

医用真菌学

(基础与临床)

辽宁中医学院

一九八〇年六月

医 用 真 菌 学

(基 础 与 临 床)

吕 乃 群 主 编

辽 宁 中 医 学 院

一 九 八 〇 年 六 月

医用真菌学 (基础与临床)

目 录

第一章	绪言	(1)
第二章	真菌在生物界中的地位	(2)
第三章	真菌的一般形态和繁殖方式	(4)
第四章	真菌的生理	(10)
第五章	真菌的抵抗力及变异性	(13)
第六章	真菌的常规检查方法	(14)
	标本采集	(14)
	不染色标本检查	(14)
	染色检查	(16)
	真菌的培养 (附常用培养基)	(20)
	过紫外线检查	(27)
	真菌检查中的注意事项	(27)
	真菌培养株的保存方法	(28)
	酵母型真菌的检查、鉴定方法	(29)
	菌丝型真菌的检查、鉴定方法	(34)
第七章	真菌的感染	(37)
第八章	真菌毒素中毒	(41)
第九章	真菌与癌症	(42)
第十章	真菌的免疫性	(45)
第十一章	真菌与变态反应	(51)
第十二章	真菌性疾病的治疗	(55)
第十三章	深部真菌及深部真菌病	(64)
	新型隐球菌及隐球菌病	(66)
	白色假丝酵母菌及假丝酵母菌病	(71)
	孢子丝菌及孢子丝菌病	(82)
	着色真菌及着色真菌病	(84)
	组织胞浆菌及组织胞浆菌病	(87)
	皮炎芽生菌及芽生菌病	(90)
	巴西芽生菌	(92)
	球孢子菌及球孢子菌病	(93)
	鼻孢子菌及鼻孢子菌病	(94)
	曲菌及曲菌病	(96)

C0139021



接合菌类	(104)
毛霉菌及毛霉菌病	(105)
蛙粪霉菌及蛙粪霉菌病	(109)
尖端单孢子菌及尖端单孢子菌病	(110)
镰刀菌及镰刀菌病	(111)
地丝菌及地丝菌病	(112)
青霉菌及青霉菌病	(113)
链互隔菌及链互隔菌感染	(115)
头孢子菌及头孢子菌病	(116)
第十四章 角膜真菌病	(117)
第十五章 外耳道真菌病	(118)
第十六章 妇产科领域的真菌感染	(119)
第十七章 病原性放线菌	(121)
牛型、人型放线菌	(123)
诺卡氏菌及马杜拉放线菌	(126)
第十八章 浅部真菌及其致病性	(129)
第一节 皮肤癣菌	(129)
红色癣菌	(130)
玫瑰色癣菌	(132)
疣状癣菌	(133)
马类癣菌	(134)
黄癣菌	(135)
紫色癣菌	(136)
断发癣菌	(137)
大脑状癣菌	(138)
叠瓦癣菌	(139)
石膏样癣菌	(140)
猴类癣菌	(142)
铁锈色小孢子菌	(143)
奥杜盎小孢子菌	(144)
扭曲小孢子菌	(145)
鸡禽小孢子菌	(146)
石膏样小孢子菌	(147)
粉小孢子菌	(148)
羊毛状小孢子菌	(149)
猪小孢子菌	(150)
絮状表皮癣菌	(151)
第二节 角层癣菌	(152)

	花斑癣菌.....	(153)
	红癣病原体.....	(154)
	腋毛癣菌.....	(155)
	掌黑癣菌.....	(155)
	毛结节菌.....	(156)
第十九章	实验室常见的污染真菌.....	(158)
	卷霉.....	(160)
	长喙壳霉.....	(160)
	毛壳菌.....	(161)
	枝孢霉.....	(161)
	黑孢子菌.....	(162)
	木霉.....	(162)
	顶球霉.....	(163)
	园酵母.....	(163)
	短柄霉.....	(163)
	孢霉菌.....	(164)
	拟青霉菌.....	(165)
	短帚霉菌.....	(165)
	梗束霉.....	(166)
	蠕孢子菌.....	(167)
	红酵母.....	(167)
	单端孢霉.....	(168)
	葡萄状穗霉.....	(168)
	灰色腐霉.....	(169)
	轮枝孢霉.....	(169)
	簇孢匍柄霉.....	(170)
	共头霉.....	(170)
	胶霉菌.....	(170)
	玉米黑粉菌.....	(171)
	链孢霉.....	(171)
〔 附 〕	真菌形态描述示意图.....	(172)
	参考文献	

第一章 绪 言

“真菌”这个词，对于医务人员来说并不是陌生的。但是，医务界对真菌及其所引起的疾病方面的探讨和研究，似乎不像其他方面那么引人重视，也不像其他领域发展那么迅速。事实上，真菌和人类的关系，特别是在医学上所占的地位，并不次于其他各种微生物。

真菌种类繁多，数量极大，在生物界中除了昆虫之外，真菌这个“大家族”恐怕是最庞大的了。目前被公认的有8,000个菌属，100,000个菌种。如果按着真菌分布规律和生物学分类方面的资料分析，真菌种类可能要超过15,000个菌属，250,000个菌种。从地球30,000米高空到海洋深层，都分布着各种各样的真菌。

