

高等医药院校教科书

組 織 学

王 有 琪 主 編

人 民 卫 生 出 版 社

供医疗、兒科、卫生及口腔专业用

組 織 学

王 有 琪 主 編

張作千 王有琪 許天祿 李肇特 編 写

馬文昭 鮑鑑清 审 閱

谷 华 运 助 編

組 織 學

开本: 787×1092/16 印张: 22 4/8 插頁: 9 字数: 464 千字

王 有 琪 主 編

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京书刊出版业营业许可证出字第〇四六号)

· 北京崇文区禄子胡同三十六号 ·

北 京 新 华 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 · 各地新华书店經售

統一書号: 14048·2393

1960 年 9 月第 1 版—第 1 次印刷

1965 年 2 月修訂第 2 版

定价: (科五)2.50元〔K〕

1965 年 2 月第 2 版—第 10 次印刷

印数: 68,701—82,700

目 录

第一章 绪论	1
一、组织学研究的对象及其在医学中的地位	1
二、组织学发展简史	2
三、学习组织学的基本观点	4
四、组织学的研究方法	5

细 胞

第二章 细胞	13
一、原生质的物理化学特性及化学物质	14
二、细胞的构造	16
三、细胞的生活机能	27

基 本 组 织

一、组织的概念	33	三、组织的再生	34
二、组织形成的因素	33	四、基本组织的种类	34
第三章 上皮组织	35		
一、被复上皮	35	三、感觉上皮	43
二、腺上皮	42		
第四章 结缔组织	45		
一、结缔组织的特性	45	三、结缔组织的分类	46
二、结缔组织的发生	45		
第五章 肌肉组织	73		
一、平滑肌	73	三、心肌	84
二、骨骼肌	76		
第六章 神经组织	88		
一、神经组织的发生	89	四、周围神经及其神经节	102
二、神经元的种类、形态及机能	91	五、神经胶质	112
三、神经元间相互的关系	99	六、神经纤维的溃变及再生	116

器官与系统

器官与系统的概念	122
第七章 神经系统	123
一、神经系统的一般概念	123
二、神经系的进化	124
三、研究神经组织的方法	126
四、脊髓	127
五、大脑皮质	130
六、小脑	136
七、植物性神经系	140
八、脊髓膜和脑膜	142
第八章 循环系统	144
一、毛细血管	144
二、动脉	146
三、静脉	150
四、淋巴管	152

五、心脏·····	153		
第九章 淋巴器官·····			158
一、淋巴结·····	159	四、扁桃体·····	169
二、血淋巴结·····	163	五、胸腺·····	170
三、脾脏·····	163	六、巨噬细胞系统·····	172
第十章 腺的概念·····			175
第十一章 皮肤·····			180
一、皮肤的结构·····	180	三、皮肤的血管、淋巴管及神经分布·····	189
二、皮肤的附属器官·····	183		
第十二章 消化系统·····			193
一、消化管的一般组织结构·····	193	三、消化管的血管、淋巴管及神经分布·····	215
二、消化管部·····	194	四、消化腺·····	216
第十三章 呼吸系统·····			230
一、鼻腔粘膜的组织结构·····	230	三、气管及支气管·····	234
二、喉·····	232	四、肺·····	236
第十四章 泌尿系统·····			244
一、肾脏·····	244	二、排尿器·····	255
第十五章 生殖系统·····			259
一、男性生殖系统·····	259	二、女性生殖系统·····	273
第十六章 内分泌系统·····			299
一、垂体·····	299	四、肾上腺·····	307
二、甲状腺·····	304	五、松果体·····	311
三、甲状旁腺·····	306		
第十七章 感觉器官·····			315
一、视觉器官·····	315	二、平衡及听觉器官·····	328
中英俄名词对照·····			337

第一章 緒 論

一、組織学研究的对象及其在医学中的地位

组织学是研究机体微细构造及其发生发展规律的科学。广义地讲,机体是包括自然界中一切生物的,所以组织学也就以各种生物为其研究的对象。狭义地讲,作为一门医学课程的组织学,则是以人类为主的,所以研究的范围主要也应该以人类为对象。但是因为在研究过程中需要结合一些实验观察和发生发展问题的讨论,所以有时也必须借助于与人类有密切关系的高等动物作为了解和试验的材料。

(一) 组织学的定义 组织学(Histology)是由希腊文 Histo(组织)和 Logos(科学)二字合并而成的,是指关于“组织”研究的科学。但是这个定义尚不全面,因为机体的组织主要是由许多不同的细胞和不具有细胞形态的细胞间质所构成的,所以组织学不仅要研究机体的基本组织,而且还要研究构成组织的细胞的形态和构造,及由各种组织构成的器官的组织形成和联系,另外还要研究细胞、组织和器官之间的相互关系及其对于环境变化的反应。

(二) 组织学的范围 一般包括三个部分,即:

1. 细胞 研究细胞的结构、生理及其起源等问题,包括细胞的生长、增殖、衰老和死亡等现象。

2. 基本组织 研究各种组织的起源、分化、形态结构、机能关系及组织再生等问题,旨在寻找机体构造的基本原则及其对于内外环境的适应变化。

3. 器官组织 在研究细胞和基本组织的基础上,有关器官的微细构造、机能关系及其组织发生和变化等问题。

实际上在机体里面,细胞、组织和器官都是整体的一部分,它们之间有着密切的关系,而不能有所分割。所以当我们研究微细结构的形态特点、生理机能及其和外界环境统一等问题的时候,就必须经常联系到各微细结构之间的相互联系和相互作用的复杂关系,才能了解机体的结构在生活状态时的完整性。

(三) 组织学在医学中的地位 组织学在医学中和其他基础课程一样,也是重要学科之一。它与人体解剖学和胚胎学的关系最为密切。因为组织学、胚胎学 and 人体解剖学都属于正常形态学。人体解剖学运用肉眼观察方法研究人体的形态结构及其器官之间的相互关系,组织学运用显微镜的观察方法研究人体的微细构造及其分布和联系,胚胎学则从个体发育方面研究组织发生发展及其形态变化。这三门学科从不同角度进行人体结构及其相互关系的研究,所以它们之间的关系是非常密切的。

