

微生物学
PART 1

上
篇

微生物学概述

内容精讲

【基本概念】

1. 微生物(microorganism) 存在于自然界的一群体积微小、结构简单、肉眼看不见,必须借助光学显微镜或电子显微镜放大数百倍、数千倍,甚至数万倍才能观察到的微小生物。

2. 病原微生物 具有致病性的微生物。

3. 机会性病原微生物 在正常情况下不致病,但在特定条件下可导致疾病的微生物。

4. 微生物学(microbiology) 是研究微生物的生物学性状,微生物与人类、动物和植物间相互关系以及如何控制、利用微生物的一门科学。

5. 医学微生物学(medical microbiology) 是微生物学的一个分支,主要研究与医学有关的病原微生物的生物学性状、感染与免疫、微生物学检查法和防治原则等,以控制和消灭传染性疾病和与之有关的免疫性疾病,达到保障和提高人类健康水平的目的。

【基本知识】

1. 微生物

(1) 种类: 按结构、组成可将微生物分为 3 类,即非细胞型微生物(如病毒)、原核细胞型微生物(包括细菌、支原体、衣原体、螺旋体、立克次体和放线菌)和真核细胞型微生物(如真菌);

(2) 分布: 微生物无处不在,分布广泛。

(3) 与人类的关系: 大多数微生物是有益的,其在自然界物质循环、工农业生产及医药卫生等领域均起到了重要的作用。寄居在人和动物体中的微生物在正常情况下也是有益无害的。仅有少数微生物是致病的。

2. 医学微生物学

(1) 研究领域: 主要研究病原微生物的生物学性状、致病性和免疫性,微生物学的检查法以及对感染性疾病的预防与控制措施。

(2) 发展简史: 微生物最早是由列文虎克发现的。在医学微生物学的形成和发展中起到重要奠基作用的是巴斯德和郭霍。在对微生物感染性疾病的预防和控制的发展中做出重大贡献的有巴斯德、琴纳和弗莱明等。

(3) 发展方向: 加强病原学研究,开发快速诊断技术,研制新型疫苗和药物;应用分子微生物学技术手段,加快医学微生物学的发展。

【重点解析】

1. 微生物的特点 体积微小、结构简单;种类繁多、分布广泛;繁殖迅速、容易变异。

2. 三大类微生物的比较 详见表 1-1。

表 1-1 三大类微生物的比较

	非细胞型微生物	原核细胞型微生物	真核细胞型微生物
细胞结构	无	原核细胞型	真核细胞型
细胞壁	无	有(支原体无细胞壁)	有
细胞膜	无	有(除支原体外均不含胆固醇)	有(含胆固醇)
核糖体	无	有(60S)	有(80S)
核膜	无	无	有
核仁	无	无	有
核酸	DNA 或 RNA	DNA 和 RNA	DNA 和 RNA
繁殖方式	无性(复制)	无性(二分裂)	无性(二分裂)或有性
人工培养基	不可	可(除衣原体、立克次体外)	可
滤菌器	通过	不通过(除支原体外)	不通过
抗生素	不敏感	敏感	不敏感
干扰素	敏感	不敏感	不敏感

自测习题

【选择题】

一、A1 型选择题(下列每题中有 5 个备选答案,请从中选出一个最佳答案)

- 下面哪种是真核细胞型微生物()
 - 病毒
 - 立克次氏体
 - 衣原体
 - 真菌
 - 放线菌
- 原核细胞型微生物不包括()
 - 衣原体
 - 立克次体
 - 病毒
 - 支原体
 - 螺旋体
- 细菌属于原核细胞型微生物的主要依据是()
 - 单细胞生物
 - 体积微小,结构简单
 - DNA 和 RNA
 - 无核膜、核仁
 - 二分裂
- 螺旋体是原核细胞的主要原因是()
 - 有核膜
 - 二分裂繁殖
 - 有轴丝
 - 有核质
 - 有 DNA 和 RNA 两种核酸
- 真核细胞型微生物区别于原核细胞型微生物是因为()
 - 细胞膜不含胆固醇
 - 有肽聚糖结构
 - 有多种细胞器,细胞核有核膜
 - 含有 1 个以上的染色体
 - 缺乏内质网
- 腺病毒的核酸组成是()
 - DNA
 - RNA
 - DNA 和 RNA
 - DNA 或 RNA
 - 以上均不是

7. 发现微生物的是()

- A. 巴斯德 B. 列文虎克 C. 琴纳
D. 郭霍 E. 伊凡诺夫斯基

二、X型选择题(下列每题中有5个备选答案,请从中选出所有正确答案)

