

第二章 细菌概述

学习目标

1. 掌握:细菌的基本形态、基本结构和特殊结构;熟悉细胞壁的结构及意义;了解细菌基本结构和特殊结构的功能。
2. 掌握:培养基与菌落的概念、细菌生长繁殖的条件、细菌代谢产物在医学上的意义;熟悉细菌在培养基中的生长现象及人工培养细菌的实用意义。
3. 掌握:消毒、灭菌、正常菌群、条件致病菌、医院感染的概念;熟悉常用消毒灭菌的方法及其实际应用;了解常用化学消毒剂的作用原理、用途及影响消毒灭菌效果的因素。
4. 掌握:细菌的致病因素,特别是内、外毒素的区别;熟悉细菌的感染和致病性;了解细菌的感染方式、感染途径、感染的类型。

第一节 细菌的形态与结构

一、细菌的大小与形态

(一)细菌的大小

细菌个体微小,肉眼不能直接看见,需用显微镜放大数百倍甚至千倍才能看到。一般以微米($1\mu\text{m}=1/1000\text{mm}$)为测量单位。不同种类细菌大小不一,同一种细菌也因菌龄和环境因素影响而有差异。多数球菌的直径为 $1\mu\text{m}$,中等大小杆菌长 $2\sim 3\mu\text{m}$,宽 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ 。

(二)细菌的形态

细菌的基本形态有球形、杆形和螺形三种,所以根据其基本形态可将细菌分为球菌、杆菌和螺形菌三大类。(图 2-1)

1. 球菌 外观呈圆球形或近似球形。根据其分裂后的排列方式不同可分为:

(1)双球菌:在一个平面上分裂,分裂后两个菌体成对排列,如脑膜炎奈瑟菌、淋病奈瑟菌。

(2)链球菌:在一个平面上分裂,分裂后多个菌体粘连成链状,如乙型溶血性链球菌、唾



液链球菌。

(3) 葡萄球菌: 在多个不规则的平面上分裂, 分裂后菌体无一定规则地堆积在一起成葡萄状, 如金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌。

2. 杆菌 菌体呈杆状或球杆状, 也有的稍弯。多数杆菌的两端呈钝圆形, 分散排列, 为球杆菌, 如大肠埃希菌; 少数两端平齐呈竹节状排列, 为链杆菌, 如炭疽芽胞杆菌; 有的杆菌末端膨大成棒状, 为棒状杆菌, 如白喉棒状杆菌; 个别类型末端常呈分叉状, 如双歧杆菌。

3. 螺形菌 菌体呈弯曲状, 按其弯曲程度不同可分为两类。

(1) 弧菌: 菌体只有一个弯曲, 呈弧形或逗点状, 如霍乱弧菌。

(2) 螺菌: 菌体有数个弯曲, 如鼠咬热螺菌。有的菌体细长弯曲呈弧形或螺旋形, 称为螺杆菌, 如幽门螺旋杆菌。



图 2-1 细菌的各种形态

二、细菌的结构

(一) 细菌的基本结构

基本结构即所有细菌都具有的结构。包括细胞壁、细胞膜、细胞质和核质。

1. 细胞壁 细胞壁是位于细菌细胞膜外的一层坚韧而富有弹性的膜状结构。其主要功能有: ①维持细菌的固有外形; ②保护细菌抵抗低渗的外环境; ③参与细胞内外的物质交换; ④具有免疫原性。

细胞壁的化学组成比较复杂, 并随不同细菌而异。用革兰染色法可将细菌分为两大类, 即革兰阳性菌(G^+)和革兰阴性菌(G^-)。两类细菌细胞壁的结构和化学组成有明显的差异(表 2-1)。



表 2-1 革兰阳性菌与革兰阴性菌细胞壁的比较

细胞壁	革兰阳性菌	革兰阴性菌
强度	较坚韧	较疏松
厚度	厚,20~80nm	薄,10~15nm
肽聚糖含量	多,占胞壁干重 50%~80%	少,占胞壁干重 10%~20%
磷壁酸	有	无
外膜	无	有
青霉素作用	敏感	不敏感