组织学与生理学、病理学及生物化学的关系也很密切。因为组织学主要是研究组织结构,而生理学则主要是研究其正常形态结构的机能作用,病理学则主要是研究其病变时形态结构的损伤变化,生物化学是从分子水平研究机体的组织细胞的物质分布、分解和合成的途径及其与代谢机能相互关系的。当机体形态结构发生变异时,则生理机能往往随着发生变异;反之,生理环境发生改变时,则形态结构亦将随之有所改变。这种机能与形

态的关系是相互作用和相互促进的。所以在学习生理学病理学和生物化学之前,必须掌握组织学的知识,才能理解机能与形态间的互相关系,并为临床应用打好理论的基础。

在临床应用方面,组织学又是临床各学科的理论基础之一。因为许多病症往往伴随着组织形态的变化,所以只有了解组织结构的正常形态及其变化的情况,才有可能正确地掌握病症发展的规律,进而采用预防或治疗的方法以制止病症的发展。

另外,近代科学技术的进展,尤其是物理学、光学仪器、生理学和生物化学的迅速发展,为组织学的研究开辟了新的方向,增加了新的内容。另一方面,组织学的发展,对其他学科的发展也起到了推进作用。例如生物物理学、组织化学、组织生理学、进化组织学以及有关组织学研究技术方面的各种显微镜、超薄切片机、显微活动摄影术与组织培养术应用于细菌培养和病理组织的观察等,皆足以说明组织学的发展,亦必然会带动其他学科的进展,并在医学和生产实践中发挥一定的作用。

二、组织学发展简史

组织学是从解剖学中分化出来的一门年轻科学。我国学者早年曾作过某些研究,如清朝河北王清任氏曾用肉眼观察解剖尸体,并对于某些器官如肺的细微结构有过描述(见其所著“医林改错”,1830)。但是这些原始材料并未能引起当时社会的重视和应有的发展,以致影响不著。

促进近代组织学进展的主要因素,当推显微镜的发明、使用和改进。因为在显微镜被利用以前,人们对于机体的细微结构及其与生理机能的关系,例如血球之于代谢,防御和生殖细胞之于繁殖遗传,不但没有认识,而且还有许多臆造的传说甚至迷信的观点,阻碍了人们对于疾病的认识。自从显微镜发明以后,人们对于机体的细微结构,辨认逐渐清楚了;关于形态结构的发展变化及其与生理机能的关系,亦是一天一天地被揭露了。因此对于机体的组织结构及其变化规律的资料累积,亦愈来愈丰富了。这对于组织学的建立,是有很大帮助的。

根据史籍记载,显微镜的创制已有三百多年历史。最初制成的是放大镜。英人哈尔威(Harvey, W., 1578~1657)曾用放大镜观察鸡胚胎的发育。英人虎克(Hooke, R., 1635~1703)用放大镜观察软木塞的微细构造,发现软木塞是由许多有隔壁的象蜂房的小室所组成的,特称此小室为细胞(Cell, 1665)。意大利人马耳辟基(Malpighi, M., 1628~1694)曾用放大镜来研究脾、肺、肾和表皮等组织的构造。荷兰学者列文虎克(Leeuwenhoek, A., 1632~1723)曾用他自制的倍数较高的放大镜发现了精子、红血球、肌纤维与神经细胞等。荷兰人格拉夫(Graaf, R., 1641~1673)发现卵泡(1672)。这些资料对于组织学的发展起了重要的作用。但是由于显微镜的制造在十八世纪中进步很慢,组织学的发展也就受了限制。到了十八世纪末叶,法人皮休(Bichat, F. X., 1771~1802)曾根据肉眼解剖和用放大镜对于组织的检查,于1801年发表了“膜的研究”(Traité des Membranes)一文,将人体结构中肌肉、骨骼、神经等归纳分为21种组织。他的这种分类方法,虽然还有一些不合理的地方,如把血管等器官结构亦列为组织,及将一般组织中可以合并的例如纤维组织、淋巴组织、骨组织、软骨组织等,未能按其性质给予集中归类,但是他的工作,激发了许多学者对于细微结构的钻研,促成组织学得以迅速地发展起来,还是有一定贡献的。此后经过德国学者马耶尔(Meyer, C.)将组织重新分类,别为八种(1819),已与现代

分类颇为接近,因此不久组织学即发展成一门独立的科学。

随着显微镜对于组织检查的广泛使用,因而对于组织结构的显示技术,要求配合亦就感到迫切了。由于普通大块组织的细微结构不易在显微镜下分辨清楚,所以须要将大块组织切成薄片,才能解决困难。最初切片工具采用徒手使用剃刀方法,但因切片厚薄不均,分辨还不满意。自从格登(Gudden)及韦尔克(Welker)于1856年在英国设计制造了切片机,并经过以后的改良,于是切片厚薄问题,算是得到了解决。此外由于新鲜组织容易腐烂变形,经过许多科学家的不断试验,又发明了组织固定、包埋和染色等技术方法,给予组织切片和观察以很大的便利,并促进组织学的迅速发展。这些技术配合,主要是在19世纪后半叶和本世纪之初发展的。此后在组织检查技术方面,还发展了组织培养、组织化学、各种光学显微镜和电子显微镜的应用、显微解剖、超微量分析法等,对于组织学的进展,继续不断地提供许多有利的条件。