在我们国家，有资料记载的约有7,000多个种，估计总数可在50,000种以上。不论在工、农业生产方面，还是国民经济生活方面，人类总是和真菌发生着极其密切关系。

真菌可以说是医药事业中的宝贵资源，有的可以用于生产供应人民卫生保健事业需要的某些抗菌素和维生素类；有的本身就可以入药用于医治疾病，如中药马勃、茯苓、猪苓、虫草等百余种。当然，也有的真菌和其他病原微生物一样，可以引起各种类型的疾病。近20年来统计资料证明：细菌、病毒引起的感染均有减少的倾向，而真菌性疾病却在不断增加，例如美国目前就有几千万组织胞浆菌和球孢子菌病的患者。由此可见，真菌的危害还是十分严重的。在我国真菌引起的感染也有不少报告，但还缺乏较完整、系统的全国性的统计资料，因此真菌感染，特别是深部真菌感染，实际所存在的数量还很难准确的估计出来。虽然像组织胞浆菌病、球孢子菌病在我国不会像美国那样多，但只是存在的。过去我国报导较多的深部真菌病主要是：假丝酵母菌病，隐球菌病，孢子丝菌病，着色真菌病以及毛霉菌病和曲菌病等等。当然，浅部真菌感染很久以来就已经较普遍有所了解，目前仍不能对之低估，因为在农村，特别是南方农村，患者仍为数不少。

当前，值得注意的一个问题就是条件致病微生物感染问题，条件致病真菌感染是条件致病微生物感染一个重要组成部分。所谓条件致病真菌感染，主要指那些病原性极弱，甚至从来认为属于非病原性真菌所引起的各种类型的感染。

条件性感染当然不仅限于真菌，各种微生物均有条件感染问题。但真菌这一种常被人们忽视的微生物，更有必要加以强调。

自从第二次世界大战以后，由于各种抗菌素相继问世，这就引起了感染面貌的深刻变化，许多病原性较弱的或者从来认为非病原性真菌，不断从各种疾病的病灶中分离出来。因此，人们公认，真菌性疾病在世界范围内有所增加。这种增加，虽然可表现在原发性外源性感染上，但续发性内源性感染更具有较大意义。这种续发性内源性感染，是以条件致病真菌为主体。

真菌除少数外，一般病原性均较低，但对具有易感倾向的人，一旦感染成立，特别是深部感染，就往往出现严重的甚至致死性的后果。

条件致病真菌感染，可由于免疫功能减退或患有某些原发疾病如白血病、癌症、糖尿病等而续发感染；也可在临床医疗和处置过程，引起所谓医源性感染。具有代表性的白色假丝酵母菌，它本是口腔、肠道等处常在的真菌，如长期大量使用抗菌素，就可使原来寄生的真菌，大量增殖，从而引起粘膜部位的假丝酵母菌病；白血病、癌症，长期使用抗癌药物，则容易出现鹅口疮以及呼吸道感染；糖尿病患者，经常看到外阴部假丝酵母菌异常的增殖；外科心脏瓣膜手术后，也有假丝酵母菌引起的心内膜炎的报告；脏器移植后，使用大量免疫抑制剂，也是导致真菌感染的一个因素。可以引起条件性感染的真菌种类繁多，假丝酵母菌仅为其中一种。其他，如曲菌、毛霉、根霉、青霉以及地丝菌等引起的条件性感染也屡见不鲜，甚至近来有链孢菌、头孢子菌引起机体感染的报告。

自从发现黄曲霉毒素对动物可以诱发肝癌以来，相继发现其他一些真菌毒素也有致癌作用，这样在真菌学领域里又增添了一个与癌症关系的新内容。

真菌引起癌症是真菌毒素或其代谢产物作用的一个方面，此外不少真菌所产生的毒素，常可引起多种急性或慢性中毒性疾病。

另外真菌引起的变态反应性疾病，也是真菌学领域里一个重要问题，值得我们重视。

随着分子生物学研究工作不断进展，以真菌作为工具对基础生物学的研究，如遗传学、形态学、超微结构与机体关系等方面也有了飞跃的发展。从而也为真菌和各种疾病的表里关系的研究工作带来巨大希望。

目前就医用真菌学来讲，有关真菌发病的诱因，宿主与真菌间相互关系，诊断、治疗以及真菌免疫学方面都尚存在着不少问题。可以说由真菌这一分化较高的微生物所引起的疾病，它的内容是复杂的，还蕴藏着从基础到临床中许多问题有待研究，相信通过我们共同努力必将使真菌学的发展在我国再推进一步。

第二章 真菌在生物界中的地位与分类

真菌是一类不含叶绿素，不分根、茎、叶，由单细胞或多细胞组成，按有性和无性方式进行繁殖的真核细胞型微生物。真菌在生物界中的地位和起源问题，目前认识并不完全相同。现将几种主要的分类方法及表达其在生物界中的位置列表如下：

表1 真菌在生物界中的位置（按生物六界分类法）

动物界——	——原生生物界——原核生物界——核酸生物界
真菌界——	
植物界——	

真核多胞生物——真核单胞生物——原核单胞生物——非细胞形态生物

真菌界包括粘菌和真菌二门，而真菌门中根据其生物学特征，又分为五个亚门。

- (1) 鞭毛菌亚门 (2) 接合菌亚门 (3) 子囊菌亚门 (4) 担子菌亚门
(5) 半知菌亚门

表 2 真菌在生物界中的位置 (按真菌起源于植物门的分类法)

