

科學圖書大庫

實用組織學圖鑑

譯者 范永達

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

實用組織學圖鑑

譯者 范永達

徐氏基金會出版

財團
法人

徐氏基金會

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國七十六年三月六日初版

實用組織學圖鑑

基本定價 3.40

譯者 范永達 國科會研究員

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版臺業字第3033號

出版者 財團法人 徐氏基金會 臺北市郵政信箱13-306號
郵政劃撥帳戶第00157952號 電話：3615795~8

發行人 呂 幻 非

承印廠 大原彩色印製有限公司

前 言

實用組織學圖鑑的目的是幫助學生們在組織學實驗室中，對組織構造的辨認及瞭解。爲能達到此一目的，本書將哺乳動物大部份組織之低倍、中倍及高倍組織照片搜集在一起，同時配合清晰的描圖及標示名詞，再加上特徵敘述。顯微照片常有一些不易辨認的情形，此一缺失可由書中清楚描圖彌補。組織的構造與功能間的關係是很重要的一點，在本書之每一章前面均有簡要說明該部份之基本生理及形態，再加上於合適的圖片列述該組織的特徵及功能。

本書的撰寫目的既是爲初學組織學之大專學生，故在第一章先行介紹細胞的基本構造及有關資料、顯微技術、顯微鏡之解像力、細胞形態及超微結構。

本實用組織學圖鑑雖非高深理論教科書，但本書配合圖片簡要介紹全身的主要系統，加上各圖片清楚名詞標示以及特徵和功能的敘述，無疑是初學者最佳的良伴，同時也是複習及參考的良好幫手。

此外本書亦循序逐步介紹組織標本處理及染色的方法。詳細敘述常用的組織學製作及染色技術，也介紹一些較高級的染色方法。顯微切片技術、組織圖片的描繪、顯微鏡操作技巧亦在本書中有適當介紹。

本書之撰寫係集合許多組織學教授、技術人員及有關助理的力量完成，作者們十分感謝夫人們在本書撰寫中的支持和耐心。

目 錄

前 言	I
第一章 細胞的構造及觀察方法	1
1-1 亮視野顯微鏡技術	1
1-2 相位差顯微鏡技術及其他技術	3
1-2-1 解像力限度	6
1-3 電子顯微鏡	7
1-3-1 哺乳類細胞的細微構造	8
1-4 電子顯微鏡照片	27
參考文獻	28
第二章 製作及觀察染色切片的方法以及一些重要的提示	37
2-1 組織之處理	37
2-1-1 固 定	38
2-1-2 沖洗及脫水	41
2-1-3 清除酒精	41
2-1-4 封 蠟	42
2-1-5 切片及上玻片	43

2-1-6 一般染色法.....	44
2-1-7 特殊染色法.....	47
2-2 組織切片鑑別注意事項.....	58
2-3 將觀察結果做描繪記錄.....	63
參考文獻.....	65
第三章 成體及胚胎之內臟器官及其位置	66
第四章 上皮組織	70
4-1 分 類.....	70
4-2 功 能.....	71
4-3 外分泌腺及內分泌腺.....	73
第五章 結締組織及支持組織	77
5-1 分 類.....	77
5-2 各種結締組織.....	78
5-2-1 疏鬆結締組織.....	78
5-2-2 緻密結締組織.....	81
5-2-3 規則結締組織.....	81
5-2-4 彈性組織.....	81
5-2-5 網狀組織.....	81
5-2-6 脂肪組織.....	83
5-2-7 軟 骨.....	83
5-2-8 硬 骨.....	94

第六章 肌肉組織	96
6-1 橫紋肌	96
6-2 心 肌	96
6-3 平滑肌	101
第七章 血液及血管系統	102
7-1 血 液	102
7-1-1 紅血球	102
7-1-2 白血球	106
7-1-3 血小板	106
7-1-4 骨髓(骨髓組織)	107
7-2 血管系統	107
7-2-1 動 脈	107
7-2-2 靜 脈	111
第八章 呼吸系統	112
第九章 皮膚系統	121
9-1 構 造	121
9-2 分 類	126
第十章 淋巴組織	127
10-1 分類及構造	127
10-1-1 淋巴小結	127
10-1-2 淋巴結	127

