

中国医学科学院
真菌学医师培训教材

医学真菌学

YIXUE ZHENJUNXUE

主编 温海 李若瑜



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

中国医师协会医学真菌学医师培训教材

医学真菌学

主 编 温 海 李若瑜

副主编 刘维达 冉玉平 李春阳

编 委 (按姓氏拼音排序)

李春阳 李福秋 李若瑜 刘 斌 刘维达

吕桂霞 吕雪莲 潘炜华 齐显龙 冉玉平

王爱平 王端礼 温 海 吴建华 席丽艳

张 丁 张 浩 张 宏 章强强 邹先彪

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学真菌学/温海等主编. —北京: 人民卫生出版社, 2012. 10

ISBN 978-7-117-16366-8

I. ①医… II. ①温… III. ①医学真菌学-教材
IV. ①R379

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 215336 号

门户网: www.pmph.com 出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com 护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

医学真菌学

主 编: 温 海 李若瑜

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14

字 数: 349 千字

版 次: 2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-16366-8/R · 16367

定 价: 39.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)



前言

真菌广泛分布于自然界,据专家估计,自然界实际存在的真菌物种约有 150 万种,而目前世界上已被描述的真菌种类约为 7 万余种。其中大部分对人类直接或间接有益,但也有少数种类对人类有害,引起人类疾病。目前被确认为致病菌的真菌有 300 余种。医学真菌虽只占其中少数,但真菌引起的疾病在皮肤科门诊患者中高达 1/4 以上,而其他科如感染科、肿瘤科、血液科等并发深部或浅部真菌感染者亦屡见不鲜。半个多世纪以来,随着历史的发展,科学的交叉与进步,尤其是随着整个医学的发展和客观需要,医学真菌亦应运发展。我国的医学真菌学研究虽然起步较晚,但经过广大从事真菌病研究者的不懈努力,医学真菌学已取得长足的进步。

为了更好地普及真菌及真菌病的知识,提高诊治真菌病的水平,我们编写了该教材,内容包括了医学真菌的各个方面,如真菌及酵母的形态和分类、常见真菌病的诊断及处理、真菌标本的取材和检验、真菌病理、真菌病的免疫学和分子生物学以及抗真菌药的研究进展等。本书不仅可以作为医学真菌亚专业培训班的培训教材,也可以作为临床医师、检验人员以及本科生或研究生的教学参考书。

参加编写的人员来自全国各大医院皮肤科的专家、教授和多年从事真菌病学临床工作的医务人员。教材汇集了他们丰富的临床经验和扎实的基础理论。希望本书以其应有的权威性、先进性、指导性和实用性得到我国广大医务人员的认可和欢迎。

第二军医大学附属长征医院皮肤科

温海

目 录

第一章 真菌的形态和分类

第一节 真菌的结构与形态	1
一、真菌的基本结构	2
二、真菌细胞壁组成	2
三、真菌的隔膜	3
四、真菌细胞核	3
第二节 真菌分类	3
一、概述	3
二、真菌种的概念	4
三、真菌分类和鉴定	4
四、形态学鉴定	4
五、分子生物学鉴定	5
六、其他鉴定方法	6
七、常见致病真菌的分类位置	7

第二章 常见致病真菌的特征和鉴定

第一节 酵母菌特征和鉴定	9
一、致病性酵母的鉴定	9
二、深部标本(痰、粪、尿、脓、体液、咽拭、尿道及阴道分泌物)培养操作程序	9
三、常见鉴定方法与试验	10
四、隐球菌的特征与鉴定	12
五、丝孢酵母的鉴定	13
第二节 常见皮肤癣菌的特征和鉴定	13
一、毛癣菌属	14
二、小孢子菌属	19
三、表皮菌属	21
四、迄今已发现的毛癣菌属菌种	22
五、迄今已发现的小孢子菌属菌种	22