植物界	种子植物门			
	蕨类植物门			
	苔藓植物门	藻类亚门		
	菌藻植物门	地衣类亚门	粘菌类超纲	细菌
		菌类亚门	裂殖菌类超纲	放线菌 诺卡氏菌
			真菌类超纲	藻菌纲 (包括根霉、毛霉等): 产生卵孢子或结合孢子, 菌丝无隔。 担子菌纲 (蘑菇等): 产生担子孢子, 菌丝有隔。 子囊菌纲 (包括酵母菌、曲菌等): 产生子囊孢子, 菌丝有隔。 不完全菌纲 (包括各种癣菌、假丝酵母菌...等多数致病菌): 不产生有性孢子, 菌丝有隔。

真菌的分类主要是依据有性生殖的各种器官和无性菌丝、孢子及菌落的形态。真菌生物学性状十分复杂, 同时由于种类繁多, 有些生活史又不尽完全了解, 因此在命名上很不统一, 分类方法也是在不断修改和充实。

就“真菌”一词, 国内的称呼也不一致, 用“霉菌”还是用“真菌”, 意见并不统一。曾有人建议: 采用“霉菌”以代替“真菌”这个词汇。主要的观点是: ①从植物学分类上来看, 1972年Conant所采用的霉菌植物分类方法, 霉菌一门中有两个亚门, 其一为Eumycotina (Eumycetes), 英文注释为truefungi即真正霉菌的意思, 而“真菌”这个词即来源于译名真正霉菌的缩写, 这样“真菌”不过是“霉菌”的一个亚门, 并不等同于“霉菌”。因此当代再用“真菌”这个词就太不适当了。②从应用上来看, 在国际上都一律用“霉菌” (Fungi) 这个通用的总名称, 没有人用“真菌” (Eumycetes) 的, 因为真菌只是它的一个亚门。③“霉菌”是通俗化、大众化的词汇, 因此建议今后应采用“霉菌”一词。上述建议提出后, 虽有部分书刊、文献采纳。但大部分书刊, 如新版各大专院校课本、杂志发表的有关文献, 仍多用“真菌”一词。据此, 我们也采用目前国内大多数人所使用的“真菌”这一词汇, 待经进一步实践研究后再确定其正确用法。

目前在医用真菌学中包括四个纲, 在这一点上意见基本是一致的。另外放线菌、诺卡氏菌 (Nocardia) 虽在分类上不属于真菌, 但从临床特点和微生物学检查方法方面, 仍有相似之处, 故习惯于在真菌学中加以讨论。

藻菌纲的主要特点是: 菌丝一般不分隔, 行有性和无性生殖。此纲中蛙粪霉菌、毛霉、根霉菌、犁头霉菌和被孢霉菌等均具有条件致病真菌的特点。

子囊菌纲的主要特点是: 菌丝分隔, 典型的具有子囊孢子。本纲中包括单纯酵母和产生子囊孢子的酵母样真菌和丝状真菌。一般将有了囊孢子的曲菌、青霉也归属于此纲之中。在不完全菌纲中的小孢子菌属、毛癣菌属, 一旦进行有性繁殖阶段, 则纳入本

纲，并命名为有性期属真菌。另外引起毛结节病的何德氏（亚州型）毛结节菌也属于此纲。

担子菌纲的主要特点是：菌丝分隔，行有性（担孢子）和无性（分生孢子、芽生孢子、关节孢子）生殖。本菌纲中，有许多可供人或动物食用的真菌，有些真菌所形成的子实体，是鲜美可口的食物，像木耳、蘑菇、银耳、猴头、鸡丝等。也有不少常用的中药也属于担子菌纲中的真菌，如茯苓、灵芝、马勃、虫草等等。此外担子菌纲中有一些菌种含有有毒物质，食入后可引起中毒。某些担子菌纲中真菌的孢子，对过敏体质的人，也可引起变态反应。

不完全（半知）菌纲的主要特点是：菌丝分隔，只有无性生殖，不具备有性生殖器官。这一纲中有1,300个属以上，约有26,000多种，包括不产生子囊孢子的酵母和酵母样真菌及其他不具有有性生殖器官的丝状真菌，大多数常见的致病真菌都属于此纲。应当指出：在本纲中已有近20种的真菌，发现了它们的有性期，因此说不完全菌纲的分类方法，尚有待研究、整理。

真菌命名是根据双名制的原则，按国际系统通用的单位是：门、纲、目、科、属、种。属以上的单位都有一定的词尾。门是——phyta；纲是——mycetes；目是——ales；科是——aceae。有时还有亚纲、亚目、亚科等单位，它们的词尾分别是——mycetidae、——ineae、——oideae。一种真菌的学名，由两个字组成，第一个字是属名，第二个字为种名，后面附上发现该菌的科学家名和年份，如以后有新的发现或更改，再加上所发现科学家的名字，同时将原来命名的人加上括弧。如命名人是两个人，则两个人的姓名用连接词et相联一起列出。

Candida tropicalis (Cast.) Berkhout为热带假丝酵母菌(热带念珠菌)，此菌最初由Castellani把它列入粉孢霉属，叫“热带粉孢霉” *Oidium tropicalis* Castellani 后来Berkhout认为这个种列入假丝酵母菌属更为合适，所以括弧内的人，是最初给这个菌命名的人，而括弧后面的人，为修改后的人。