细菌细胞壁的主要化学成分是肽聚糖又称黏肽,为革兰阳性菌和革兰阴性菌细胞壁所共有。革兰阳性菌的细胞壁中肽聚糖层数多(约 15~50 层),含量高,占细胞壁干重的 50%~80%。凡能破坏肽聚糖结构或抑制其合成的物质,均能损伤细胞壁而使细菌变形或裂解。如青霉素和溶菌酶能干扰肽聚糖的合成,故对革兰阳性菌有杀灭作用。革兰阳性菌的细胞壁较厚,除肽聚糖外还含有大量的磷壁酸。磷壁酸是革兰阳性菌的重要表面抗原,并与细菌的致病性有关。

革兰阴性菌的细胞壁较薄,但结构复杂。细胞壁肽聚糖结构只有 1~3 层,含量少,占细胞壁干重的 10%~20%。在肽聚糖层外还有较厚的外膜结构。外膜是革兰阴性菌细胞壁的主要结构,占细胞壁干重的 80%,由内向外依次为脂蛋白、脂质双层和脂多糖三层组成。脂多糖(LPS)为革兰阴性菌的内毒素,与细菌的致病性有关。

由于革兰阳性菌和革兰阴性菌的细胞壁结构不同,导致两类细菌在染色性、免疫原性、致病性以及药物的敏感性等方面均有很大差异。如果细胞壁受损,细菌在高渗环境中仍可生长繁殖,则称为细菌细胞壁缺陷型或 L 型。

2. 细胞膜 细胞膜是位于细胞壁内侧紧包在细胞质外面的一层柔软并富有弹性的半透性生物膜。主要化学成分为脂质、蛋白质及少量多糖。其基本结构与其他生物细胞膜基本相同,由脂质双层构成,其内镶嵌着具有特殊作用的酶和载体蛋白。

细胞膜的主要功能有:①参与细胞内外物质交换;②参与细胞的呼吸过程;③是细菌生物合成的重要场所。另外还与细菌的分裂有关。

3. 细胞质 细胞质是由细胞膜包裹的透明胶状物。其基本成分是水、无机盐、蛋白质、脂质、核酸及少量的糖。细胞质内含有多种酶系统,是细菌新陈代谢的主要场所。此外细胞质中还含有多种重要结构:

(1)核糖体:又称核蛋白体,是游离于细胞质中的微小颗粒,数量可达数万个,由 RNA 和蛋白质组成。核糖体是细菌合成蛋白质的场所。有些抗生素如链霉素、红霉素,能与细菌核糖体结合,干扰蛋白质合成而导致细菌死亡。但该类抗生素对人体核糖体无影响。



(2)质粒:是细菌染色体外的遗传物质,为环状闭合的双链 DNA 分子。其主要特性有:①携带遗传信息,控制细菌某些特定的遗传性状;②能自我复制,并随细菌的分裂转移到子代细胞中;③还可通过接合或转导方式在细菌间传递。医学上重要的质粒有 F 质粒(致育性质粒)和 R 质粒(耐药性质粒)等,分别决定细菌性菌毛生成、耐药性形成等。

4. 核质 细菌是原核细胞,无核膜和核仁。核质由一条双链环状的 DNA 分子反复盘绕卷曲而成,与细胞质界限不明显,多位于菌体中央,故称拟核。核质具有细胞核的功能,是细菌遗传变异的物质基础。

(二)细菌的特殊结构

细菌的特殊结构指某些细菌特有的结构,包括荚膜、鞭毛、菌毛和芽孢等。

1. 荚膜 荚膜是某些细菌分泌并包绕在细胞壁外的一层较厚的黏液性物质。用一般染色法荚膜不易着色,在普通显微镜下只能看到菌体周围有一层透明圈(图 2-2),用特殊的荚膜染色法可将荚膜染成与菌体不同的颜色。荚膜的化学成分随种而异,多数细菌的荚膜为多糖。

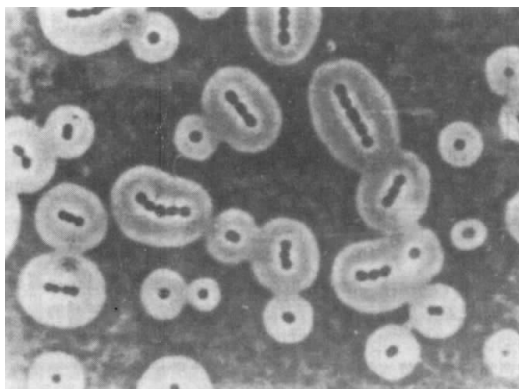


图 2-2 细菌的荚膜

荚膜形成的意义:①荚膜与细菌的致病性有关。荚膜具有抵抗吞噬细胞的吞噬作用,保护细菌免受或降低溶菌酶、补体、抗体及抗菌药物的损害作用;②荚膜成分具有免疫原性,可作为细菌鉴别和分型的依据;③荚膜具有抗干燥作用。