推动组织学发展的另一个主要因素是理论学说的创立和发展。首先是细胞学说的成立。细胞学说指出一切动植物均由彼此相连接的细胞所组成,而这些细胞又都是以同一方式产生出来的。这个学说的基本原理是俄国学者高良尼诺夫(Горянинов, П. Ф., 1796~1865)于1834年所发表的。当时德国学者许莱登(Schleiden, M. J., 1804~1881)和雪旺(Schwann, T., 1810~1882)亦分别在植物和动物体内进行了广泛的分析研究,并于1838~1839年各自发表了研究的结果,说明动植物的构造一致性,总结出与高良尼诺夫所作出的同一结论。细胞学说成立的重大意义在于指出生物体构造的基本原则,指出动植物细胞在构造上及发育上的相似点,为组织学和胚胎学奠定了稳固的基础。同时又说明了机体的发生、成长和构造都是根据生物学发展规律而进行的,也不是什么神造的。所以这个学说的发表被恩格斯称为十九世纪三大发现(细胞学说、物质和能量守恒定律和达尔文进化论)之一。

细胞学说发表以后,德国病理学家魏尔啸(Virchow, R., 1821~1902)即根据细胞学说理论来解释病理过程,建立了细胞病理学(1858),打击了当时普遍公认的关于疾病性质的唯心观点。他还认为细胞来自细胞的分裂,把病理和细胞变化联系起来,推动医学尤其是病理学走上唯物研究的道路,所以他在建立科学医学的基础方面有着无可怀疑的功绩。但在另一方面,他把细胞个体化概念传布到病理学的范畴,把机体看成是许多形态上和机能上都是独立的细胞的组成体,更把某些细胞变化当作机体任何一种病理过程的基础,并由此得出一系列片面的结论。如强调细胞遭受损害的局部作用,而忽视了机体是一个整体,更没有考虑到神经系统的主导作用。他还认为机体和外界环境无关。这些观念,曾经长时期成为生物学和医学尤其是病理学界的主导思想,亦影响了组织学的发展。

祖国组织学的发展是从本世纪之初开始的。在半封建半殖民地时代的旧中国,组织学和其他一切科学一样,不可能得到很好的发展。那时只有少数科学工作者进行了一些研究工作,例如秉志教授对于生物学各方面研究条件的创立与人材的培养,朱洗教授对于卵的发育、受精的细胞的研究,马文昭教授对于高尔基体、线粒体等细胞器的观察及磷脂类对于细胞组织的作用等,都曾做出了不少成绩。其他在神经组织学研究方面,也曾作了不少贡献。

解放以来,由于党和人民政府的正确领导,因而使我国科学研究与文教卫生事业获得了巨大的发展。在组织学方面最显著的改变,除扩大教学研究机构和大量培养青年干部

外,有下列几方面。首先,几年来通过学习,在科学研究和学术观点方面,有了新的认识和提高。其次,明确了科学研究应该联系实际,为生产服务。例如磷脂类对于促进细胞组织的作用及创伤愈合等组织再生的研究。为了解决教学中存在的问题而进行比较组织学、人胚胎的组织分化、生活物质的演变、细胞组织的年龄变化、内脏器官的神经末梢的研究、大脑皮质的神经突触的研究等。另外,解放以来,科学技术的发展和新仪器的使用,亦大大地促进了组织学研究。例如细胞化学方面,应用超微量分析法研究胚胎的磷化物代谢,胚胎组织的酸性及硷性磷酸酶的改变,神经系统发育期间氨基移换酶及乙酰胆硷酶的变化,唾液腺、胰腺及胃腺消化酶的发生等。在组织化学方面的研究,有酸性和硷性磷酸酶、去氧核糖核酸、核糖核酸、三磷酸腺苷酶、糖元及其他多糖类、类脂、硫氢基及一些蛋白质在各种组织细胞和肿瘤内的改变。在放射自体摄影术方面的研究,有利用同位素显示组织细胞的代谢状态,例如将硫³⁵引入鸡胚胎内以观察卵黄球的活动;此外还有应用 γ 射线,对于猕猴血象的检查,等。这些工作,显然足以说明祖国解放以来,仅仅十余年,组织学的进展是很快的。

三、学习组织学的基本观点

作为一门生物科学的组织学,也必须是理论联系实际。这就是说,学习组织学的任务,也是为医疗保健事业服务的,在医学课程中,它的内容和要求,是与生理学、病理学以及临床应用有密切关联的,所以在学习组织学时,应该考虑到这些需要的联系,才能符合学以致用目的。

此外,学习组织学,还必须具有辩证唯物主义观点。也即是说,我们对于作为一门形态科学的组织学,不能过分强调其局部的或纯形态的作用,我们认为过去的细胞病理学说的内容不够全面,就是因为过分强调机体的一部分形态结构的作用,而忽视了整体的局部结构与整体的关系,以及环境对于机体的影响。近代米丘林学说从达尔文生物进化学说出发,进一步肯定了机体的发育与外界生活条件有着统一的关系,并且通过对于生活条件的控制可以使机体的发育遵循着人类所需要的方向而改变;巴甫洛夫根据生理实验,证明动物的生命活动与形态结构对于环境刺激具有密切而不可分割的联系性和适应性,并且通过机体的神经主导作用,环境刺激亦可以成为机体的形态变异的动力。这些学说都给组织学的研究以新的启示。我们在学习组织学的时候,必须以实事求是的态度,扬弃糟粕,发展精华,从而帮助解决医学中有关的实践问题,并为人类医疗保健事业作出一定的贡献。关于学习组织学的基本观点,大概包括下列几点:

(一) 发生发展的进化观点 人体的成长和其他高等动物一样,亦是与个体发生和种系发生相关联的。由于人体是一个个体发生的过程,所以身体内组织结构、生理机能以及与外界环境的关系,亦均在不断地随着年龄的改变而改变。另外,在种系发生方面,人体的结构又是在进化过程中不断地与自然环境进行斗争和适应所获得的结果。所以在学习组织学时,应该具有发生发展观点,才能了解形态变化与生活条件的密切关系。

(二) 形态与机能相统一的观点 人体中各种组织结构,均各具有一定的形态和一定的机能。例如肌组织的形态不同于神经组织,肌组织具有收缩的机能,而神经组织则具有传导兴奋的机能。形态与机能相互影响的关系是很密切的。例如经常参加体力劳动的人,肌组织即特别发达;由于人类具有高度分化的神经组织,所以适应环境生活能力亦