随着分子生物学研究工作的进展以及真菌生化学、免疫学、遗传学方面研究的深入，真菌的分类在今后必将有一个新的进展。

第三章 真菌的一般形态和繁殖方式

真菌的形态、结构，形形色色多种多样。大体上有单细胞性及多细胞性的两大类。对人类有致病作用的单细胞性真菌如新型隐球菌、白色假丝酵母菌等，习惯上把这些真菌叫酵母样真菌；多细胞真菌如曲菌、毛霉菌、孢子丝菌以及皮肤癣菌等等，这些真菌多有菌丝结构，种类较多，习惯上常把这些真菌称作为丝状菌或霉菌。组成真菌的基本结构为菌丝和孢子两大部分。

一 菌 丝

在夏季多雨的日子里,常可看到在阴暗潮湿的角落里,有形形色色的毛样物质出现,这种毛样物质就是真菌的菌丝集团。在生物学上把真菌每一根细丝叫菌丝(Hypha),菌丝所形成的集团则称为菌丝体(Mycelium)。除藻菌纲中的少数真菌和单细胞的酵母菌、酵母样菌外,绝大部分真菌的基本构造是由分枝或不分枝的菌丝所组成。因此,菌丝是真菌形态上一个重要特征。菌丝系一管状组织,有的菌丝在一定的间距形成横隔叫隔膜(Septum)它把菌丝分成一连串 of 细胞。有横隔的菌丝叫有隔菌丝(Septate),隔膜中央有孔,此孔可使细胞浆从一个细胞流到另一个细胞。无横隔的菌丝叫无隔菌丝。除藻菌纲外,菌丝通常是有隔的。子囊菌及不完全菌类,隔膜较简单,只在中心有一个直径0.05~0.5微米小孔(图1左),而担子菌类则较复杂,呈桶状,在隔的中央部位有膨胀出来的环状结构。在切片的标本中,孔的侧面有如靠垫状,上下均具有弧状的弧形体,其上有多数极微小的小孔(图1右)。

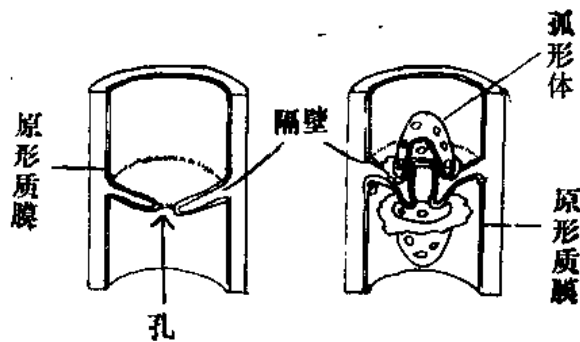


图1. 真菌隔膜的微细构造

生长在培养基上的菌丝,如伸入到培养基内则称为基内菌丝或营养菌丝(Vegetative mycelium);露出于培养基表面的则称为气中菌丝(Aerial mycelium);一部分气中菌丝可产生不同形状、不同大小和不同颜色的有性或无性孢子,这类产生孢子的菌丝叫生殖菌丝(Reproductive mycelium)。生殖菌丝与营养菌丝之主要区别是:它能产生不同类型的孢子,而且是真菌分类的一个主要依据。

菌丝虽均系管状组织,但随其种类不同在显微镜下形态也时有差别。

①单纯菌丝:分枝或不分枝,有隔或无隔,有色或无色的管状组织。有胞壁、胞浆和胞核。根据菌种不同有粗有细,有多有少。

②球状菌丝:菌丝在隔膜部位一端膨大如球拍状,排列规正,多见于小孢子菌属如石膏样小孢子菌。

③梳状菌丝:侧有不规则的,凸起的,有如热水烫过的塑料梳子一样。梳齿参杂

不齐，常可见于黄癣菌。

④**螺旋状菌丝**：菌丝有规律的旋转，好象弹簧状，常见于石膏样癣菌。

⑤**结节菌丝**：也可叫结节器官。菌丝弯曲成团，有如便服上的纽疙瘩，多见于石膏样小孢子菌。

⑥**鹿角状菌丝**：菌丝顶端呈不规则分枝，有如鹿角状，分枝较多时有如花烛台。

⑦**假菌丝**：不是真正的菌丝，是由孢子伸延而形成。真假菌丝的区别在于，前者菌丝壁两边永远是平行的，而假丝则两边时有交叉。

二 孢 子

真菌的繁殖方式是多种多样，仅菌丝的碎片就可能进行增殖。但总的来说，真菌往往是通过各种有性或无性的孢子来实现其繁殖的目的，而且是鉴定真菌的一项重要依据。不同种类真菌，它们的孢子形态和产生孢子的器官也有所不同。真菌的分类主要是根据孢子或产生孢子的器官的主要特征而进行的。孢子种类极多，它们具有不同形状、大小、功能和形成的方式。真菌在它们复杂的生活史中，同是一种真菌，在各个时期，可能先后或同时存在着各种不同类型的孢子。

（一）无性孢子

无性繁殖是指不经过两性细胞的配合便可以产生新的个体，大多数病原性真菌都是通过无性孢子进行繁殖。无性孢子可以是无限制的产生。对那些未发现性孢子的真菌目前在分类上统称为不完全菌类（Fungi imperfecti），不完全菌类中的各种孢子均属无性孢子，当然其他具有有性期的真菌也存在着无性繁殖阶段。一旦不完全菌纲的真菌发现了有性孢子，则从不完全菌纲中，移入其他菌纲。无性孢子种类较多，大体上可分为以下几种类型。

