elastic Memory)，譬如，一棒狀的嵌體蠟以火焰軟化後，並彎曲成馬蹄型，然後以冰水將之冷卻，若注意繼續觀察其形狀變化，將可發現被彎成馬蹄型的蠟棒將有伸直回原先棒狀的傾向，此種現象的形容乃蠟的扭曲作用(Wax Distortion)，其解釋理由為當蠟型在軟化時候是處於一壓力作用下，蠟型內部的原子或分子將較無外力作用下易為被強迫互相擠壓靠近，但是，當蠟型後來在另一較低溫且無外加壓力的環境下存在時，殘餘在蠟型內部的應力將下受約束或壓抑，將慢慢釋放出來，促使原子和分子回復原來能量最低或最穩定的狀態。

此種殘餘應力的影響對於復形物的精確和尺度的穩定性至鉅，因此在軟化蠟材料時要注意避免施加不必要的應力，以減低蠟型扭曲的現象發生。

肆、一般性質的要求

對於蠟型材料的性質現將其一般要求列述如下：

- 1、蠟材料在受熱軟化時，能均勻整體變軟；
- 2、蠟的顏色與齒模製作材料能明顯辨認。
- 3、蠟在軟化後，彎曲或雕型時不易變脆剝落或是表面出現粗糙不平滑。
- 4、蠟型在冶卻後，容易雕刻且與齒模表面保持緊密和精確性。
- 5、蠟型在脫蠟(Burn-Out)過程中無任何殘餘物質遺留，美國牙醫協會在其第4號規範中明確要求嵌體用蠟在攝氏500度時脫蠟後，殘餘在模內的固態殘餘物重量以不超過原蠟型重量的百分之一倍為限。
- 6、蠟材料所製作成的蠟型要能保持堅硬度和尺度的穩定性，直至脫蠟完全為止。

伍、蠟材料的分類：

根據蠟材料在牙醫界的臨床應用範圍一般可以分類為三大類：

- 一、蠟型(Pattern)用蠟
- 二、處理(Processing)用蠟
- 三、印模(Impression)用蠟

詳細的分類見表6—4所列。

一、嵌體用蠟(Inlay Wax)

嵌體用蠟主要用作製造嵌體、牙冠和橋體，特別是應用在去蠟鑄造技術(Lost - Wax Casting Technique)使用。

第一型嵌體用蠟較硬，操作方式是口內直接製作嵌體蠟型：

第二型嵌體用蠟則較軟，主要是用於齒模上的間接方法製作嵌體蠟型。

嵌體用蠟成分主要為石蠟、棕櫚蠟等。一般製成棒狀，呈深藍綠或紫色，見圖6-2所示。

嵌體用蠟其流動性見表6-1所列，而其熱膨脹資料在第一型方面，攝氏25度至30度間之最大線性熱膨脹量為0.20%，在攝氏25度至37度間則限制在0.60%以下，第二型則與第一型的膨脹量相近，一般測量結果發現第一型嵌體用蠟，當在口腔內完成雕刻後自口腔的溫度(攝氏37度)轉移至室溫環境(攝氏24度)其中12至13度的溫度改變將可能產生收縮的變化大約是0.4%的線性收縮，估計約為每下降攝氏1度將造成0.04%的收縮結果。同時，為降低蠟的扭曲作用發生，建議在均勻軟化蠟條時使用的溫度約為攝氏50度時，最少為15分鐘，且保持齒模溫熱和少量添加方式去堆砌蠟型。

二、鑄造用蠟(Casting Wax)

主要用於局部義齒支架製作和部份牙冠牙橋蠟型用，特別對於某些需要均勻厚薄的蠟型，例如：薄蓋冠(Coping)和牙鉤(Clasp)部份最為常用。

一般此類蠟材料是以薄片方式成蠟樣，通常自量器(Gage) 28至30(相當於0.40至0.32毫米)的厚度最為常採用。見圖6-3所示，多製成一定常規使用的形狀蠟樣。對於此類蠟的性質要求，美國牙醫協會沒有一定的規範，祇是部份性質有共識的要求。例如：流動特性在攝氏35度時最高限度為10%，攝氏38度時最高限度為60%，對延性的需求較之嵌體用蠟為高，在攝氏40~45度情況下能柔順易黏貼，和嵌體用蠟一樣在攝氏500度左右能完全燃燒氣化，殘餘物應是十分微量且以碳為主。成分方面是以石蠟，蜂蠟和其它蠟的混成所組成為主。