1. 微生物的共同特征是()

- A. 个体微小 B. 分布广泛 C. 种类繁多
D. 繁殖迅速 E. 只能在活细胞内生长繁殖

2. 属于原核细胞型微生物的有()

- A. 细菌 B. 衣原体 C. 支原体
D. 螺旋体 E. 朊粒

3. 非细胞型微生物的特点有()

- A. 体积微小,结构简单 B. 可过滤菌器 C. 严格细胞内寄生
D. 有核糖体 E. 对抗生素敏感

4. 大多数微生物成员对人类发挥着哪些有益的作用()

- A. 提供营养 B. 参与物质循环 C. 制备医疗制剂
D. 促进农业增产 E. 利于环保

5. 微生物学奠基人巴斯德的重要贡献有()

- A. 发现微生物 B. 驳斥“自然发生说” C. 发现结核杆菌
D. 证明发酵原因 E. 研制狂犬病疫苗

【思考题】

1. 细菌与病毒有哪些区别?
2. 细菌属于原核细胞型微生物还是真核细胞型微生物? 原核和真核细胞型微生物有哪些区别?

参考答案

【选择题】

一、A1型选择题

1. D 2. C 3. D 4. D 5. C 6. A 7. B

二、X型选择题

1. ABCD 2. ABCD 3. ABC 4. ABCDE 5. BDE

【思考题】

1. 答: 细菌无分化完善的细胞核,仅有一种细胞器即核糖体,多数可在人工培养基中生长,二分裂方式繁殖。病毒无细胞结构,严格活细胞内寄生,通过复制进行繁殖。

2. 答: 细菌属于原核细胞型微生物。相比较原核细胞型微生物,真核细胞型微生物具有完整细胞核结构,有多种细胞器,对抗生素不敏感。

(尹冰楠)

细菌的基本性状

内容精讲

【基本概念】

1. 细菌 L 型 在高渗环境中仍可存活的细胞壁受损的细菌。
2. 中介体(mesosome) 细胞膜内陷、折叠、卷曲而形成的细菌特有的囊状结构。
3. 质粒(plasmid) 细菌染色体外的遗传物质,为闭合环状双股 DNA,携带有遗传信息,能自行复制。
4. 荚膜(capsule) 某些细菌在细胞壁外形成的光镜下可见(厚度 $\geq 0.2\mu\text{m}$)边界清晰的黏液性物质层。
5. 鞭毛(flagellum) 细菌菌体上附着的细长弯曲的丝状物,是细菌的运动器官。
6. 菌毛(pilus) 细菌菌体表面上比鞭毛更细、短、直的丝状物。
7. 芽孢(spore) 某些细菌在一定环境条件下,胞浆脱水浓缩形成的一个圆形或卵圆形小体。
8. 专性需氧菌(obligate aerobe) 必须在有氧条件下才能生长繁殖的细菌。
9. 微需氧菌(microaerophilic bacterium) 在低氧分压下生长最好(5%~6%),氧浓度偏高则生长受抑制的细菌。
10. 兼性厌氧菌(facultative anaerobe) 在有氧和无氧条件下都能生长繁殖的细菌。
11. 专性厌氧菌(obligate anaerobe) 只能在无氧条件下进行生长繁殖,在有氧存在时不能生存的细菌。
12. 生长曲线(growth curve) 将一定数量的细菌接种于适当的培养基进行培养,以培养时间为横坐标,以不同时间培养物中活菌数的对数为纵坐标,所得曲线。
13. 热原质(pyrogen) 又称致热原,是细菌合成的一种注入人体或动物体内能引起发热反应的物质。
14. 抗生素 某些微生物代谢过程中产生的一类能杀死其他微生物或肿瘤细胞的物质。
15. 细菌素 某些细菌产生的仅对近缘关系的细菌有杀伤作用的一类抗菌蛋白。
16. 培养基(culture medium) 是人工配制的,适合细菌生长繁殖的营养物质。
17. 菌苔(mossy) 细菌生长繁殖后,在培养基表面形成的一层培养物。
18. 菌落(colony) 由单个细菌繁殖形成的肉眼可见的细菌集团。
19. 噬菌体(bacteriophage) 一类感染细菌、真菌、放线菌或螺旋体等微生物的病毒。
20. 毒性噬菌体(virulent phage) 能在宿主菌体内复制繁殖,产生许多子代噬菌体,并最终裂解细菌的一类噬菌体。
21. 温和噬菌体(temperate phage) 是指侵入细菌后,将其基因组与宿主菌的基因组整合,随宿主菌的核酸复制而复制,并能随宿主菌的分裂而传代至子代细菌的一类噬菌体。
22. 前噬菌体(prophage) 整合在宿主菌基因组中的噬菌体基因组。