（1）**叶状孢子**（Thallospore）：也有称为菌丝性孢子，此类孢子系由菌丝细胞直接形成的生殖孢子，根据它们的性状又可分为以下数种。

①**芽生孢子**（Blastospore）：系产生于真菌丝、假菌丝及酵母样孢子。新生孢子是通过发芽方式而形成球形或卵圆形的细胞。当芽长到正常大小时即可脱离母细胞，也可与母细胞相连接而继续再行发芽。如此反复进行，在经多次发芽生殖后，则可连接成丝状，则称为假菌丝。有的菌种在假菌丝两个细胞相连处的侧面，又可出芽，此芽也称为芽生孢子。

许多真菌，如假丝酵母菌（Candida），小球类酵母菌（Torulopsis），圆酵母菌（Torula），红色类酵母菌（Rhodotorula）等皆可产生芽生孢子。诸如此类酵母样真菌除产生芽生孢子外并能形成子囊孢子者则列入子囊菌纲，而不形成子囊孢子，仅以芽生孢子进行增殖者则属于不完全菌纲，也有称为无子囊孢子型酵母菌（Anascopogenous yeasts），如隐球菌，假丝酵母菌等。

②**节孢子** (Arthrospore)：也叫关节孢子，此类孢子系由菌丝所形成，形成节孢子的真菌，在幼年时期是完整的多细胞的菌丝，老后则由菌丝内横隔处断裂，形成方形、长方形、圆形或椭圆形的结构，此即为节孢子。此类孢子移植到新鲜培养基中，又可萌发形成新的菌丝。形成节孢子的真菌最典型者为地丝菌 (*Geotrichum*) 及球孢子菌 (*Coccidioides immitis*)。

③**厚膜孢子** (Chlamydospore)：又称厚壁孢子，是真菌的一种休眠（或静止）细胞。它是由菌丝中间的细胞质，特别是类脂质物质的密集，然后在它的四周形成较厚的壁而构成的一种结构。厚膜孢子多为圆形，直径大于原细胞壁的宽度，可以生长在菌丝的顶端，也可生长在菌丝的中间。生长在菌丝中间者其两侧细胞往往是空虚的，此种空虚常是由于细胞质密缩到厚膜孢子而造成的。常见形成厚膜孢子的真菌如白色假丝酵母菌、黄癣菌及总状毛霉菌 (*Mucor racemosus*) 等等。

(2)**分生孢子** (Conidia)：分生孢子是真菌中最为常见的一种无性孢子。常根据其形状、大小、结构、颜色以及着生情况作为分类、鉴定的重要根据。分生孢子可以着生在菌丝或其分枝的顶端，而大多数着生在已分化的一种特殊结构——分生孢子梗（柄） (Conidiophore) 的顶端或侧面，也可由柄上产生的小梗着生分生孢子。有的真菌分生孢子柄紧密聚集成簇，形如垫状，分生孢子着生在每个柄的顶端，这种现象则称为分生孢子座，另外尚有产生分生孢子的分生孢子器。

分生孢子可以是单细胞性的（小分生孢子）或多细胞性的（大分生孢子）；形状可以是圆形、近圆形、梨形、棍棒形或纺锤形等等，无色或着色。

(3)**孢(子)囊孢子** (Sporangiospore)：有的孢子生长在一种囊状结构——孢子囊 (Sporangium) 之中，因此，称之为孢(子)囊孢子。孢子囊生长在营养菌丝的顶端或孢子囊梗（柄）的顶端。孢子囊的形状可为筒状、球状或梨状，其中可有大量孢(子)囊孢子。常见产生孢(子)囊孢子的真菌如毛霉、根霉、犁霉等。

(二) 有性孢子

有性孢子系不同性别的细胞配合（质配和核配）后而产生的孢子。真菌有性生殖所产生的细胞大体上可有四种类型。

①**卵孢子** (Oospore)：卵孢子是由配子囊配合后发育形成的。配子囊分大小二种类型，大型的叫藏卵器，器中可有一个或几个原生质团，名叫卵球，相当于高等生物的卵，小型的称为雄器。当雄器与藏卵器结合时，雄器的内容物——细胞质和细胞核，通过受精管而入藏卵器内和卵球配合，配合后，卵球即生出外壁而形成新的孢子——卵孢子。此类孢子产生在藻状菌中的部分真菌。

②**接合孢子** (Zygospore)：接合孢子存在于藻菌纲中的接合菌类的真菌之中。此类真菌的有性繁殖方式，系由两个邻近的菌丝相遇，各自向对方生长出很短的侧枝，称为原配子囊。原配子囊相互接近，并相互接触，各自在其顶端形成隔壁，隔成一个细胞，此细胞为配子囊。配子囊内各自形成雌性与雄性配子。相接触的两个配子囊随后隔壁消失，细胞质与细胞核互相配合（配子配合），原各自细胞膜破坏，配子融合，周围形成一个新的壁，即接合孢子。

③子囊孢子 (Ascospore)：子囊孢子是子囊菌的主要特征，孢子存在于子囊之中。子囊是一种囊状结构，可呈球状、筒状或棒状。典型的子囊中可有8个子囊孢子，但也不一定完全为8个，一般为 2^n 个。子囊孢子系有性孢子，其有性繁殖方式大体有两种情况：一种由两个营养细胞（雌雄配子）接合而成，如啤酒酵母所形成子囊孢子即属此类型；另一种则从菌丝上生长出2条小枝，各为雌性产（造）囊器或雄性藏精器（或称雄器）。雌雄器相迁时，雄器中的内容物向雌器内转移，随后从产囊器中产生数条菌丝，称为造囊丝 (Ascogenous hyphae)，最后各自形成子囊，几个子囊可形成子囊果。