2. 鞭毛 鞭毛是某些细菌菌体上附着的细长呈波状弯曲的丝状物。经特殊的鞭毛染色后普通显微镜下可见。按鞭毛的数目和部位,可将有鞭毛的细菌分为四类:①单毛菌;②双毛菌;③丛毛菌;④周毛菌。(图 2-3)

鞭毛的意义:①鞭毛是细菌的运动器官,有鞭毛的细菌能运动,无鞭毛的细菌不能运动;②鞭毛的化学成分主要是蛋白质,具有免疫原性,通常称为 H 抗原,可用于细菌的鉴别;③有些细菌的鞭毛与致病性有关。如霍乱弧菌、空肠弯曲菌等借鞭毛的运动穿透小肠黏膜



表面的黏液层,使菌体黏附于肠黏膜上皮细胞而导致病变。

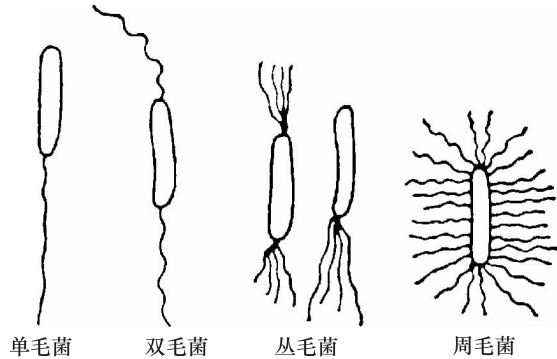


图 2-3 细菌的鞭毛

3. 菌毛 菌毛为存在于许多革兰阴性菌和少数革兰阳性菌菌体表面较鞭毛细而短直的丝状物。只能在电镜下观察到(图 2-4),与细菌的运动无关。菌毛按其功能可分为两类:①普通菌毛:遍布于菌体表面,短而直,每个细菌可有数百根。普通菌毛具有黏附作用,可黏附于呼吸道、消化道、泌尿生殖道黏膜上皮细胞表面,进而侵入黏膜引起感染,故普通菌毛与细菌的致病性有关。②性菌毛:数量少,只有 1~4 根,比普通菌毛长而粗,为中空管状,仅见于少数革兰阴性菌。通常把有性菌毛的细菌称为雄性菌(F⁺菌),无性菌毛的细菌称为雌性菌(F⁻菌),性菌毛可在细菌间传递遗传物质,如细菌的耐药性质粒可通过此方式传递。

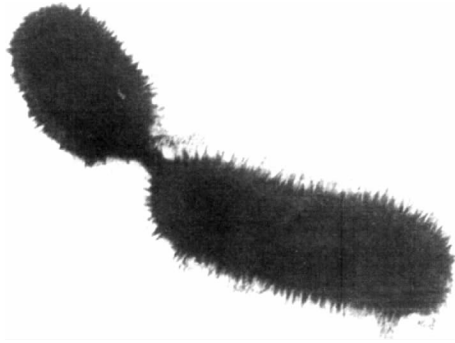


图 2-4 细菌的菌毛

4. 芽孢 芽孢是某些细菌在一定环境条件下,细胞质脱水浓缩在菌体内形成的一个圆形或椭圆形小体。芽孢壁厚,不易着色,需经特殊染色后才能在光学显微镜下观察到。芽孢是细菌抵抗不良环境形成的休眠状态。当环境条件适宜时,芽孢又可发育成菌体。与芽胞相比,菌体能进行分裂繁殖,称为繁殖体。一个细菌只能形成一个芽孢,一个芽孢发芽也只能形成一个繁殖体,所以芽孢不是细菌的繁殖方式。



芽胞形成的意义:①芽胞的大小、形状和在菌体中的位置随菌种而异,可用于鉴别细菌(图 2-5);②芽胞对高温、干燥、化学消毒剂和辐射等理化因素具有很强的抵抗力。故临床护理实践中对医疗器械、敷料、培养基等进行灭菌时,应以杀灭芽胞为标准。