10-1-3 胸 腺.....	132
10-1-4 脾 臟.....	132
第十一章 消化系統及消化腺.....	138
11-1 黏 膜.....	139
11-1-1 表皮（上皮）.....	139
11-1-2 固有層.....	141
11-1-3 黏膜肌肉.....	141
11-2 黏膜下層.....	141
11-3 外肌層.....	141
11-4 漿 膜.....	142
11-5 消化管各部位之構造.....	142
11-5-1 食 道.....	142
11-5-2 胃.....	142
11-5-3 小 腸.....	142
11-5-4 大 腸.....	150
11-6 消化腺.....	150
第十二章 泌尿系統.....	176
12-1 腎 臟.....	176
第十三章 男性生殖系統.....	188
13-1 睪 丸.....	188
13-2 輸送管.....	189
13-3 附屬腺體.....	194
13-4 陰 莖.....	194

第十四章 女性生殖系統·····	197
14-1 卵 巢·····	197
14-2 胎 盤·····	204
參考文獻·····	205
第十五章 內分泌系統·····	216
15-1 腦下腺·····	216
15-2 腎上腺·····	229
第十六章 神經系統·····	230
16-1 神經元·····	230
16-2 神經膠質細胞·····	244
第十七章 感覺器官·····	245
17-1 內在接受體·····	245
17-2 本體感接受體·····	245
17-3 外在接受體·····	246
17-3-1 痛覺接受體·····	246
17-3-2 觸覺接受體·····	246
17-3-3 溫度覺接受體·····	247
17-3-4 嗅覺接受體·····	247
17-3-5 味覺接受體·····	248
17-3-6 視覺接受體·····	248
17-3-7 聽覺接受體·····	249
參考文獻·····	260

第一章 細胞的構造及觀察方法

人體或動物體是由許多小單位組成，這些小單位都是原生質外包細胞膜所構成，前述小單位稱細胞。每個細胞通常能單獨進行生命程序，例如呼吸、分泌及分裂等維持生命的功能。細胞小的如紅血球，直徑約5～8微米(μm)，大的如卵細胞，直徑可達數百微米。細胞也可有各種不同形狀，其形狀通常反應出它的功能。像神經細胞往往有很長的突起，即所謂之神經纖維，神經纖維的功能便是將訊息傳遞到遠處。另一些細胞則聚集在一起形成各種組織。一種組織通常不是由一種細胞構成，不過可能其中有一種細胞佔多數，為該組織之主要構成成分。

細胞內的原生質又稱細胞質，在細胞質當中有一近圓形的細胞核。細胞核內藏有遺傳物質稱基因，基因本身其實是細胞核內染色體上的去氧核醣核酸(DNA)的排列次序。細胞質內尚有若干種小器官(organelles)，這些小器官和日常生命程序有密切關聯。在日常之中，細胞核及細胞質之間即時時在互換養分及信息。

1-1 亮視野顯微鏡技術

亮視野顯微鏡技術是以一般光學顯微鏡為工具，也是到目前為止，觀察細胞解剖最常用的一種技術。利用一般光學顯微鏡來研究組織結構的科學稱為組織學。

在光學顯微鏡，靠聚光器將自然光或燈光的光線焦點聚到組織標本上

2 實用組織學圖鑑

。標本的影像先由物鏡放大，再被目鏡又一次放大，經過兩次放大的影像才是我們最後看的標本影像（圖 1-1 a）。

爲一般目的，普通光學顯微鏡可以提供足夠的細胞結構資料。本書以下幾章中的顯微照片即以此種技術取得。此外，有許多種特殊染色技術（稱細胞化學方法）配合光學顯微鏡的使用，可以辨認細胞中化合物的組成及分佈。例如靠顯微分光照相技術，不但可定性且可精確定量細胞中之碳水化合物、脂肪、蛋白質、核酸及酵素。不過一般光學顯微鏡技術有下列