23. 溶源性细菌(lysogenic bacterium) 带有前噬菌体基因组的细菌。
24. H-O 变异 细菌失去鞭毛的变异。
25. S-R 变异 菌落由光滑型变为粗糙型。
26. 转位因子 存在于细菌染色体或质粒 DNA 上的一段特异性核苷酸序列片段,可在 DNA 分子中移动而改变其在基因组中的位置。
27. 突变(mutation) 遗传物质的结构发生突然而稳定的改变。
28. 小突变 又称点突变,仅涉及 1 个或几个碱基的改变。
29. 大突变 又称染色体畸变,涉及大段 DNA 发生改变。
30. 自然突变 又称自发突变,是细菌在生长繁殖过程中 DNA 分子本身自然出现的变化导致的突变。
31. 诱发突变 是人工应用各种诱变剂引起的基因突变。
32. 碱基置换 嘌呤或嘧啶之间的替代交换。
33. 移码突变 核苷酸在 DNA 中的插入或丢失,导致三联密码子表达意义发生错误。
34. 基因转移(gene transfer) 遗传物质由供体菌转入受体菌体内的过程。
35. 重组(recombination) 转移的基因与受体菌基因组整合在一起,使受体菌获得新的性状。
36. 转化(transformation) 供体菌裂解后游离出的 DNA 片断被受体菌直接摄取,并获得新的性状。
37. 接合(conjugation) 细菌通过性菌毛相互连接沟通,将遗传物质从供体菌转移给受体菌,从而使受体菌获得新的性状。
38. 转导(transduction) 以温和噬菌体为载体,将供体菌的一段 DNA 转移到受体菌内,使受体菌获得新的性状。
39. 溶源性转换(lysogenic conversion) 当噬菌体感染细菌时,噬菌体 DNA 整合于宿主菌 DNA 上,使宿主菌成为溶原状态而获得新的性状。

【基本知识】

1. 细菌形态与结构

(1) 细菌的大小与形态: 个体较小; 呈球形、杆形和螺旋形。

(2) 细菌的基本结构: 为细菌共有结构,包括细胞壁、细胞膜、细胞质和核质。

1) 细胞壁: ①功能: 维持菌体固有形态、保护细菌、物质交换、抗原性和致病性; ②组成: 由肽聚糖、磷壁酸及外膜组成; ③细菌 L 型: 形态为多形性,革兰阴性,生长缓慢,形成荷包蛋样小菌落,具有可回复性,仍有致病能力。

2) 细胞膜: ①功能: 物质交换、生物合成、呼吸和分泌; ②组成: 类似于真核细胞细胞膜的脂质双层,但不含有胆固醇; ③中介体: 多见于革兰阳性菌,可扩大细胞膜功能,也参与细菌的增殖。

3) 细胞质: 内含质粒、核糖体和胞质颗粒等结构。

4) 核质: 为细菌主要遗传物质,无完善的细胞核结构。

(3) 细菌的理化性状

1) 化学组成: ①主要有水、蛋白质、糖类、脂类、核酸及无机盐等; ②特有成分: 如肽聚糖。

2) 物理性状: 半透明性、表面积相对较大、带电现象、半透性、渗透压较高。

(4) 细菌的特殊结构: 为某些细菌所特有,包括荚膜、鞭毛、菌毛和芽孢。

(5) 细菌形态学检查原则: 主要包括显微镜放大法和染色法。细菌染色法有单染法、复染法。常

用的复染法有革兰染色法和抗酸染色法。

2. 细菌与噬菌体

(1) 噬菌体的生物学性状

- 1) 基本形态：蝌蚪形(多数)、微球形和丝形。
- 2) 结构：无细胞结构,以蝌蚪形噬菌体为例,由头和尾组成,头部包绕着核心的核酸。
- 3) 化学组成：主要由核酸和蛋白质组成,且只有一种核酸类型。

(2) 噬菌体与宿主菌的相互关系

1) 毒性噬菌体：毒性噬菌体的复制周期称溶菌性周期,经历吸附、穿入、生物合成以及组装和释放4个阶段,最终宿主菌被裂解并释放大量子代噬菌体。

2) 温和噬菌体：温和噬菌体吸附、穿入宿主菌后,其基因组(前噬菌体)将整合到宿主菌的染色体中,形成细菌的溶原状态,此即温和噬菌体的溶原周期。在某些情况下,溶原周期可被终止,前噬菌体脱离下来,而进入溶菌周期。