特别敏捷而协调。因此在学习组织学时,形态与机能的统一性也是不容忽视的。

(三) **机体与环境的关系** 机体的形态结构和生理机能是始终与生活环境保持着统一关系的。如果生活条件发生变化,则机体的形态结构和生理机能即将随之发生相应的改变。我们人类的生活条件,包括:饮食起居、风俗习惯、乡土气候、卫生保健以及社会制度等,均可能在不同程度上影响人体的形态结构和生理机能的改变。我们祖国医理哲学中,对于人类卫生保健工作,向来重视‘天人合一’的理论学说,就是这个道理。

(四) **神经系统的主导作用** 高等动物和人体中的许多复杂结构,皆是由胚胎时期逐渐分化形成的完整体。例如肌肉的收缩、腺体的分泌、心脏脉搏的跳动、胃肠的蠕动、呼吸泌尿的进行,以及组织器官的生长发育,莫不与神经调节有关。通过神经系统的作用,即能将其内部结构的机能作用互相联系起来,并与外界环境不断地相适应,以保持其平衡与统一。所以在研究人体组织结构及其生长变化时,对于神经系统的主导作用,不能不予以特别考虑。

四、组织学的研究方法

组织学的研究,通常是将固定的组织标本或生活的细胞组织放在显微镜下进行观察。由于光波波长的限制,普通光学显微镜(图 1-1)的分辨率不超过 0.2μ , (因为肉眼的分辨率是 0.2mm , 0.2μ 的粒子放大 1000 倍后为 $0.2\mu \times 1000 = 0.2\text{mm}$, 倍数大于 $1000\times$ 的只增大物体象而不增大分辨率)。

近年来由于物理学和光学仪器的发展,除普通显微镜以外,还有放大倍数更高的和精密度更大的仪器,如电子显微镜,已经成为组织学研究的工具,这对于促进组织学的发展是有很大帮助的。但随之而来的是一些新名词的出现。这里要交代的是显微结构、微细结构、亚显微结构和超显微结构的含意,显微结构是指普通光学显微镜所观察到的细胞组织的结构;微细结构一般是指普通光学显微镜所不能分辨的结构,但在电子显微镜能分辨出来;电子显微镜下显示的结构,更正确和普遍应用的专名叫亚显微结构;有时也叫超显微结构。

总的说来,细胞组织的研究可分为两大类型,一为固定细胞组织的观察,这最普遍;另一为活细胞组织的观察。

(一) **固定组织的观察** 通常在显微镜下观察的组织切片,就是应用组织内不同的构造经过染色后能够在显微镜下呈现出不同的折光率和不

同程度的吸收光线的原理而制作的,其操作过程是将组织经过固定、冲洗、脱水、包埋、切片和染色等手续,使各种不同的组织、细胞及其显微结构能够在显微镜下显示出来。

固定是应用化学药品使组织中蛋白质迅速凝固,以保存其生活时的形态,并尽可能亦

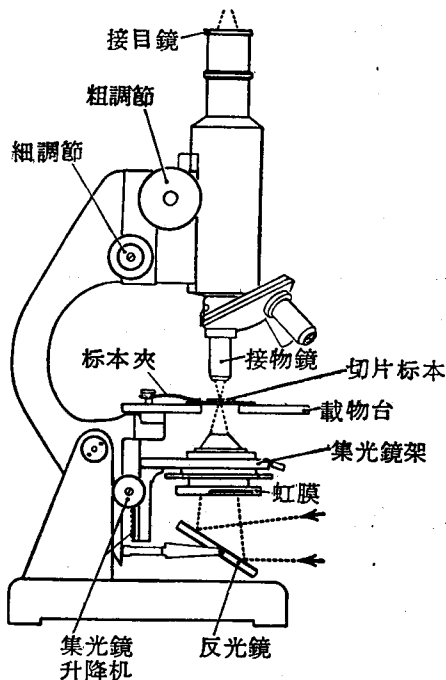


图 1-1 显微镜简图

保存其他成分的形态的完整。在包埋和切片过程中,通常用的是石蜡包埋法。此外还有冰冻法和火棉胶法:火棉胶包埋法可以切硬度较大的组织如骨、腱及大块标本如大脑、脑干等;冰冻法是用二氧化碳将标本快速冻结,不须经过脱水包埋,可以保留类脂质和某些酶的活性,方法简便快速,但不易切薄,破损亦较多,所以亦有一些缺点。染色常用的染料有酸性及硷性两类。一般地说,细胞核易被硷性染料着色,而细胞质则易被酸性染料着色。例如最普通用的苏木精伊红染色,苏木精能把细胞核的染色质染成蓝色,细胞质内有核外染色质(嗜硷性)和粘蛋白也染成蓝色,而细胞质的普通蛋白质则由伊红染成红色。苏木精是硷性染料,伊红是酸性染料,一般认为染色质由核酸的磷酸离子和苏木精内的铁矾、铵矾、钾矾或钠矾的阳离子相结合的结果。染料种类很多,不同性质的染料可以和细胞内的不同结构结合。染色的目的是把细胞核和细胞质等结构染上不同的颜色,加强对比。

这样经过固定、染色的组织切片,虽然广泛地被一般教学和研究所采用,并且亦有很大的贡献,但是因为它是固定的组织,终究与生活组织的情况有所不同,同时又因为固定液关系,因而难免不引起组织的变化。所以当采用固定组织切片观察时,应该兼用活体观察法和活体染色法,互相印证,以弥补其缺点。

(二) 生活组织观察法 进行活体组织的观察,也有几种方法:

1. 活体染色法 一般是用无毒或毒性极小的染料,通过细胞的储积作用以显示细胞的某些显微结构的存在及其具有的特殊性质。最普通应用的有耶那绿B染线粒体,中性红染高尔基体及胞质的其他液泡系,亚甲基蓝染神经末梢等^①。