第三节 常见霉菌的特征和鉴定	23
一、曲霉的实验室检查	23
二、常见曲霉的特征与鉴定	24
三、常见青霉的特征与鉴定	25
四、常见拟青霉的特征与鉴定	26
五、常见镰刀霉的特征与鉴定	27
六、常见暗色孢科霉菌的特征与鉴定	29
七、申克孢子丝菌的特征与鉴定	31
第四节 无绿藻的特征与鉴定	31
一、无绿藻的形态与结构	31
二、无绿藻的鉴定	32
三、无绿藻的分子生物学鉴定	32
四、无绿藻对常见抗真菌药物的敏感性	33
五、无绿藻感染的组织病理学特征	33
六、总结	34
第五节 马拉色菌的特征与鉴定	34
一、形态学鉴定方法	34
二、生理生化学鉴定	36
三、马拉色菌属的鉴别	36
四、分子生物学鉴定	37
第六节 真菌的保藏	39
一、斜面保藏法	40
二、液状石蜡保藏法	40
三、滤纸保藏法	40
四、冷冻干燥保藏法	41

第三章 抗真菌药物

第一节 概述	42
一、对真菌细胞膜的损害作用	42
二、对真菌细胞壁的损害作用	43
三、对真菌核酸合成和功能的影响	43
四、其他作用机制	43
第二节 抗真菌药物现状	44
一、多烯类抗真菌药物	44
二、唑类抗真菌药物	44
三、丙烯胺类抗真菌药物	45
四、棘白菌素类抗真菌药物	45
五、电子转移抑制剂	45
六、自然界中的抗真菌成分	45

第三节 多烯类抗真菌药物	45
一、两性霉素 B	45
二、脂质体两性霉素 B	47
三、制霉菌素	48
四、那他霉素	49
第四节 唑类抗真菌药物	49
一、咪唑类药物	49
二、三唑类药物	51
三、伏力康唑	54
四、泊沙康唑	55
第五节 丙烯胺类抗真菌药物	55
一、萘替芬	56
二、特比萘芬	56
三、布替萘芬	57
第六节 棘白菌素类抗真菌药物	57
一、卡泊芬净	57
二、米卡芬净	58
三、阿尼芬净	59
第七节 其他抗真菌药物	59
一、灰黄霉素	59
二、5-氟胞嘧啶	60
三、碘化钾	61
四、利拉萘酯	61
五、阿莫罗芬	61
六、环吡酮胺	61
第八节 抗真菌药物与其他药物的相互作用及其机制	62
第九节 抗真菌药物敏感性试验	63
一、液基稀释法	64
二、琼脂稀释法	64
三、纸片扩散法	64
四、E-test 法	64
第十节 抗真菌药物的合理使用	65
一、浅部真菌病	65
二、深部真菌病	65

第四章 真菌检验

第一节 真菌检验的条件及设备	67
一、真菌实验室空间和设备要求	67
二、真菌实验室的工作条件	67

第二节 标本采集及注意事项	68
一、标本采集	68
二、浅部标本	68
三、深部标本	68
第三节 常规检查	68
一、直接镜检	69
二、培养检查	70
第四节 特殊检查	72
一、API-20C AUX 酵母菌鉴定系统	72
二、芽管试验	73
三、厚壁孢子形成试验	73
四、CHROMagar 显色	74
第五节 病理检查	75
一、标本切片制作	76
二、真菌病病理组织标本染色法	76
第六节 医学真菌的免疫学和分子生物学检验技术	77
一、真菌的免疫学检测	77
二、分子生物学实验技术	78
三、真菌病的分子生物学诊断	81
第七节 常用真菌培养基及制备	82

第五章 浅部真菌病

第一节 概述	84
第二节 头癣	86
一、黄癣	87
二、白癣	87
三、黑癣	88
四、脓癣	89
五、头癣的治疗与预防	90
第三节 体股癣	90
一、体癣	90
二、股癣	92
第四节 手足癣	93
一、手癣	93
二、足癣	94
第五节 甲真菌病	96
第六节 叠瓦癣	98
第七节 掌黑癣	99
第八节 毛结节病	100