④担（子）孢子 (Basidiospore)：担孢子是担子菌特有的结构，它是经过两性细胞核配合后产生的。担子菌有双核菌丝，担子起源于双核菌丝的顶细胞。顶细胞内两性细胞核配合后，可产生四个子核，此时顶细胞变大而成为担子，然后担子长出四个小梗，其顶端膨大，四个子核分别进入四个小梗内，分别发育成一个孢子即担孢子。典型的担子菌的担子上都有四个担孢子。

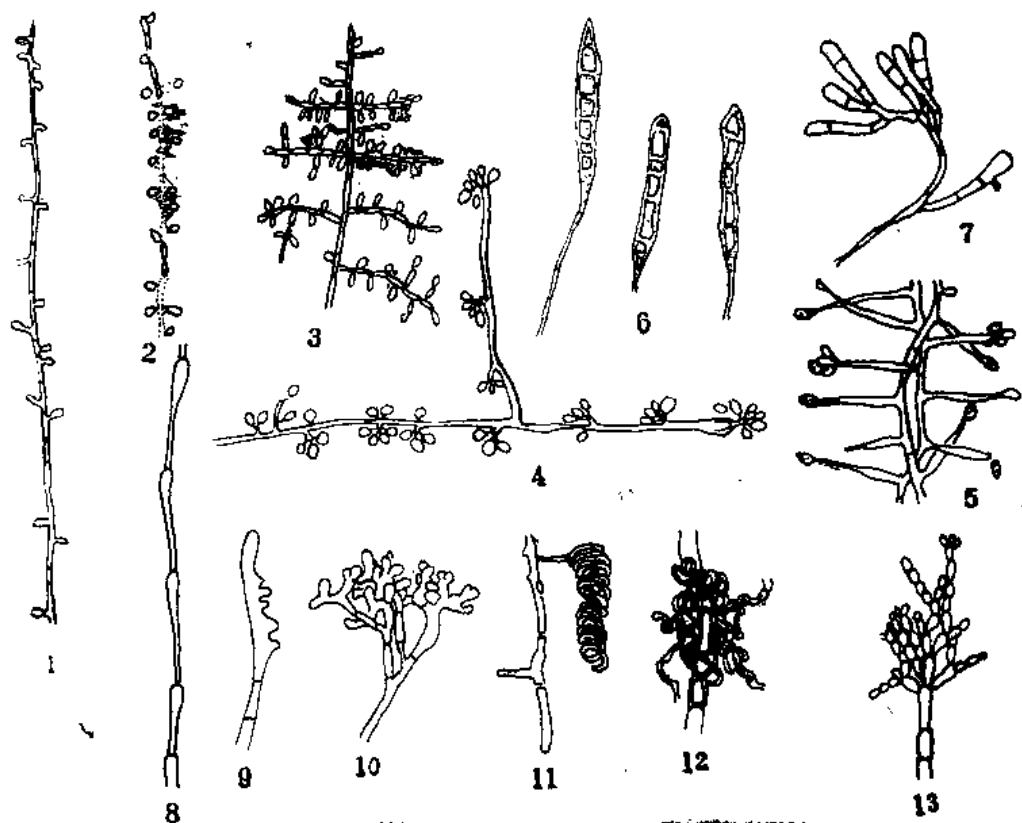


图2：菌丝及各种大小分生孢子模式图

说明：1～5. 各种类型小分生孢子。6～7. 各种类型大分生孢子。8. 球拍状菌丝。9. 梳状菌丝。10. 鹿角状菌丝。11. 螺旋状菌丝。12. 结节菌丝。13. 远心性连锁状小分生孢子。