2. 组织培养 是较常用的活体研究方法。将活体动物的组织从体内取出,在无菌条件下放在培养基中,保持它生长所需的生活条件,组织即能在离体环境中生长繁殖。此法可以观察组织的发生与发展的变化,生活时的构造和活动以及对于不同生活条件的反应。培养基的主要成分是血浆,胚胎提取液和含有一定比例的钠、钾、钙等盐溶液。近年来渐多用人工培养基来观察不同物质对于细胞生长分裂等活动的影响,人工培养基除各种盐分以外,不用血浆或胚胎提取液而改用各种氨基酸和维生素,这样我们有条件改变培养基的成分来观察细胞的反应。

3. 显微解剖法 是用特制的显微操作器进行活细胞或生活组织的解剖,分离细胞的细微结构,以了解其物理作用及其相互关系。近年来通过互换不同细胞的核来了解核、胞质的关系,互换不同种类的卵子的核后使卵子发育来了解细胞核的遗传作用。显微操作器(图1-2)是把微细的玻璃针、显微注射器及毛细滴管等装在固定架上,用螺旋器操纵,可以上下、左右、前后移动,进行精密的显微镜下解剖。

4. 显微活动摄影术 可以追踪组织发生和细胞活动各个阶段的变化。例如将组织培养中细胞分裂及吞噬作用摄成电影胶片,然后再放映出来,可以帮助理解。

(三) 特制显微镜

主要有以下几种:

(1) 暗视野显微镜 是利用在普通光线下不能直接看见的微细颗粒能在斜射强光中呈现出来的原理设计的。它的聚光器使光线不从透镜中央穿过,而从镜的边缘斜射到标

^① 活体染色法的作用机制研究得比较清楚的是耶那绿染线粒体问题,就目前所知,线粒体内富于氧化还原的生物触媒,放出氢离子被耶那绿所接收。

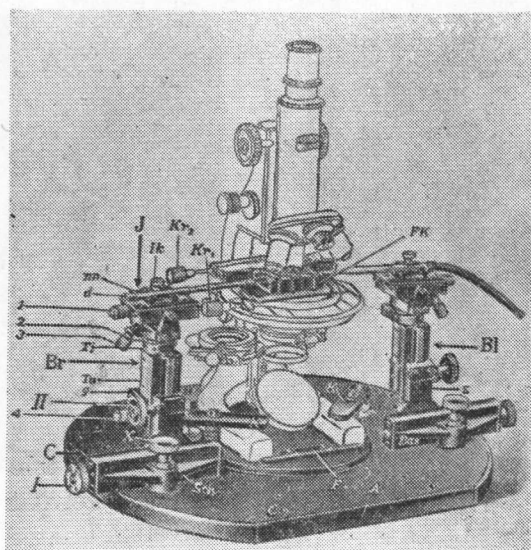


图 1-2 显微操作器

中间是显微鏡，两侧是操作器，右侧装有显微滴管，左侧装有显微针，均用螺旋器推动。载物台上是组织培养细胞在湿室内。

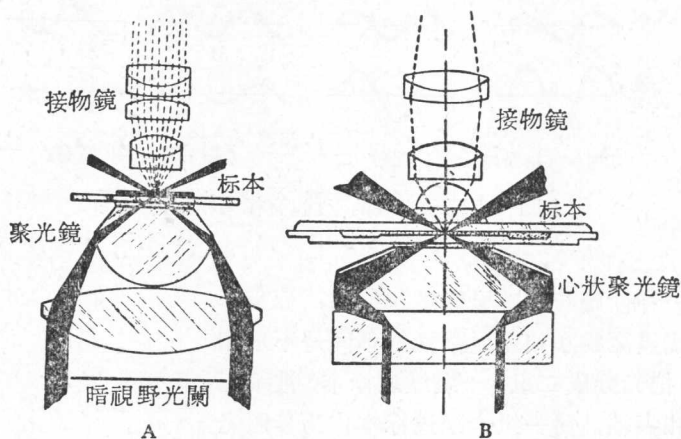


图 1-3 暗視野显微鏡在集光鏡上装有光闕，使光束斜射到标本，由标本上某些结构折射到接物鏡。

本上，所以光线不是直接进入接物鏡(图 1-3)，视野发暗，但斜光所显示的细胞中微粒则清晰可见。如生活细胞的细胞膜、核膜、类脂质微粒、脂滴、线粒体及血液的乳糜微粒等均可显示出来(图 1-4)。显微烧灰法中的矿物质微粒，亦须运用此鏡来观察。

(2) 相差显微鏡及干扰显微鏡 一般生活细胞在普通显微鏡下不能分辨其显微结构，这是由于各显微结构的折光性很近似和对比不够显著的缘故。相差显微鏡是在集光鏡及接物鏡上放有相板等装置，使未经过和经过不同细胞或组织成分的折射而改变了的、我们肉眼亦不能查觉的光相差转变为振幅(强度)差(图 1-5)，相乘相消，对比更为显著。在活细胞看不清楚的一些构造如高尔基体、线粒体等可以不用染色就能分辨，更通过定时连续照相，对于纤毛、鞭毛、线粒体和有絲分裂时的染色体、纺锤体的改变与活动得到进一步的