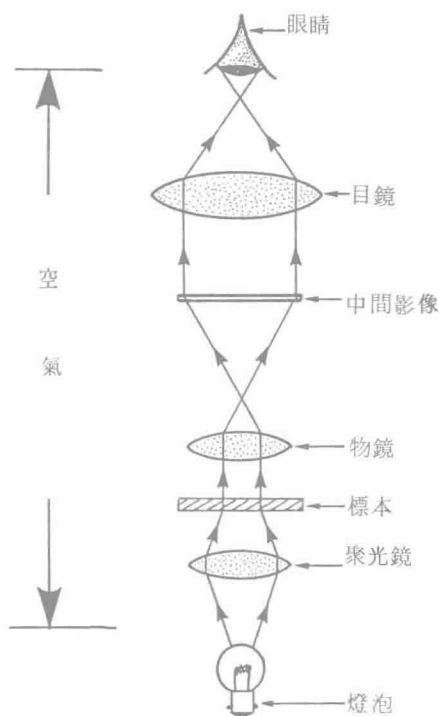


圖 1-1 a 光學顯微鏡

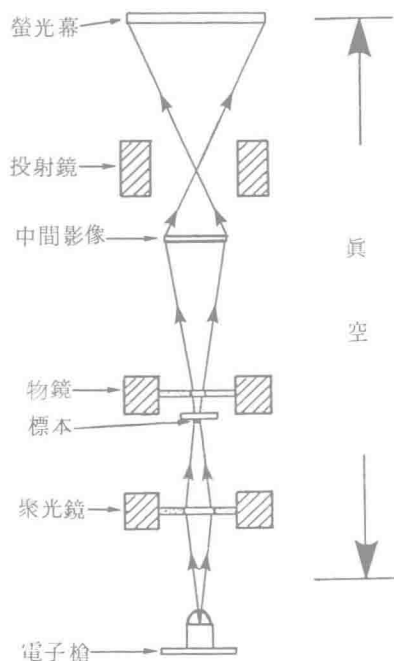


圖 1-1 b 電子顯微鏡

兩大限制：

- (1)無法非常詳細觀察研究活細胞。
- (2)解像及放大率有一定限度。

1-2 相位差顯微鏡技術及其他技術

大部份活組織都太厚，無法讓光線通過它而在光學顯微鏡下形成影像

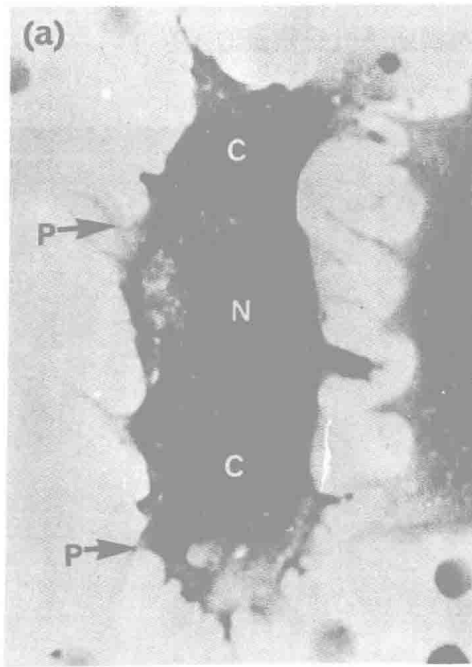


圖 1-2 a 兩個類似的動物血球細胞，分別在亮視野(a)及下一頁之相位差(b)顯微鏡下觀察結果。細胞核(N)、細胞質(C)、顆粒(G)、粒線體(m)、小泡(V)、偽足(P)，(a)圖放大 1440 倍。

，因此動物組織必須先經過處理，先是切成很薄之切片，然後染色（見第二章）才能放到光學顯微鏡下觀察。然而在前述處理過程中，細胞或組織早已被殺死，所以原先構造可能有所改變，使人為因素進到標本中。所幸，有幾種哺乳類組織十分地薄，可讓光線透過它，可以不經前述的標本處理過程，在光學顯微鏡下觀察其活的狀況。像血液可稀釋後直接滴到玻片上，放到顯微鏡下觀察。為觀察活組織，光學顯微鏡被改良，像特殊之相位差顯微鏡技術便被發展出來。在相位差顯微鏡，一片相位板被加到一般顯微鏡之物鏡上，聚光鏡下再加上一個環。此一改良的結果，加大了光波通過組織標本不同構造時所受阻礙的差異。