第九节 癣菌疹	101
第十节 红癣	102
第十一节 腋毛菌病	103

第六章 马拉色菌属

一、分类	104
二、形态学	105
三、生理生化	106
四、体表生态学	108
五、马拉色菌各个种简介	109
六、免疫学	112
七、分子生物学	112
八、马拉色菌研究现状及发展方向	114

第七章 念珠菌病

第一节 病原学	116
一、白念珠菌	116
二、热带念珠菌	117
三、光滑念珠菌	117
四、季也蒙念珠菌	117
五、近平滑念珠菌	118
六、克柔念珠菌	118
七、乳酒念珠菌	118
八、葡萄牙念珠菌	119
九、法氏念珠菌	119
十、赫母尤念珠菌	119
十一、都柏林念珠菌	119
十二、挪威念珠菌	120
十三、涎沫念珠菌	120
第二节 流行病学	120
第三节 发病机制与病理	121
一、毒力因子	121
二、宿主免疫	123
第四节 临床表现	125
一、黏膜念珠菌病	126
二、皮肤念珠菌病	126
三、系统性念珠菌病	127
第五节 实验室检查	128

一、直接检查法	128
二、培养检查法	129
三、念珠菌的鉴定试验	130
第六节 诊断与鉴别诊断	130
一、临床标本快速检测	131
二、培养物的菌种快速鉴定	131
第七节 治疗	131
一、外用药物治疗	131
二、内用药物治疗	131

第八章 隐球菌病

第一节 病原学	133
第二节 流行病学	133
第三节 致病机制	134
第四节 临床表现	134
一、中枢神经系统隐球菌病	134
二、肺隐球菌病	136
三、皮肤黏膜隐球菌病	136
四、骨隐球菌病	136
五、隐球菌败血症	137
第五节 实验室检查	137
一、病理学	137
二、真菌学检查	137
第六节 诊断与鉴别诊断	139
第七节 治疗	140
第八节 预防	142

第九章 曲霉病

第一节 病原学	143
第二节 流行病学	143
第三节 组织病理	144
第四节 致病机制	144
第五节 临床表现	145
第六节 实验室检查	146
第七节 诊断与鉴别诊断	147
第八节 治疗	148
第九节 预防	150

第十章 孢子丝菌病

第一节 孢子丝菌病的病原学	152
第二节 孢子丝菌病的流行病学	152
第三节 孢子丝菌病的发病机制	153
第四节 孢子丝菌病的临床表现	153
一、皮肤型孢子丝菌病	153
二、系统型孢子丝菌病	155
第五节 组织学病理改变及致病菌形态特点	155
一、组织病理学改变	155
二、致病菌的结构特点	156
三、致病菌的超微结构	156
第六节 实验室检查	156
一、直接镜检	156
二、培养检查	157
三、其他实验室检查	157
四、分子生物学检查	157
第七节 孢子丝菌病的诊断和鉴别诊断	158
一、诊断	158
二、鉴别诊断	158
第八节 孢子丝菌病的治疗	159
第九节 孢子丝菌病的预防	159

第十一章 青霉菌

一、病原学	161
二、流行病学	162
三、致病机制	162
四、临床表现	163
五、实验室检查	163
六、诊断	164
七、治疗	165
八、预后	165

第十二章 毛霉菌

第一节 病原学	169
一、毛霉目	169
二、虫霉目	170
第二节 临床表现	171

一、鼻脑型毛霉病	171
二、心肺型毛霉病	171
三、胃肠型毛霉病	171
四、皮肤型毛霉病	171
五、播散型毛霉病	171
六、蛙粪霉病	172
七、耳霉病	172
第三节 诊断要点	172
一、具有毛霉病的临床特点	172
二、组织病理	172
三、真菌学检查	172
第四节 治疗	172