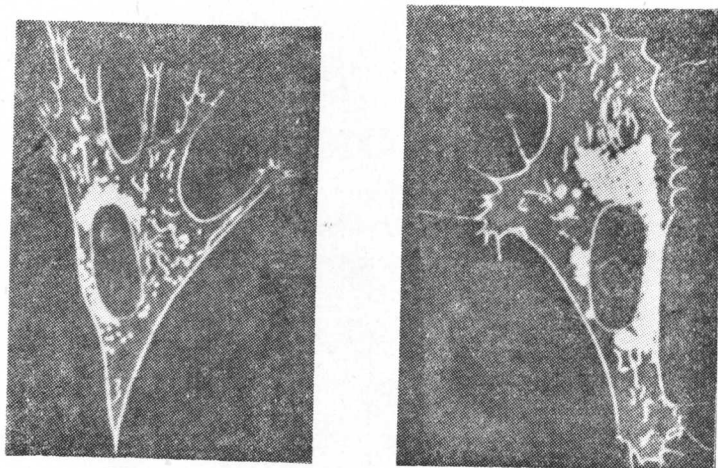


图 1-4 暗视野显微镜下的组织培养细胞, 示细胞膜、核膜、核仁、线粒体(长条)及脂滴(圆粒)

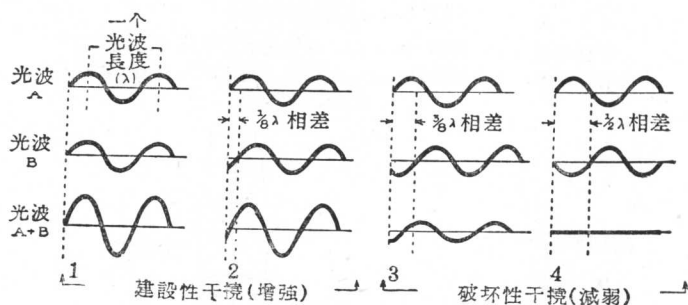


图 1-5 图示光波的干扰, 有相乘相消的效果

了解。

此外还有一种性质与相差显微镜相似的, 称为干涉显微镜。干涉显微镜和相差显微镜的不同是不用相板而用分光器, 把光分成二组, 一组经过标本, 被细胞物质改变了相和振幅, 另一组未经过标本作为参照光束。这二组光在到达接物镜以前汇合, 形成对比, 从测定干扰程度来确定某一细胞构造的浓度或干量。干涉显微镜虽较精密, 可以测定某一构造的干量, 但对于各种构造间的对比不及相差显微镜清楚, 不能作为一般观察之用。

(3) 荧光显微镜(图 1-6) 用炭弧光、水银灯或用强钨丝白热电灯作光源, 经过特制的滤光器, 把可见光(4000—7600 Å)滤去, 剩下紫外线(一般的用 3000 Å 左右)由反光镜折射到石英集光镜以后, 经过标本时, 标本内某些原生质因折光性不同, 把紫外线变为可见的光, 并可因原生质性质不同而折射成不同波长的光

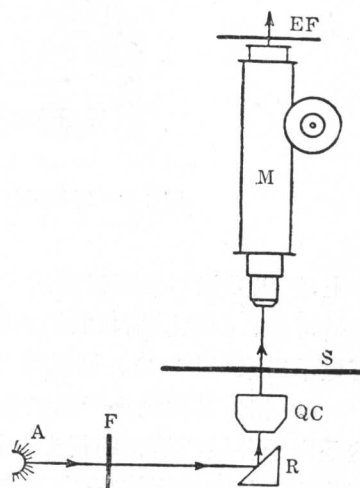


图 1-6 荧光显微镜简图

A=光源 F=滤光板 R=反光镜 QC=石英集光镜 S=载片及标本 M=显微镜筒 EF=目镜滤光板

而呈现不同的颜色。许多细胞有萤光性，但较弱，而有些物质特强如肝细胞内的维生素A，嗜银细胞及肥大细胞等。有些细胞物质本身不具萤光性，但能有选择地吸收具有不同萤光性的染料来产生萤光，这种染料叫萤光染料。萤光显微镜目前在临床上渐多应用，如对于癌细胞的鉴定颇为有用。

(4) 紫外线显微镜 利用有些原生质能吸收不同的光波，如核酸的嘌呤与嘧啶吸收 $2570 \text{ \AA}$ ($\text{\AA} = 1/10,000$ 微米) 的光波，从而可以了解细胞在不同生理状态下所含某些物质的改变。

(5) 偏振光显微镜 这种显微镜能把平常向各方向振荡的光波成分去掉，只留一个平面波动和传播的光，称为偏振光。这种光经过要分析的物质时，即改变其光速和偏振平面。如果该物质的分子排列是散乱的或呈球状辐射对称的，是为各向同性的物质，或称为单折光质；如果分子排列有定向而不呈对称的，是为各向异性的物质，或称为双折光质。有些细胞结构非普通显微镜所能了解的，运用这种能够显示单折光或双折光的偏振光显微镜，可以了解某些构造的排列和性状。例如肌原纤维的明带就是属于单折光质，而肌原纤维的暗带、胶质纤维、纺锤体、髓鞘及脂肪等，则属于双折光质。细胞分裂时的纺锤体也是双折光的。

(6) X线显微镜 这是近年新发展的，逐渐成为研究亚显微结构的有力工具，目前种类甚多，名称不一，其基本原理是利用各种元素对于X射线有一定吸收限度来分析细胞组织内元素的种类、分布(图1-7)及含量，含量即在 $10^{-9} \sim 10^{-12}$ 克左右亦可显示，所以一个细胞就够了，而且分析后组织完好，仍可用作组织学观察。有一种投射X线显微镜可以根据细胞微细结构的X线吸收率转变为可由光度计显示密度的图表(图1-8)。