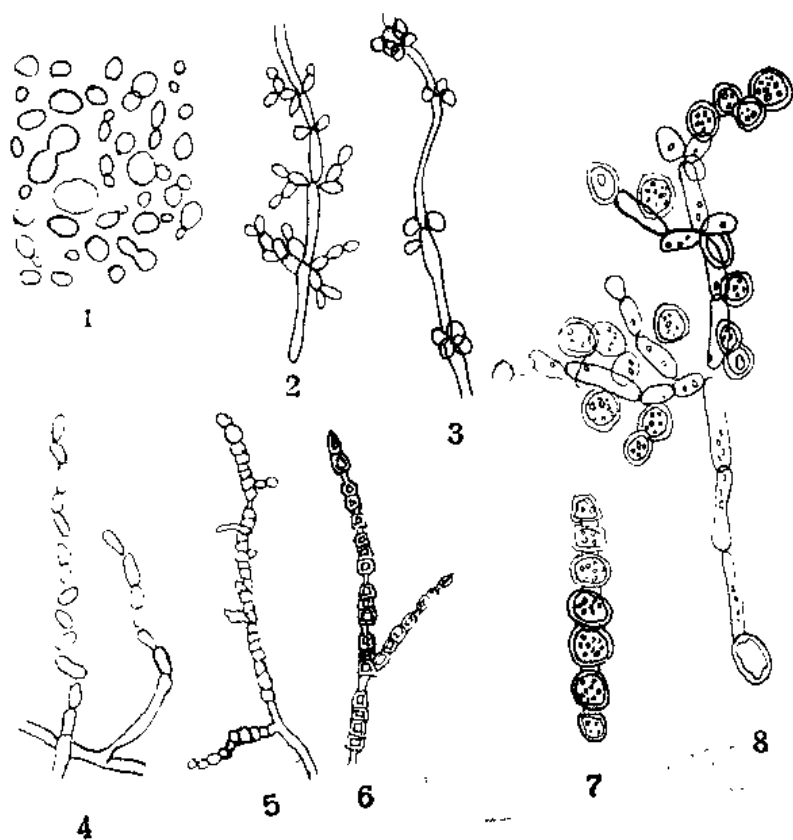


图3. 各种叶状孢子 (1~3. 芽生孢子. 4~6. 关节孢子. 7~8. 厚膜孢子.)

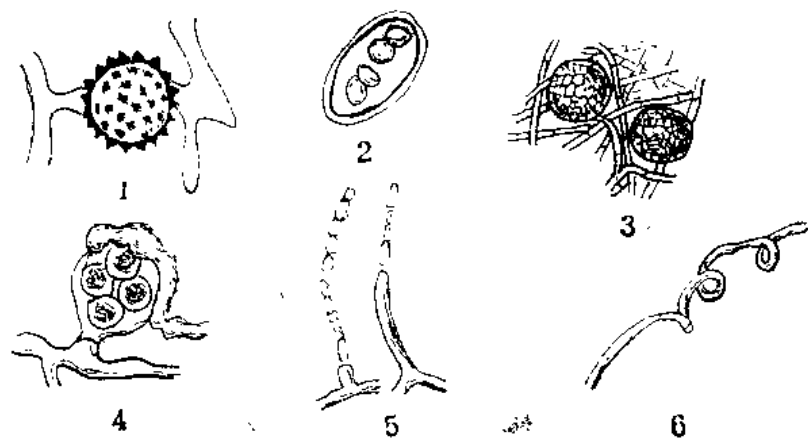


图4. 各种有性孢子 (1. 结合孢子. 2. 子囊孢子. 3. 子囊果
4. 卵孢子. 5. 分裂子. 6. 子囊螺旋.)

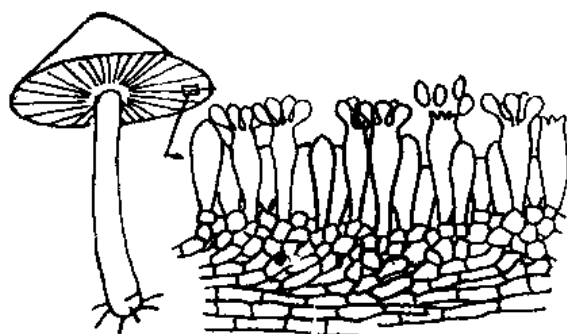


图 5. 担子菌的子实体及担孢子 (左子实体、右担孢子)

第四章 真菌的生理

真菌生理涉及问题较多，现仅就真菌细胞的组成和影响生长及繁殖因素方面问题简述如下：

一 真菌细胞的组成

真菌系真核细胞微生物，它的构造和其它真核细胞相似，有细胞壁、细胞膜、细胞浆。在细胞浆内含有各种细胞器（图 6）。

在电子显微镜下观察，真菌的菌丝和孢子略有不同，不同真菌也有差异，但其基本组成部份不外以下几个方面：

细胞壁：也叫胞壁，较厚而坚韧，分内、外两层，外壁较狭，内壁较宽。在电镜下观察呈微细的纤维状结构，系由多糖及多糖蛋白复合物所组成。多数真菌细胞壁的多糖是几丁质（壳质），它是含氮多糖，在化学上是乙酰氨基葡萄糖聚合物，各种不同真菌其含量也不相同。细胞外壁与组织直接接触，在生长过程中，一部分外壁不断脱落，由于它具有抗原性，因而构成了真菌免疫的基础。