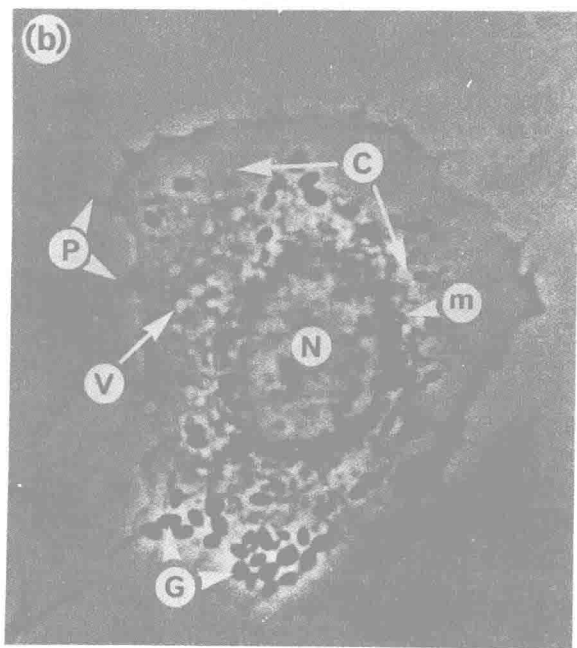


圖 1-2 b 動物血球細胞在相位差顯微鏡下觀察結果。與上頁圖 1-2 a 之亮視野顯微鏡觀察結果比較。(b)圖放大 1840 倍。

圖 1-2 a 及圖 1-2 b 顯示兩類似動物細胞分別在亮視野顯微鏡及相位差顯微鏡下所觀察到的不同影像。在圖 1-2 a，細胞利用甲醛固定，然後以詹姆莎氏染色法染色（見圖 2-1-7 i），在亮視野顯微鏡下所攝得的照片。在圖 1-2 b 是類似的新鮮活細胞以活細胞處理法處理，然後放到相位差顯微鏡下所攝得的照片。我們很清楚可見到，在相位差顯微照片中比較容易分辨出細胞內小器官（organelles）的詳細結構。在亮視野顯微鏡技術中，固定的步驟可能使細胞的細小構造凝聚而變成模糊不清。另外，活細胞的活動及組成成分亦可在相位差顯微鏡下觀察研究。

組織培養的實驗中，相位差顯微鏡特別有用。組織培養成的薄層細胞生長在培養液中，可利用相位差顯微鏡來檢查其細胞數目、存活性、活動性及細胞間之相互作用等。

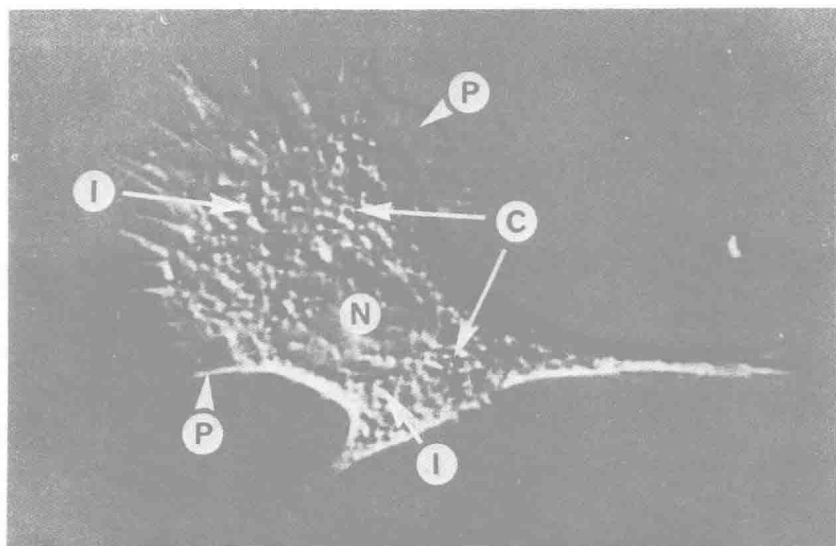


圖 1-3 諾馬斯基干擾顯微鏡下之活動動物血球細胞。細胞核(N)、細胞質(C)、細胞質內含物(I)、偽足(P)。放大 1520 倍。

其他較少用的研究活細胞技術，在相位差顯微鏡被廣泛使用前，較常用的技術為活細胞染色之法，染色放在亮視野光學顯微鏡下觀察。其次是干擾顯微鏡及偏光顯微鏡也曾被用來研究活細胞。諾瑪斯基氏干擾顯微鏡特別能產生立體的效果。偏光顯微鏡是用來觀察細胞中排列有秩序的組成，像結晶體、微管或小纖維束等。(圖1-3)

1-2-1 解像力限度

光學顯微鏡解像力的極限是 0.1 至 0.2 微米，因此細胞內小器官的細微構造無法利用光學顯微鏡觀察。顯微鏡之解像力是指其對標本細微構造能辨識的程度，解像力愈高，愈能辨識出更細微之構造。光學顯微鏡之解像力決定因素是光源波長及其物鏡光圈孔徑。可由下式表示之：