图 2-5 细菌芽胞的形态与位置模式图

第二节 细菌的生长繁殖与代谢

细菌的生长繁殖与环境条件密切相关,条件适宜时,细菌的生长繁殖及代谢旺盛。改变条件可使细菌生长受到抑制甚至发生变异或死亡。

一、细菌的生长繁殖

(一)细菌生长繁殖的条件

1. 营养物质 一般细菌所需的营养物质包括水分、无机盐类、含碳化合物、含氮化合物等,有些细菌还需要生长因子。生长因子是某些细菌生长所必需而自身又不能合成的有机化合物,主要是 B 族维生素、氨基酸、嘌呤和嘧啶等。

2. 酸碱度 大多数病原菌的最适酸碱度为 pH 7.2~7.6,个别细菌如霍乱弧菌在 pH 8.4~9.2 的碱性条件下生长最好,结核分枝杆菌则为 pH 6.5~6.8。

3. 温度 大多数病原菌生长最适温度为 37℃,与人体正常体温相同。

4. 气体 细菌生长繁殖需要的气体主要是氧和二氧化碳。根据细菌对氧的需求不同,可将细菌分为四类:①专性需氧菌:必须在有氧的环境中才能生长,如结核分枝杆菌;②专性厌氧菌:只能在无氧状态下生长,如破伤风芽孢梭菌;③兼性厌氧菌:在有氧或无氧环境中均能生长,但在有氧时生长较好。大多数病原菌都属于此类,如葡萄球菌;④微需氧菌:在低氧压(5%~6%)状态下生长最好。若氧压大于 10%,对其有抑制作用,如空肠弯曲菌、幽门螺杆菌。一般细菌在代谢过程中自身产生的二氧化碳即可满足需要,某些细菌如脑膜炎奈瑟菌、淋病奈瑟菌在初次分离培养时,必须供给 5%~10%的二氧化碳才能生长。



(二) 细菌的繁殖方式与速度

细菌以二分裂方式进行无性繁殖。在适宜条件下,细菌繁殖的速度很快。大多数细菌约 20~30 分钟繁殖一代,少数细菌繁殖速度较慢,如结核分枝杆菌需 18~20 小时繁殖一代。若按每 20 分钟繁殖一代计算,10 小时后,1 个细菌可分裂达 10 亿个以上。但实际上,由于营养物质逐渐消耗,毒性代谢产物逐渐积累,细菌繁殖速度会递减,死亡细菌数逐渐增加,活菌增长率随之下降。一般细菌培养 8~18 小时生长最旺盛,大小、形态、生理特性等都比较典型。

(三) 细菌的人工培养

1. 培养基 用人工方法配制的适合于细菌生长繁殖的营养物质,称为培养基。培养基的种类很多,按理化性状可分液体、半固体和固体培养基。按用途可分基础培养基、营养培养基、选择培养基、鉴别培养基和厌氧培养基等。

2. 细菌在培养基中的生长现象 将细菌接种到培养基中一般经 37℃ 培养 18~24 小时后,即可观察生长现象。不同细菌在不同培养基中的生长现象不同:

(1) 液体培养基中的生长现象:多数细菌在液体培养基中生长繁殖后呈均匀混浊状态;少数链状细菌则呈沉淀生长;枯草芽孢杆菌、结核分枝杆菌等需氧菌在液体表面常形成菌膜,呈膜状生长。在临床护理实践中应注意观察注射用制剂的性状变化,严禁将被细菌污染的制剂注入机体。

(2) 固体培养基中的生长现象:细菌在固体培养基上可形成菌落,单个细菌在固体培养基上生长繁殖形成的肉眼可见的细菌集落称为菌落。一个菌落一般是由一个细菌繁殖形成,故可将含有多种杂菌的标本划线接种于固体培养基的表面,以分离纯种。不同细菌在固体培养基上形成的菌落大小、形状、颜色、透明度、湿润度以及在血平板上的溶血情况等都有所不同,故菌落的特征可作为鉴别细菌的重要依据。当细菌在固体培养基表面密集生长时,多个菌落融合在一起,称为菌苔。