第十三章 组织胞浆菌病

第一节 病原学	174
第二节 流行病学	174
第三节 致病机制	175
第四节 临床表现	176
第五节 实验室检查	176
第六节 诊断与鉴别诊断	177
第七节 治疗	177
第八节 预后	179

第十四章 着色真菌病

第一节 病原学	182
一、着色芽生菌病病原学	182
二、暗色丝孢霉病病原学	182
第二节 流行病学	183
一、着色芽生菌病	183
二、暗色丝孢霉病	183
第三节 临床表现	183
一、着色芽生菌病	183
二、暗色丝孢霉病	184
第四节 实验室检查	185
一、着色芽生菌病	185
二、暗色丝孢霉病	185
第五节 诊断与鉴别诊断	187
一、着色芽生菌病	187

二、暗色丝孢霉病	187
第六节 治疗	187
一、着色芽生菌病	187
二、暗色丝孢霉病	188

第十五章 放线菌病

第一节 病原学	190
第二节 流行病学	190
第三节 病理	191
第四节 临床表现	191
第五节 实验室检查	192
第六节 诊断与鉴别诊断	193
第七节 治疗	193
第八节 预防	193

第十六章 常见污染真菌及真菌毒素

第一节 污染真菌及其所致疾病	194
一、拟青霉属	194
二、帚霉属	194
三、金孢子菌属	195
四、木霉属	195
五、毛壳菌属	196
六、白僵菌属	196
七、酵母菌属	196
八、毛孢子菌/丝孢酵母菌	197
九、顶孢霉属/头孢霉属	197
十、汉逊酵母属	198
第二节 真菌毒素及其所致疾病	198
一、真菌毒素	198
二、真菌毒素中毒症	201
三、医学上重要的真菌毒素及其所致疾病	202

真菌的形态和分类

真菌(fungus,复数 fungi)一词源于拉丁文的蘑菇,中文早期称为蕈,后称真菌。真菌是广泛分布于自然界的一大类真核生物,难以给出确切定义,生物学家传统上把真菌定义为具有真正细胞核和细胞器、能产孢的、不含叶绿素的有机体,行吸收营养,通过有性或无性两种方式进行繁殖,通常为丝状、分枝的体细胞结构(称作菌丝),一般具有细胞壁。近年来,随着分子遗传学的进步,真菌的定义也将不断修改和完善。真菌菌体的基本结构为丝状的菌丝体(mycelium)和(或)孢子(spore),其细胞壁含有甲壳质(chitin)和葡聚糖(glucan)。其细胞内含有各种细胞器。真菌的种类繁多,估计自然界中有 150 万种以上,但已被人类发现和描述过的真菌只有约 10 万种。它们以腐生、共生和寄生等多种方式与自然环境、人类和其他生物发生着广泛联系。大多数真菌对人类有益,其中对人类具有致病性的致病性真菌(pathogenic fungi)不过 300 余种,但随着临床免疫受损宿主的不断增多,发现越来越多的真菌可以引起机会性真菌感染。

真菌可引起人类、动物的疾病,称为真菌病(mycosis,复数 mycoses),还可引起植物的疾病、人类过敏性疾病和真菌毒素中毒症。真菌感染(fungal infection)或真菌病按照其侵犯部位可大致分为浅部真菌病(superficial mycoses)和深部真菌病(deep-seated mycoses)。随着广谱抗生素、抗肿瘤药物、糖皮质激素和免疫抑制剂在临床的广泛应用,器官移植及导管技术的开展,艾滋病和糖尿病的发病率不断上升,免疫受损(immunocompromised)患者不断增多,有很多原本不致病的真菌可以作为机会致病菌(opportunistic pathogen)引起感染,甚至成为免疫受损患者的重要死亡原因。机会性真菌感染的发病率和病死率呈急剧上升趋势,这种现状已日益受到医学界的关注。目前,除了已知的皮肤癣菌和某些致病性双相真菌外,有不少与人类共生或腐生于自然界的真菌可以引起机会性感染。最常见的有念珠菌、曲霉、隐球菌、毛霉等机会致病菌。但是,真菌病的临床诊断一直存在困难,很多患者由于病情延误,导致治疗失败甚或失去生命。面对这种现状,如何提高真菌病的诊断水平已成为国内外临床工作者们共同关心的热点问题。正确的菌种鉴定对真菌病原学诊断至关重要,而了解真菌的形态特性和分类原则是对病原真菌进行正确鉴定的基础。