3) 噬菌体的应用：主要用于细菌的鉴定和分型、检测标本中某细菌的存在以及作为分子生物学研究的重要工具。

【重点解析】

1. 革兰阳性菌和革兰阴性菌细胞壁结构的差异 革兰阳性菌和革兰阴性菌染色性的差别就在于细胞壁结构的不同。革兰阳性菌细胞壁主要成分有肽聚糖和磷壁酸。肽聚糖是由聚糖骨架、四肽侧链和五肽交联桥组成的坚韧的多层三维立体网络结构,是细胞壁的主要部分。磷壁酸为革兰阳性菌所特有,分为壁磷壁酸和脂磷壁酸两种。革兰阴性菌的肽聚糖与革兰阳性菌类似,但没有交联桥,而且层数较少。外膜是革兰阴性菌的特有结构,由脂蛋白、脂质双层和脂多糖3部分组成。脂多糖是革兰阴性菌的致病物质,又称内毒素,由脂质A、核心多糖和特异多糖组成。青霉素、溶菌酶等杀菌物质的作用靶位是肽聚糖,从而在杀灭细菌过程中对缺乏细胞壁的人体细胞没有破坏作用,同时对革兰阳性菌更具杀伤性。L型菌：由于完全或部分缺失细胞壁结构,因此L型菌显示出与其来源菌不同的特性,如多数的染色性将转变为革兰阴性、失去原有典型形态及人工培养要求改变等。

2. 细菌的特殊结构

(1) 荚膜：组成多数为多糖,少数为多肽。包绕在细菌最外层,不易着色,在体内或营养丰富的环境中易形成。荚膜是细菌最重要的致病物质之一,参与致病过程。

(2) 鞭毛：组成为蛋白质,附着于细菌细胞膜上,游离于菌体之外。通过染色,鞭毛在光镜下清晰可见。根据鞭毛的分布与数量可将细菌分为单毛菌、双毛菌、丛毛菌和周毛菌,有利于对细菌的鉴别。作为运动器官,鞭毛可作为某些致病菌重要的致病物质。鞭毛的蛋白质特性使其具有免疫原性,一方面可用于细菌的鉴别分类,另一方面可通过免疫学试验进行辅助诊断。

(3) 菌毛：主要见于革兰阴性菌中,蛋白质组分,是惟一一个不能在光镜下观察的特殊结构。依据功能将菌毛分为两类,普通菌毛和性菌毛。

(4) 芽孢：部分革兰阳性菌在一定条件下产生的一种相对于繁殖体具有较低代谢水平的生命形式,不具有繁殖能力。其较少的含水量、致密的多层膜结构以及特有的化学组成使其富有较强的抵抗能力。

3. 细菌的生长繁殖与代谢

(1) 生长条件：细菌的生长需要适宜的条件,包括营养物质、酸碱度、温度和气体环境。某些细菌

只能在无氧条件下生存,称为专性厌氧菌。主要是由于该类细菌缺乏氧化还原电势高的呼吸酶和(或)分解有毒氧基团的酶,从而导致在有氧环境中由于细菌代谢产生的有害物质的累积而致细菌死亡。

(2) 繁殖速度:在适宜的生长条件下,细菌的繁殖速度通常较快,分裂一代所需时间多在 20~60 分钟内。但如在某一局限环境中,细菌的生长繁殖速度由于受到生长条件改变的影响而将呈现一定规律性的变化。在不同时期,细菌表现出特有的代谢特性。迟缓期细菌增殖,但代谢活跃;对数期细菌以最快的速度繁殖,并表现出典型的生物学性状;稳定期细菌生长速度减慢,活菌数相对不变,产生外毒素、内毒素、抗生素或芽孢;衰退期细菌活菌数明显减少,失去典型特征。

(3) 细菌新陈代谢

1) 能量代谢:多数细菌可通过发酵和需氧呼吸进行,但专性厌氧菌只能进行发酵。

2) 分解代谢和生化反应:可依据细菌分解代谢能力的不同设计生化试验,以对细菌进行鉴定和(或)鉴别。

3) 合成代谢产物和医学意义:细菌可产生多种对医学有重要意义的合成产物,包括毒素、侵袭性酶、热原质、色素、抗生素、细菌素及维生素等。其中毒素、侵袭性酶和热原质是毒性物质;色素和细菌素可用于鉴别细菌;抗生素和维生素可作为医疗制剂。