(3) 半固体培养基中的生长现象:将细菌穿刺接种于半固体培养基中,有鞭毛的细菌可沿穿刺线向四周扩散呈羽毛状或云雾状混浊生长;无鞭毛的细菌只沿穿刺线生长。可借此来检查细菌有无鞭毛和动力。

3. 人工培养细菌的意义

临床培养细菌的目的主要是对患者做出病原学诊断,通过细菌药物敏感试验来选择有效的抗生素进行治疗。另外,细菌培养还可用于细菌的鉴定和研究、开发生产生物制品以及用于传染性疾病的诊断、预防和治疗。

二、细菌的代谢产物

细菌的生长繁殖实际上是进行物质的分解与合成的新陈代谢过程。两种代谢过程中均可生成多种产物,其中有些在医学上具有重要意义。



(一) 细菌合成代谢产物及意义

1. 热原质 又称致热原。是多种革兰阴性菌和少数革兰阳性菌在代谢过程中所合成的注入人体或动物体内能引起发热反应的物质。革兰阴性菌的热原质是其细胞壁中的脂多糖。热原质耐高温,不能被高压蒸汽灭菌(121.3℃,20分钟)破坏,玻璃器皿需经250℃高温干烤才能破坏热原质。液体中的热原质可用吸附剂或特殊石棉滤板过滤除去,蒸馏法效果更好。在护理实践中,制备和使用生物制品、注射液、抗生素等的过程中应严格无菌操作,防止细菌污染,以保证无热原质存在。

2. 毒素和侵袭性酶 毒素是病原菌在代谢过程中合成的对机体有毒性的物质,包括外毒素和内毒素。侵袭性酶是某些病原菌在代谢过程中产生的具有损伤机体组织、促使细菌侵袭和扩散的致病性物质,如金黄色葡萄球菌产生的血浆凝固酶等。

3. 维生素 某些细菌能合成一些维生素,除供自身需要外,还能分泌到周围环境中,如人体肠道内的大肠埃希菌能合成维生素B族和维生素K等,可供人体吸收利用。

4. 抗生素 某些微生物在代谢过程中产生的一类能抑制或杀死其他微生物和肿瘤细胞的物质称抗生素。抗生素多数由放线菌或真菌产生,少数由细菌产生,如多黏菌素、杆菌肽等。目前抗生素已广泛用于临床治疗细菌感染性疾病和肿瘤。

5. 细菌素 细菌素是某些细菌产生的仅对近缘菌株有抗菌作用的蛋白质。由于细菌素的抗菌作用范围窄且具有型特异性,故多用于细菌的分型鉴定和流行病学调查。

6. 色素 有些细菌代谢过程中能合成色素,不同细菌可产生不同色素,对细菌鉴别有一定意义。色素分两类:①脂溶性色素,即不溶于水,只存在于菌体,而不扩散至含水的培养基中,如金黄色葡萄球菌产生的金黄色色素;②水溶性色素,即能扩散至培养基或周围环境中,如铜绿假单胞菌产生的绿色色素,使培养基、脓汁呈绿色。在临床护理工作中若发现手术切口、烧伤组织创面等出现绿色的渗出物,应考虑有铜绿假单胞菌感染的可能。

(二) 细菌分解代谢产物及其意义

不同细菌所含酶类不同,故分解糖和蛋白质的能力也不同,如大肠埃希菌具有乳糖分解酶,分解乳糖产酸产气;而伤寒沙门菌不能分解乳糖;大肠埃希菌含有色氨酸酶,能分解色氨酸产生靛基质(吲哚),当加入对二甲基氨基苯甲醛试剂后可形成玫瑰靛基质呈红色,靛基质试验为阳性,而产气肠杆菌无色氨酸酶,靛基质试验为阴性。因此,可利用细菌这些特性来鉴别细菌。

三、细菌的遗传与变异

遗传与变异是所有生物的共同生命特征。在一定的环境条件下,细菌的生物性状保持相对稳定,且代代相传,称为遗传。在一定条件下,若子代与亲代之间或子代与子代之间的生物学性状出现差异,称为变异。遗传使细菌的种属性状保持稳定;而变异可使细菌产生变种和新种,有利于物种的发展和进化。



(一) 常见的细菌变异现象

1. 形态结构的变异 细菌在生长过程中受环境因素的影响,其形态与结构可以发生改变。如鼠疫耶尔森菌在3%~6%氯化钠的培养基中,其形态可由球杆状变为球状、哑铃状、棒状等多种形态;肺炎链球菌在人工培养基上反复传代可失去荚膜。