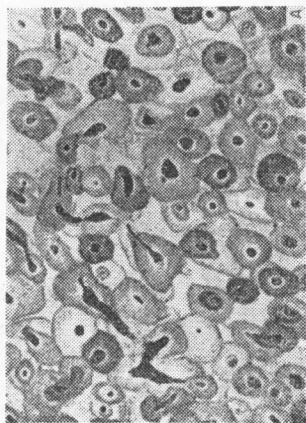


图 1-7 人股骨干横切面的X射线显微照相，示哈氏系及间板矿物质的分布各不相同

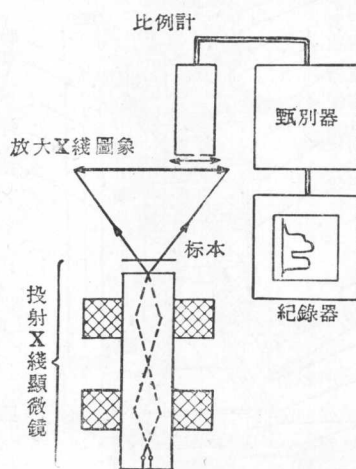


图 1-8 投射X线显微镜的定量测定及直接记录装置简图

(7) 电子显微镜 电子显微镜与光学显微镜的构造不同。它不用透镜和光线来放大物象，而是利用电子的短波射线来代替，用阴极电子和阳极电子的互相吸引与排斥作用来达到聚焦和放大的目的。光学显微镜中最短的可见光是紫光，波长 0.4 微米，能绕过直径

少于0.2微米的微粒而未被吸收。所以小于0.2 μ 的微粒不能在光学显微镜中显示。电子波长仅0.05 $\text{\AA}$ ，能显示小得多的构造。由于设计和电压稳定等关系目前一般电子显微镜的辨别力能达到8 $\text{\AA}$ ，连同照相的放大在内，可以达到20~40万倍。因此光学显微镜不能肯定的构造如高尔基体、核膜等；看不清楚的构造如纹状缘、刷毛缘、细胞间桥与突触等；详细结构不了解的如细胞膜、中心粒、线粒体、纤毛、鞭毛、细胞内小沟等现在都比较清楚了。由于倍数大，标本要薄、要硬，才能用超薄切片机切出来，所以仍须经过一系列固定、脱水、包埋等过程，不能直接观察生活物质的动态。

电子显微镜是在高真空中进行的。钨制灯丝通电后产生阴性电子，飞向钨制的阳极，上有小孔，部分阴电穿孔而过，先到一个带阴电的磁力透镜加以会聚，射束于是到标本上，部分电子被吸收，部分穿过标本到具阳电的磁力物镜，把射束拉成弧线，再集中，几经中间透镜及投影镜拉聚作用，物象放大再放大而到达荧光屏以供观察，或照相底片上照相，细微结构被清楚的显示出来(图1-9)。

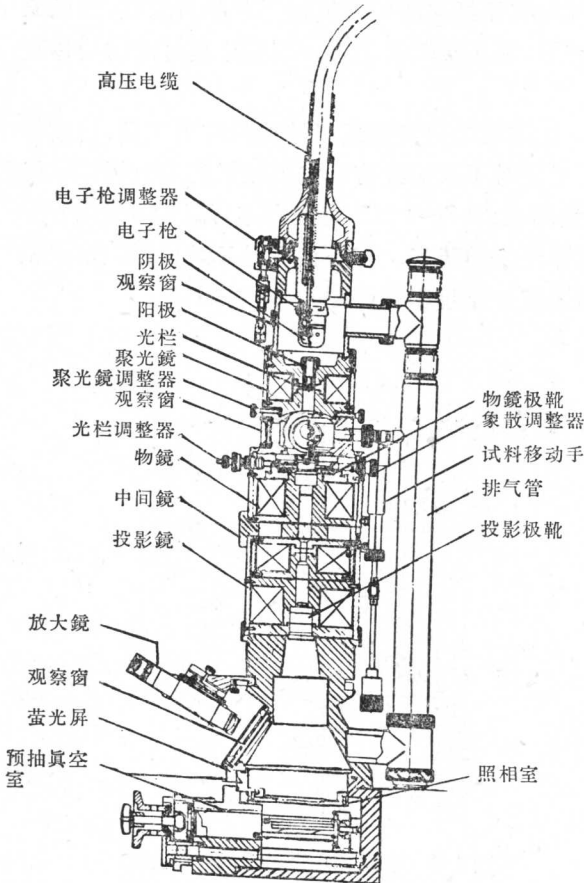


图1-9 国产电子显微镜剖面图

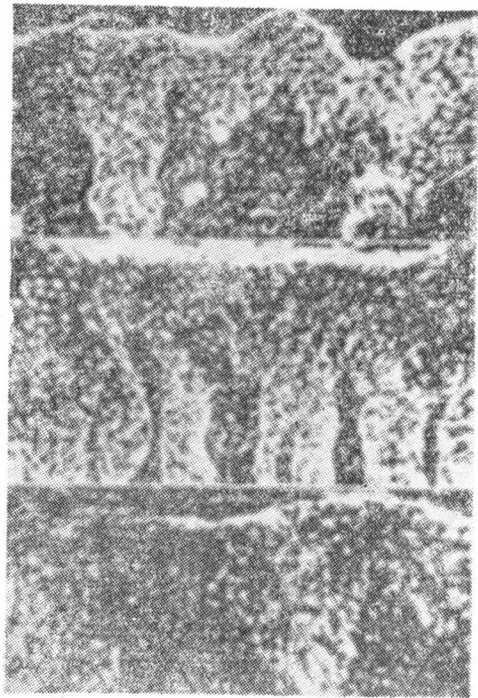


图1-10 显微烧灰法显示小白鼠

皮肤引癌过程中矿物质(主要是钙)的改变，上为正常皮肤，中为增生时期，下为鳞状上皮癌时期。

(四) 其他细胞学、组织学方法

(1) 超速离心与超微量分析法 用掺和器及匀浆器将组织细胞打碎，再用超速离心机

把细胞内不同的结构如细胞核、线粒体、糖元、染色体、分裂器(染色体、纺锤体、中心粒及星体等)及核仁等等各依其比重分离出来,进行超微量化学分析。

(2) 烧灰显微法 将组织铺在清洁的石英载片上,放入绝灭炉内,烧去(600°C)有机物质,用暗视野显微镜观察,其中呈现的小亮点,就是各种矿物质在组织细胞内分布的状况(图 1-10)。