细胞膜：细胞膜在细胞壁内面，很薄，约为 8 nm 厚，有三层结构，由蛋白质、磷

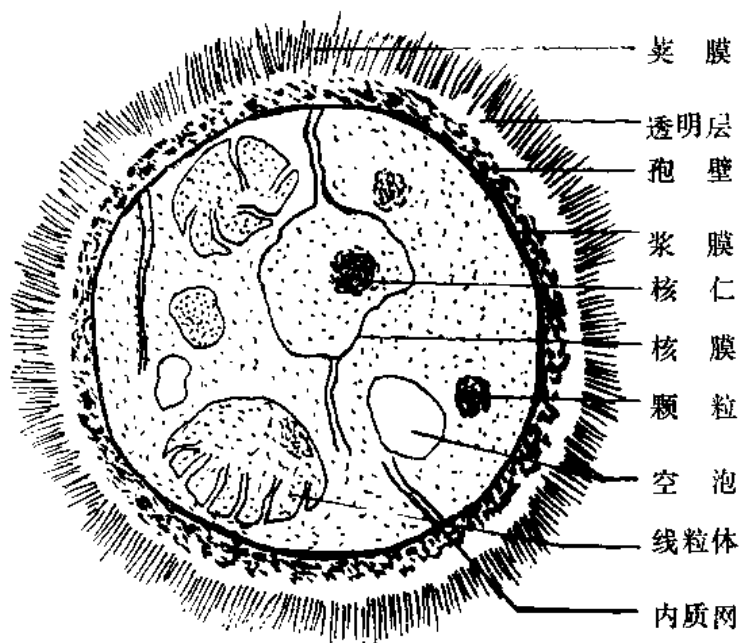


图6：真菌构造模式图（隐球菌电子显微镜下所见）

脂等所组成。

细胞浆：在细胞内部，是透明的胶状液体，在浆内有各种细胞器。

细胞核：也称胞核，多数真菌的细胞核很小，需用特殊染色法才能看到。随真菌种类不同可以是单核（如白色假丝酵母菌，新型隐球菌、组织胞浆菌等。）或多核（皮炎芽生菌，球孢子菌等）。核外有核膜包绕，膜上有孔。核内有一个或多个核仁以及染色质、微管等。胞核内含有大量的DNA、蛋白质以及RNA、脂类、无机盐等，具有复制DNA和合成各种RNA的作用。

线粒体：可以是园形、卵园形、管状或颗粒状，有膜包绕，分布于细胞浆中，大约为 $0.3\sim 0.1\mu m$ ，在老菌丝中较长，甚至可达 $15\mu m$ 。由蛋白质、脂肪、核酸等组成。含有脱氢酶、氧化酶等酶类与细胞的呼吸作用有关，可使糖类、脂肪等物质氧化成水与二氧化碳，并产生能量。

内质网 (Endoplasmic Reticulum)：系一种有膜包绕着的空管状的网状结构，可以是管状也可以是小室状。存在于细胞边缘部分与细胞膜相连接，存在于细胞浆深部部分与核膜联接，是细胞内部互相连接的通道，它有许多小孔。有核糖体附着表面的叫粗面内质网，没有核糖体附着的是滑面内质网。粗面内质网的核糖体合成蛋白质，由内质网管道输送到细胞其他部位。

菌细胞除具有上述各种成份外，尚有糖原、空泡、脂滴等，但不存在高尔基体。

二 影响真菌生长和繁殖的因素

影响真菌生长和繁殖的因素很多，除其自身因素外，也受着一定外界环境所影响，只有外环境具备了使它发育的条件，才能生长繁殖。外界环境影响因素很多，如物理的、化学的、直接的、间接的等等。

温度：温度对真菌的生长繁殖有相当影响，真菌可以生长繁殖在 0°C 至 42°C 之间，最适宜温度为 $22^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，更低的温度不易使之致死，但可阻止其增殖。一般菌丝比孢子对低温抵抗力弱，气中菌丝比营养菌丝弱。浅部真菌，是指只侵犯皮肤的浅层而不侵犯内脏的真菌，这些真菌最适生长温度为 $22^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ 。深部真菌，主要指可以侵犯机体内部脏器组织的真菌，它们的最适生长温度为 37°C 。这样生长最适温度，可能是构成这些真菌与侵犯部位有关的原因之一。温度改变可以影响菌落形态，如双相型真菌可因温度的改变而从酵母型（ 37°C ）转变成菌丝型（ 22°C ），反之亦然。一般说繁殖的温度范围要比生长温度范围窄，例如白色假丝酵母菌在玉米粉培养基上 25°C 可以产生厚膜孢子，而超过 29°C 则几乎不能或者根本不能形成孢子，但可继续生长。

真菌对高温抵抗力，远比对低温抵抗力为弱，例如麦类、棉花种子如被真菌污染，可短时间通过热水使真菌被杀死而不影响种子发育。

湿度：真菌的生长和繁殖需要一定的湿度，需要量随菌种不同而略有差异。一般说真菌在中等湿度的环境里比在高湿度为活跃，生长较好。培养真菌多用半固体培养基，而不用液体培养基，原因可能就在于此。干燥环境不利于真菌的生长繁殖。大多数真菌的繁殖可为适宜的大气湿度所促进，但不是高湿度。

渗透压：多数真菌对渗透压抵抗力强。在具有较高浓度的盐类或糖类物品中一般细菌多不能发育，但不少真菌却可生长、发育，甚至有的真菌可以在75~80%浓度的糖中发育。

酸碱度：真菌易于在酸性环境中繁殖，因而培养真菌所有的培养基和培养细菌所用的培养基有所不同。培养细菌的培养基常呈弱碱性反应，而培养真菌的培养基常呈弱酸性，酸有利于真菌的发芽。

真菌在培养基内生长发育过程可使培养基酸碱度发生变化。一般致病性真菌生长过程常可使培养基向碱性方面转变，而环境中污染的真菌却向酸性方面转变。因此，在培养基内加入适当的指示剂，观察PH值的改变，可间接测知真菌是否致病，可供临床参考。

氧和二氧化碳：绝大多数真菌生长需要氧气，但需要量不同。一般真菌繁殖需要较多的氧，如曲菌、青霉菌及皮肤癣菌在氧气供应充足的情况下可产生孢子，而在组织内由于氧气不足只形成菌丝。二氧化碳一般对真菌生长和繁殖都不利，但在一定条件下也可刺激孢子形成，如白色假丝酵母菌在二氧化碳增多情况下可刺激它多产生厚膜孢子。

光：日光和紫外线对真菌的影响，可表现出诱导反应、抑制作用及向光感应。大多数真菌在白天或黑夜均能生长，但担子菌纲的担子形成却需要光的诱导。大剂量的紫外线或X线对真菌有抑制作用，但不能致死。向光感应在某些真菌如毛霉目菌种的孢子囊