第一节 真菌的结构与形态

真菌属于真核生物,形态多种多样,大小变化很大。真菌形态学特性在真菌鉴定方面依然发挥主要作用。真菌菌体的基本结构为单一的丝状或管状结构,称为菌丝(hypha),多数菌丝分枝延伸、交织成团形成菌丝体(mycelium),这类真菌称为丝状真菌(filamentous fun-

gi)或霉菌(molds)。但另一类真菌属于单细胞性,称为酵母菌(yeasts),通过芽殖(budding)和裂殖(fission)的方式进行繁殖,产生芽孢(spores)。霉菌或酵母菌这两大类真菌在形态学上有很大不同。除此之外,还有双相真菌(dimorphic fungi),这类真菌在特定条件下既能以菌丝形式又能以酵母菌形式生存,双相真菌是人类重要的致病性真菌。

真菌菌丝或芽孢经大量生长繁殖后形成真菌集团,称菌落(colony)。在不同成分的培养基上生长所形成的菌落不同。一般在相同的培养基、培养温度和时间等固定条件下,真菌菌落的形状、大小、颜色和纹饰等特性是划分基本类型的依据。真菌菌落主要分为以下几大类:①酵母型菌落(yeast type colony):柔软、光滑、湿润,似奶酪样。在光镜下可见单细胞性的芽生孢子,无菌丝。②类酵母型菌落(yeast-like type colony):外观与酵母型菌落相同,但镜下可见假菌丝。③丝状型菌落(filamentous type colony):呈绒毛状、棉毛状及粉末状等,在光镜下可见有或无隔、分枝或不分枝,有色或无色的各种类型的菌丝。④双相真菌(dimorphic fungi):在室温培养时呈丝状型菌落,而在37℃培养时则呈现酵母型或类酵母型菌落。真菌菌落的形状可为疏松的、紧密的、平坦的、光滑的等。质地可为毡状、絮状、毛发状、绳索状、皮革状等。菌落生长过程中可出现同心圆或放射状纹。大多数真菌菌丝透明,有些可以产生色素而使菌落呈不同的颜色,菌落颜色多种多样,甚至很难用常见的颜色描述,需借助于色谱加以区别。菌落大小差别很大,在相同的时间内,有的扩展至整个培养皿,有的却仅呈局限性生长,直径不足1cm。

真菌的孢子发生、菌丝顶端生长、产生不同形态的孢子、各种色素、大小、形态、分隔等特性,均可作为真菌鉴定的参考依据。

一、真菌的基本结构

真菌属于真核细胞,具有真正的细胞核,核膜上具有核孔,核中有核小体和线性染色体。胞质中有微丝构成的细胞骨架,主要由肌动蛋白组成,还有含微管蛋白的微管。胞质中含有各种细胞器,如线粒体、空泡、泡囊、粗面内质网、核糖体等。高尔基复合体不常见。真菌细胞膜含有大量的固醇,与人类细胞膜的主要成分为胆固醇不同,真菌主要是麦角固醇,是抗真菌药物作用的靶位。

二、真菌细胞壁组成

真菌细胞壁十分坚固,位于细胞膜外,作为真菌与周围环境的分界,具有十分重要的作用。包括:维持细胞的外形、保护细胞免受渗透压的影响、调节营养物吸收和代谢产物分泌、组成真菌的抗原成分等。