(3) 放射自体摄影术 把有放射性同位素的组织制成切片,放在照相底片上,接触或涂上一层乳胶,经过一定的时间显影后,可以确定放射性物质的相对分布(图 1-11)。不同强度表明量的差异。通过放射性同位素,使我们了解到即使骨骼这样硬的物质,所含的钙、磷等矿物质是随时在更新的;过去认为脂肪细胞是脂肪的储存所,放射性同位素表明脂肪细胞的脂肪也是随时更新的。组织培养液中放 H^3 胸腺嘧啶核苷,在细胞分裂时整个染色体都有同位素,但当这种细胞转到没有同位素的培养液中进行第二次细胞分裂时,染色体只有半边有同位素,证明新的染色体(脱氧核糖核酸)是由原来的染色体(脱氧核糖核酸)产生的。

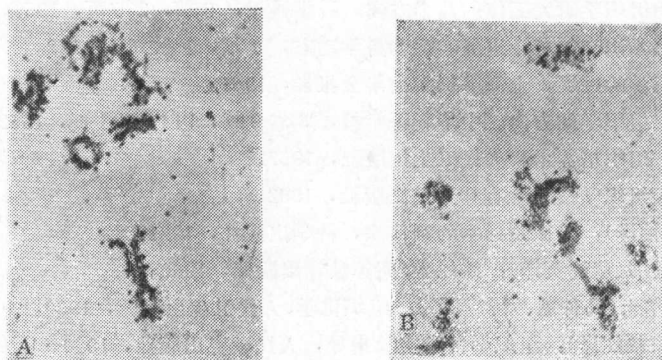
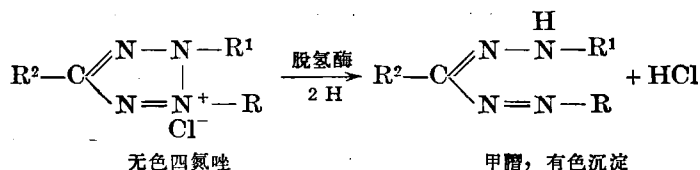


图 1-11 放射自体摄影术,示 H^3 胸腺嘧啶核苷作用后的染色体

A. 在标记培养液作用后的有丝分裂中期,每个染色体及染色单体都有同位素(黑粒);B. 在标记培养作用后转到不标记的培养液,第二次进行分裂时,其染色体只有一半(一个染色单体)有同位素,另一半(另一个染色单体)没有标记,是新形成的。

(4) 组织化学法 利用细胞内某些物质的化学特性,使它在原位形成有色沉淀,便于在显微镜下进行观察,如把细胞内的铁质经过亚铁氰化铁或铁氰化铁变为滕氏蓝或普鲁士蓝。利用细胞内某些物质的物理学特性予以显示,如苏丹染料溶于脂类。将含有类脂质的细胞组织放入苏丹染料时,类脂质被苏丹染料所显示。

目前组织化学方面发展最快的是脱氢酶的显示。这是利用偶氮染料的一种叫四氮盐,在氧化状态下无色,遇脱氢酶放出的氢则还原成为有色沉淀,有脱氢酶的地方因而显出还原四氮唑的颜色。显示那种脱氢酶就用相应的底物如用琥珀酸钠,显示的是琥珀酸脱氢酶的作用产物,同样用乳酸钠或苹果酸钠,则是同名的脱氢酶作用的结果。至于显示的颜色,视四氮唑的种类而定,有蓝、紫、红等颜色,不一而定。四氮唑和脱氢酶的作用机制的简式如下: $\text{R} = \text{苯环}$



此外还有一些特异性染色法,如Mayer氏粘洋红及粘苏木精之与粘蛋白,以及 Baker氏酸性苏木精与磷脂,虽作用机制尚不了解但在特定方法下显示特种物质。

(張作干、王有琪)

参 考 文 献

- 王有琪: 现代中国解剖学的发展。上海科学技术出版社, 1956。
- 武忠弼、庞其方、孙纪申: 电子显微镜在医学及生物学上的应用。人民卫生出版社, 1961。
- 张作干、薛社普、刘培楠: 细胞学进展。上海科学技术出版社, 1963。
- 黄源: 显微镜。人民卫生出版社, 1960。
- 郑国章: 动物组织学研究工作的几个方向。科学通报, 8期, 265页, 1959。
- 郑国章: 形态学研究的若干进展。生物科学动态, 1期, 1—3页, 1962。
- 钱国楨: 组织学的进展。上海解剖学会年会报告, 1961。
- 鲍鉴清主编: 组织学的方向。中华新医学报, 3卷9期, 714—726页, 1952。
- 鲍鉴清主编: 组织培养术。人民卫生出版社, 1957。
- 鲍鉴清主编: 组织学技术。吉林人民出版社, 1962。
- 田中克己(长伯译): 显微镜标本的制作方法, 科学出版社, 1961。
- 苏联大百科全书(莫浣英译): 组织学, 高等教育出版社, 1960。
- A. G. E. 皮尔士(马仲魁、郑仁风译): 组织化学, 人民卫生出版社, 1960。
- A. 布劳尔(张叔江译): 组织学技术实验指导, 人民教育出版社, 1960。
- H. J. 科恩(王文译): 生物学染色剂, 科学出版社, 1958。
- A. 恩格斯特朗、J. B. 费宁(叶容译): 生物超微结构, 科学出版社, 1963。
- Л. Е. Этинген (张贵寅摘译): 全苏解剖学家、组织学家与胚胎学家协会理事会会议, 实验生物学文摘, 7期60页, 1963。
- 韩祖康: 仪器分析大纲。科学技术出版社, 1956。
- Brachet, J. & Mirsky, A. E.: The Cell, I., Academic press, N. Y., 1959。
- Cosslett, V. E. et al: X-ray Microscopy and Autoradiography, Academic Press, N. Y., 1957。
- Mellors, R. C.: Analytic Cytology, Mc-Graw Book Co. Inc. N. Y. 1959。
- Pearse, A. G. E.: Histochemistry, J. & A. Churchill Ltd. London, 1960。