2. 毒力变异 细菌的毒力变异包括毒力的增强和减弱。如卡介二氏将有毒的牛型结核分枝杆菌接种在含有胆汁、甘油、马铃薯的培养基上,经过13年230次传代,获得了一株毒力减弱但仍然保留免疫原性的减毒株,称为卡介苗(BCG),用于结核病的预防。

3. 耐药性变异 细菌对某种抗菌药物由敏感变成耐药的变异,称为耐药性变异。如青霉素,40年代问世时对金黄色葡萄球菌所致疾病的治疗效果显著,耐药菌株很少,但目前已发现80%以上的金黄色葡萄球菌对青霉素产生了耐药性。细菌的耐药性变异给临床治疗带来了很大的困难。

(二) 细菌遗传变异在医学上的应用

1. 诊断方面 由于细菌变异而出现不典型特征,给实验室诊断带来一定困难,需注意鉴别,以免造成错误诊断。

2. 治疗方面 细菌耐药性变异是临床细菌性感染治疗面临的重要问题之一。对临床分离的致病菌进行药物敏感试验,将有利于指导正确选择抗菌药物并防止耐药菌株的扩散。

3. 预防方面 细菌遗传变异的研究对传染病的预防具有重要意义。采用人工诱导方法使细菌毒力减弱或消失,制备出保留免疫原性的减毒活疫苗,用于某些传染病的预防,如卡介苗用于预防结核病。

4. 基因工程中的应用 根据细菌基因可以转移重组并获得新的生物学性状的变异机制,将某种需要表达的基因引入到合适的细菌(工程菌)体内,随细菌的繁殖可获得大量人们需要的基因产物。目前通过基因工程已能使工程菌大量生产重组的胰岛素、干扰素等。

第 三 节 细菌与外界环境

一、细菌的分布

细菌广泛分布于土壤、水、空气等自然界中。在人体的体表及与外界相通的腔道中,也存在不同种类和数量的细菌。了解细菌的分布,充分认识它们与人类的关系,对建立无菌观念、严格无菌操作、预防医院感染等有着重要意义。

(一) 细菌在自然界的分布

1. 土壤中的细菌 土壤是细菌良好的生活场所。土壤中的细菌不仅数量大,而且种类多,1克肥沃的土壤中细菌量可达1亿个以上,其中大多数对人类有益,参与自然界的物质循



环。但土壤中也来自人和动物的排泄物以及死于传染病的人、畜尸体的病原菌,这病原菌在土壤中大多数容易死亡,只有能形成芽孢的细菌,才可存活几年甚至几十年,如破伤风芽孢梭菌、产气荚膜梭菌等,可通过伤口侵入人体,引起创伤感染。

2. 水中的细菌 水是细菌生存的天然环境,不同的水源细菌的种类和数量不同。水中的致病菌主要来自土壤以及人和动物的排泄物等。若水中发现大肠埃希菌,则表明水源可能被粪便污染。水中常见的病原菌有伤寒沙门菌、痢疾志贺菌、霍乱弧菌等,也可含甲型肝炎病毒、钩端螺旋体等其他病原体,这些病原体常可引起消化道传染病的流行。因此,搞好饮水卫生对防止消化道传染病具有重要意义。

3. 空气中的细菌 空气中缺乏营养物质,且受阳光照射,因此空气中细菌的种类和数量较少。空气中的细菌主要来自土壤、尘埃、人和动物的呼吸道及口腔排出物。空气中常见的病原菌有金黄色葡萄球菌、结核分枝杆菌、乙型溶血性链球菌、肺炎链球菌等,可引起呼吸道传染病和伤口感染。此外,空气中的非病原菌又常是培养基、生物制品、医药制剂污染的来源。因此,手术室、病房、细菌接种室等都应经常进行空气消毒,以防止感染或污染。

(二)细菌在正常人体的分布

1. 正常菌群 正常人体的体表以及与外界相通的腔道中存在着不同种类和数量的细菌,这些细菌通常对人体无害,故称为正常菌群。分布于人体各部位的正常菌群见表 2-2。

2. 正常菌群的生理意义 正常菌群不仅与人体保持一个平衡状态,而且菌群之间也相互制约,形成相对的生态平衡。通常情况下,正常菌群中的细菌对人体不致病,有些对人体还起着有益的生理作用,包括生物拮抗作用、营养作用、免疫作用。此外,正常菌群还有一定的抗癌及抗衰老作用等。