$$\text{解像力} = \frac{\text{光源波長} \times 0.6}{\text{物鏡光圈孔徑}}$$

$$\text{上式又常寫成 } r = \frac{0.6 \lambda}{n \sin \alpha}$$

r 表示解像力，0.6 是常數， λ 表示光源波長， $n \sin \alpha$ 表示物鏡光圈孔徑。

物鏡光圈孔徑決定鏡片能聚集光線之量。當物鏡愈靠近標本（高倍物鏡），更多光線被物鏡鏡片所聚集，解像力較物鏡遠離標本時為高（低倍物鏡遠離標本）。

從上述公式可以算出顯微鏡的解像力。可見光波波長為 0.5 微米，最好的油鏡（物鏡）光圈孔徑約為 1.4，因此可得：

$$r = \frac{0.6 \times 0.5}{1.4} = 0.2 \text{ 微米}$$

由上面演算所得的 0.2 微米是昂貴光學顯微鏡所能得到的最好解像力。而一般光學顯微鏡，正常狀況解像力約在 0.4 至 0.5 微米之間。不過如

果標本上的蓋玻片超過 0.17 毫米，則會阻礙光線透過使解像力減低很多（常是無經驗學生發生的錯誤）。

解像力一詞不可與放大率一詞混淆，亦不可混用。放大率是指標本在顯微鏡下放大的倍數，例如放大 400 倍（ $\times 400$ ），此一數字並未告訴你能見到多細微的構造。大部份顯微鏡都能將標本放大 400 倍，但如果標本細微構造在解像力之外，其放大至 400 倍後的影像仍然模糊不清，無法辨認。

改進顯微鏡解像力的唯一途徑是，採用較短光波的光源。爲了改進此一短處，在 1920 至 1930 年代終於發展出電子顯微鏡，採用電子光束，此種電子光束之波長極短。

1-3 電子顯微鏡

圖 1-1 b 顯示電子顯微鏡的設計，基本上與光學顯微鏡相似。在電子顯微鏡，以電子槍取代燈泡光源，而聚光器及物鏡則仍然存在，用以聚集光源並放大物像。不過電子顯微鏡的鏡片並非玻璃鏡片，而是磁鐵。又由於吾人眼睛並看不到電子，所以最後的影像並不是直接用眼睛觀察，而是將電子打到螢光幕上，使顯出影像。

光學及電子顯微鏡另外一項重要的不同是，後者的影像放大需在真空中進行，這是因爲電子在空氣中的穿透力不佳。正因爲如此，使電子顯微鏡成爲笨重而且昂貴的儀器，同時也使電子顯微鏡無法觀察活的標本。由於電子穿透力不佳而造成的另一缺點是，即使在真空中，也需要極薄的標本才能讓電子穿過。標本必須薄到 50 ~ 100 nm（0.05 ~ 0.1 微米），亦即較一般光學顯微鏡所用石臘切片 5 ~ 10 微米要薄上 100 倍。另外，一般石臘切片，最薄只切到 1 ~ 2 微米，此一厚度仍不能滿足電子顯微鏡的要求。必須將標本包埋在一種樹脂裡，像 epoxy resin（例如 Epon, Araldite），才能切成電子顯微鏡所需要的厚度，並且還要用昂貴的切

片機，採用玻璃或鑽石切片刀。

總之，電子顯微鏡之標本切片之製作十分費時，同時需要高度技巧才能獲得滿意的結果。近年發展成的高電壓電子顯微鏡，已可採用較厚的切片，例如數毫米厚。此外也能將活標本放到特製盒子，然後放在電子顯微鏡下來觀察，不過其解像情形仍不盡理想。

標本製作適當，在電子顯微鏡的波長 0.005 nm 下，生物標本的解像力為 $1\sim 1.5\text{ nm}$ ，也就是 $1\sim 1.5\text{ nm}$ 大小的構造可被分辨出來。此一解像力為光學顯微鏡的 $100\sim 150$ 倍。另外電子顯微鏡的最高放大率可達二十萬倍，不過通常放大四萬至六萬倍已達最高解像力的極限。

1-3-1 哺乳類細胞的細微構造

利用高解像力之電子顯微鏡，細胞之細微結構已經被研究得十分清楚，可使讀者有一初步之完整概念。

圖 1-4 b 列舉出一般動物細胞之細微構造，這些清楚的細微構造都是參考電子顯微鏡觀察所得的資料繪成，此與圖 1-4 a 利用光學顯微鏡觀察的情形顯然不同。電子顯微鏡下觀察細胞所得的主要構造為細胞膜、細胞核、細胞質內小器官，小器官包括粒線體、內質網、高基氏體、溶酶體、微細管、微纖毛、脂肪小粒、分泌顆粒、肝醣、中心粒及細胞周邊之特化構造像微絨毛、纖毛及聯結複合體。

(a) 細胞膜

細胞膜是包圍細胞外的薄層構造，有調整細胞與外界相互作用之功能。在許多細胞構造之外層亦有類似之膜狀構造。細胞膜在光學顯微鏡下看不清楚，從電子顯微鏡之觀察，可知細胞膜約為 $7\sim 10\text{ nm}$ 厚，包括有三層（圖 1-5），中間一層在電子顯微鏡下是透明，外包較緻密的兩層。