细菌在合成代谢中可产生包括自身结构组成在内的多种物质,其中具有重要医学意义的主要包括 7 种。毒素是细菌重要的致病物质,包括内毒素和外毒素两种。侵袭性酶是一类促进细菌在宿主主体内扩散的酶类。热原质多见于革兰阴性菌,可致机体发热,且不易被灭活。色素可使细菌显现特有的颜色,有水溶性和脂溶性两种。细菌素具有杀菌能力,但杀菌谱窄。抗生素主要由真菌产生,具有较广的作用范围。维生素也可某些细菌合成,具有营养和治疗作用。

(4) 细菌的人工培养

1) 培养基:根据其组成和用途分为基础培养基、营养培养基、鉴别培养基、选择培养基和厌氧培养基。按物理状态又可分为液体培养基、半固体培养基和固体培养基。

2) 生长现象:①液体培养基:表现为混浊生长(多数细菌)、沉淀生长(链状排列细菌)和表面生长(专性需氧菌)。②半固体培养基:沿穿刺线扩散性生长(有鞭毛细菌)或沿穿刺线生长(无鞭毛细菌)。

③固体培养基:表现为菌苔和菌落。菌落可分为 3 种类型,光滑型、粗糙型和黏液型。

4. 遗传与变异基础与机制

(1) 物质基础:细菌遗传物质 DNA 主要包括染色体、质粒和转位因子。与真核细胞不同,细菌染色体缺乏分化完善的核结构,无核膜、核仁,无组蛋白,故称为核质。质粒所携带的遗传信息仅占染色体的 1%左右,具有多种类型和特点。依据功能可分为 F 质粒、R 质粒、Vi 质粒、细菌素质粒和代谢质粒等;依据复制性可分为紧密型质粒和松弛型质粒;依据转移性可分为接合性质粒和非接合性质粒;依据相容性可分为相容性质粒和不相容性质粒。转位因子具有非同源性重组特性,即不依靠基因序列间的同源性进行整合。在基因转移过程中,部分转位因子尚可借助其自身携带的可编码某些性状的基因赋予宿主菌新的性状,如转座子和前噬菌体。

(2) 细菌的变异现象:①形态结构变异:如 L 型菌、H-O 变异;②毒力变异:表现为毒力增强或毒力减弱(如卡介苗);③耐药性变异:表现为获得耐药性;④菌落变异:如 S-R 变异。

(3) 变异机制:见表 1-2。

表 1-2 细菌的变异机制

方 式	被转移的 DNA	受体菌	结 局	
			供体菌	受体菌
转化	游离 DNA, 如质粒、染色体片段及噬菌体基因组等	感受态菌, 即具有直接摄取游离 DNA 能力的细菌		重组后获得所摄取 DNA 编码的性状
接合	质粒	F ⁻ 菌或雌性菌		
F ⁺ 接合	F 质粒		F ⁺ 菌	F ⁺ 菌
R 接合	R 质粒 (由耐药传递因子和耐药决定因子组成)		仍具有 R 质粒编码的耐药性	获得由 R 质粒编码的耐药性
转导	温和噬菌体作为媒介	温和噬菌体特异的宿主菌	被裂解	
普遍性转导	供体菌基因组的任意片段			发生完全转导或流产转导
局限性转导	供体菌基因组的特定片段			获取供体菌的特定基因片段
溶源性转换	温和噬菌体 DNA	温和噬菌体特异的宿主菌		呈溶原状态, 表现出由前噬菌体编码的性状

(4) 细菌遗传变异的实际意义: 可用于细菌感染性疾病的诊断、预防和治疗, 致癌物质的检测, 流行病学调查以及基因工程等领域。

自测习题

【选择题】

一、A1 型选择题 (下列每题中有 5 个备选答案, 请从中选出一个最佳答案)

- 下列哪项结构与维持细菌形态有关()
 - 细胞壁
 - 芽孢
 - 肽聚糖
 - 细胞膜
 - 荚膜
- 革兰阳性菌细胞壁的主要成分是()
 - 蛋白质
 - 脂蛋白
 - 肽聚糖
 - 磷壁酸
 - 外膜
- 与革兰阴性菌有关的结构是()
 - 细胞膜
 - 磷壁酸
 - 肽聚糖
 - 外膜
 - 中介体
- 关于 LPS, 正确的说法是()
 - 见于所有革兰阴性菌
 - 引起发热反应
 - 含有 O 抗原
 - 脂质 A 是其中一个组成部分
 - 以上都对
- 革兰阳性与革兰阴性细菌的细胞壁肽聚糖结构的主要区别在于()
 - 聚糖骨架
 - 四肽侧链
 - 五肽交联桥