真菌细胞壁在生长繁殖以及与其他生物之间的相互作用中发挥着重要作用,近年来,对其化学成分的研究十分活跃。研究表明,真菌细胞壁的主要成分是多糖(polysaccharide),所有真菌细胞壁均具有纤维状和无定形两类组分。纤维状组分由晶状不溶于水的物质组成,主要包括几丁质(chitin)和葡聚糖(glucan)。几丁质主要是由 β -(1,4)键连接的N-乙酰糖胺聚合物形成的微纤丝。葡聚糖主要包括 β -(1,3)和 β -(1,6)葡聚糖两种。无定形组分主要由多糖组成,大多数可溶,包括 α -葡聚糖和甘露糖蛋白等,常混杂在纤维网中,可使细胞壁具有通透性。真菌细胞壁从外向内一般分为4层:①不定形的葡聚糖层;②糖蛋白形成的粗糙网;③蛋白质层;④几丁质微纤丝及其他蛋白质组分。

近年来,随着对真菌细胞壁的了解不断加深,细胞壁的组分分析已成为真菌分类的重要

依据;检测真菌细胞壁组分的试验已成为诊断深部真菌感染的重要手段;同时,抑制真菌细胞壁成分(如几丁质和葡聚糖)合成的抗真菌药物已成为抗真菌治疗的一个重要方向。

三、真菌的隔膜

高等真菌菌丝中形成典型的横壁即隔膜(septa),称为有隔菌丝(septate hyphae);而低等真菌菌丝中不存在隔膜,称无隔菌丝(aseptate hyphae)。隔膜是细胞壁的一部分,其形成直接与核丝分裂有关。隔膜上一般有一个孔,可以形成桶孔隔膜,或中间有一个伏鲁宁小体(woronin body)。各类真菌隔膜不尽相同,主要包括以下几种类型:①单孔型;②多孔型;③桶状隔膜;④极小腔的等。

四、真菌细胞核

真菌细胞核(nucleus of fungi)的功能是携带遗传信息,控制细胞的增殖和代谢。酵母细胞核是有双层膜结构的细胞器,直径40~70nm,核膜上有数个核孔,通透性比任何生物膜都大,是核与细胞质间物质交换的通道。核内染色体由DNA和组蛋白牢固结合而成,呈线状,数目因种而异。核内有一个或几个区域rRNA含量很高,这一区域为核仁,是合成核糖体的场所。中心体位于核膜外,是由蛋白质亚基组成的细丝状结构,在细胞繁殖分裂中起作用。

真菌核内染色体较小,用常规方法不易见到,脉冲场凝胶电泳(PFGE)技术通过对电泳核型(electrophoretic karyotype)的分析已广泛应用于真菌染色体数目和大小的测定。

真菌的基因组大小在7~40Mb之间,其DNA含量介于原核和高等动植物之间。目前已测出很多真菌的基因序列,包括核糖体基因、线粒体基因和编码蛋白质的基因。特别是核糖体基因对于真菌的系统分类和进化研究都有重要意义。随着微生物基因组计划的进展,已完成了包括白念珠菌及其他致病性念珠菌、新生隐球菌、粗球孢子菌、烟曲霉、构巢曲霉、组织胞浆菌和卡氏肺孢子菌等十几种致病真菌在内的全基因组测序工作,还有不少医学真菌的基因组正在被测序或再测序,这些序列资料为深入研究致病真菌的生物学特性奠定了牢固基础。

第二节 真菌分类

一、概述

真菌分类的目的是以进化论为理论基础,系统总结进化历史,反映生物的系谱。几百年来,人类对真菌的认识不断加深,从最初的简单宏观形态描述,经过细胞形态观察、遗传性状和生理性状的研究,发展到当今对超微结构、遗传变异、基因测序等方面的全面深入研究。近年来的分子分类和分子系统学研究,特别是多基因序列分析,给真菌属种水平上的分类带来了巨大影响,医学真菌的属、种概念在很大程度上已经发生了明显改变。临床工作者应该注意学习和了解这些变化以便正确掌握分类鉴定的知识。