三、基板蠟(Baseplate Wax)

基板的名稱由來主要是臨床應用於測量垂直徑(Vertical Dimension)，咬合面(Plane Of Occlusion)和咬合關係(Occlusion Relationship)用的基底托(Tray)而得名。常用於全口義齒(Complete Denture)的製作上，例如可作為蠟堤(Occlusal Rim)的基本材料。一般以粉紅色為主，以近齒齦顏色便利使用於口腔內。成分則以石蠟和蔗蠟(Cerosin)為主。

市售的基板蠟一般是呈7.60X15.00X0.13厘米的粉紅或紅色片狀，見圖6-4所示。其性質的需求在美國牙醫協會第24和24a規範中有所指定，其中此類蠟又細分成：

第一型的軟蠟，主要用作建立外形和鑲面製造，

第二型為中度硬蠟材料可用於口內蠟型試配用：

第三型為硬蠟，可在口內溫熱環境中試配用。

在攝氏45度時，第三型的基板蠟比第一型嵌體用蠟有較低的流動性，而在基板蠟中第一型至第三型在最高流動性許可限度中有明顯的下降趨勢。在線性熱膨脹量方面，自攝氏26度至40度時不能大於0.8%。除了全口義齒使用外，基板蠟可供作臨時牙橋製蠟模用，咬合記錄，甚至矯正裝置製作使用。

四、圍蠟(Boxing Wax)

主要用於印模後包圍成一容器形狀，作為灌石膏模型用，以獲得一較完整規則的石膏模型。見圖6-5所示。此類蠟又稱為卡蠟(Carding Wax)，常是扁條狀，以綠色或紅色為主，一般要求是在攝氏21度能黏貼使用，且在攝氏35度時仍能維持其一定的形狀，此表示圍蠟在低溫時祇有有限的延性和流動性，但是由於使用的需要，此類蠟多具有黏性和足夠的強度與韌度以配合使用。

五、黏蠟(Sticky Wax)

主要用於其它材料間暫時黏接使用，見圖6-6所示。其配方主要是蜂蠟和樹脂加上其它添加物而成，可以在熔化並黏貼在物體的表面。室溫時，其特性是硬且脆，用於焊接或修復時，此種硬且脆的特性可在固定時增加其準確性，事實上其主要黏接的材料對象應以石膏模型為最佳，其色澤主要是深黑或是鮮艷為主，以別於一般石膏的淺淡顏色。在性質要求上，黏蠟在攝氏43度至28度之間其收縮量應在0.5%以內，流動性在攝氏30度最高限度為5%，在攝氏43度最低限度為90%，脫蠟的殘餘物不能超過原重量的0.2%。

六、實用蠟(Utility Wax)

在牙科技工操作處理過程中常需要一種較柔軟且具黏性的蠟材料，例如印模托邊緣的加長、加高都需藉用此種蠟的特性，見圖6-7所示。實用蠟其成分主要是蜂蠟，石油產品的添加物，多呈黑紅色或橘色，性質方面，在攝氏37.5度最低的流動性為65%或以上，但不超過80%，在室溫環境中此蠟應能具有理想的黏貼效果與黏性。其它封凹膠(Blockout Wax)主要用於空泡或空隙的充填特別是在活動義齒製作時模型上倒凹的封填。白蠟(White Wax)在鑲面製作時，內於其顏色的關係可作為模擬離蠟的材料用。

七、修正印模用蠟(Corrective Impression Wax)

此類蠟通常是使用少量於原印模上以幫助記錄印取軟組織的精細部位用。目的是可以將動態的口腔黏膜形態紀錄下來，以增加日後義齒製成後配戴時的精確性。成分主要是石蠟、蔗蠟和蜂蠟等混合配方，無一定的標準規範此類蠟的性質，但是，理想是在攝氏37度時應有100%的流動，可惜此種蠟材料在印取過程中如有明顯的倒凹存在時，則易發生變形和扭曲現象。

八、咬合記錄用蠟(Bite Registration Wax)

主要用於將牙齒模型作一精確的對咬關係建立，常用的形狀是量器28(厚度約為0.40毫米)的鑄造用蠟片或硬性基板蠟，真正的咬合記錄用蠟成分主要是石蠟和蔗蠟，部份更含鉛或鋼等金屬粒子在內。性質方面無一定的規範要求，流動性方面理想是能在攝氏37度可造成2.5%至22%的穿透(Penetration)效果，但是注意在口腔中移取出來時可能產生的變形現象。