目前,通过对16S类rRNA碱基序列的比较分析,将生物划分为三大超界或域(Domain),即真核(Eukaryotes)、细菌(Bacteria)和古菌(Archaea)超界。真核超界下面有5个界,即动物界(Animalia)、植物界(Plantae)、真菌界(Fungi)、藻物界(Chromista)、原生生物

界(Protozoa)。由于真菌在自然界以吸收为独特特性,其营养特性分别为:摄食,光合,吸收,光合、吸收,吞噬、光合等作用。对不同生物营养方式的比较研究表明,真菌既不是植物,也不是动物,而是一个独立的生物类群——真菌界。在1995年出版的《真菌字典》第8版中,只承认真菌界中有4个门,即壶菌门(Chytridiomycota)、接合菌门(Zygomycota)、担子菌门(Basidiomycota)和子囊菌门(Ascomycota)。对半知菌门未予承认,但仍保留半知菌类(Fungi Imperfecti),又称为有丝分裂孢子真菌(mitosporic fungi)。目前正在寻找半知菌的分类地位,发现其有性期多为子囊菌和担子菌。在《菌物概论》第4版(1996)中,将有丝分裂孢子真菌放在子囊菌中讲述。

根据多基因序列分析所阐明的真菌主要类群及其与其他相关生物的系统演化关系,真菌界目以上高阶单元的分类系统作出了重大调整。变化最大的是壶菌门和接合菌门。但这一调整尚需进一步完善。2008年出版的真菌学辞典第10版(Dictionary of the Fungi, 10th edition)中仍然采用一个相对保守的系统,将真菌界分为6个门,即子囊菌门、担子菌门、壶菌门、球囊菌门、微孢子菌门和接合菌门。接合菌门包括球囊菌以外的传统上归入该门的类群,壶菌门则基本沿用传统的界定。

二、真菌种的概念

形态种概念(morphological species concept):以形态特征为基础,以真菌之间的相似性对其进行分类,以特征的不连续性来区分不同类群。目前,大多数真菌的种是以此为概念来定义的。生物种的概念(biological species concept)把种定义为自然居群或个体居群能互相进行交配,并在生殖上与其他居群隔离开来。此概念不适用于无性繁殖的真菌,已在担子菌门、子囊菌门和接合菌门中应用。系统发育种概念(phylogenetic species concept)的定义是指经过系统发育分析而确定具有系谱关系的个体群。这一概念特别适用于缺乏形态学特征的酵母菌等,目前应用日益普遍。近年来,种系发生概念又有了发展,综合形态学、真菌细胞壁成分、细胞学实验、超微结构、细胞代谢、化石记录、分子生物学技术等特征来分类。

三、真菌分类和鉴定

真菌的分类经历了大形态时期、小形态时期、进化论时期、细胞遗传学时期和现代分子生物学时期。自从20世纪70年代以来,新技术、新方法已越来越多地应用于真菌的分类鉴定中,如DNA碱基比率测定、核酸杂交、氨基酸序列测定、氨基酸合成途径研究、血清学特性、数值分类、光谱或色谱技术测定真菌代谢产物、真菌细胞细微结构分析等方面的进展,为真正按照亲缘关系客观反映真菌的系统发育,从而达到对真菌进行自然分类打下了基础,是目前真菌分类鉴定的发展方向。

四、形态学鉴定

(一)菌落形态观察

致病真菌的形态学鉴定的第一步就是要区别不同的菌落特征,即酵母型菌落或丝状型菌落。因为这两类不相同的菌所采用的进一步鉴定方法不同。对霉菌通常采用形态学鉴定为主,而酵母菌常需采用形态和生理相结合的手段。

观察真菌菌落时应注意菌落大小、形态、色素、颜色和质地。酵母菌较霉菌生长快,所以在2~3天后即可观察,而某些霉菌生长较慢,甚至要在培养4~6周后才能出现肉眼可见的