3. 条件致病菌 正常菌群与人体间的平衡状态在某些特定条件下可被打破,使原来不致病的正常菌群也能引起疾病,因此把这些细菌称为条件致病菌。正常菌群转变为条件致病菌的特定条件有:①寄居部位的改变:如大肠埃希菌从原寄居的肠道进入泌尿道,可引起泌尿道感染,通过手术或外伤进入腹腔可引起腹膜炎等;②免疫功能低下:如大面积烧伤、过度疲劳、慢性消耗性疾病、使用大剂量的皮质激素、抗肿瘤药物或放射治疗等,可导致机体免疫功能降低,在这些情况下,正常菌群中的某些细菌可引起自身感染而出现各种疾病;③菌群失调:指由于某些因素的影响,正常菌群中各种细菌的种类和数量发生较大的变化。严重的菌群失调可使机体产生一系列临床表现称为菌群失调症。在临床上,菌群失调症多是在抗菌药物治疗原有感染性疾病的过程中所引发的一种新感染,故菌群失调症又称二重感染,如假膜性肠炎、鹅口疮等。因此,在临床护理工作中,对长期使用抗生素、免疫抑制剂、激素等的病人,应注意口腔护理,密切观察病情,防止发生二重感染。



表 2-2 人体的正常菌群

部位	主要菌类
皮肤	葡萄球菌、类白喉棒状杆菌、铜绿假单胞菌、非致病性分枝杆菌、痤疮丙酸杆菌、白色念珠菌
口腔	表皮葡萄球菌、草绿色链球菌、肺炎链球菌、奈瑟菌、乳酸杆菌、类白喉棒状杆菌、梭杆菌、螺旋体、白色念珠菌、放线菌
鼻咽腔	葡萄球菌、草绿色链球菌、肺炎链球菌、奈瑟菌、类杆菌、梭杆菌
外耳道	葡萄球菌、类白喉棒状杆菌、铜绿假单胞菌、非致病性分枝杆菌
眼结膜	表皮葡萄球菌、结膜干燥杆菌
胃	一般无菌
肠道	大肠埃希菌、产气杆菌、变形杆菌、铜绿假单胞菌、葡萄球菌、粪链球菌、类杆菌、产气荚膜、芽孢梭菌、破伤风芽孢梭菌、双歧杆菌、乳杆菌、白色念珠菌
尿道	表皮葡萄球菌、类白喉棒状杆菌、非致病性杆菌
阴道	乳杆菌、大肠埃希菌、类白喉棒状杆菌、白色念珠菌

二、消毒与灭菌

(一) 基本概念

1. 消毒 指用化学、物理等方法杀灭或消除物体表面或环境中的病原微生物。通常采用化学方法消毒,用于消毒的化学药品称为消毒剂。一般消毒剂在常用的浓度下只对细菌繁殖体有效,若要杀死芽孢则需要提高消毒剂浓度并延长作用时间。

2. 灭菌 指杀灭物体上的所有微生物。灭菌比消毒要求高,杀灭包括细菌芽孢在内的全部病原微生物和非病原微生物。通常用物理方法灭菌。

3. 防腐 指防止或抑制体外微生物的生长繁殖,细菌一般不死亡。用于防腐的化学药品称为防腐剂。

4. 无菌及无菌操作 不含活的微生物称为无菌,多为灭菌的结果。防止微生物进入机体或物体的操作技术,称为无菌操作或无菌技术。医护工作者必须树立牢固的无菌观念,在进行外科手术及其他各种诊疗技术操作过程中,均需严格执行无菌操作,以防止微生物感染和污染。

(二) 物理因素对细菌的作用

1. 温度

(1) 低温:在低温环境下细菌的新陈代谢减慢或相对静止,生长繁殖受到抑制,但并不死亡(少数细菌除外),当温度回升至适宜范围时仍可繁殖。在实际工作和生活中,常用低温保存菌种、培养基和食品等。

(2) 高温:高温可使细菌的蛋白质和酶发生变性或凝固,导致细菌死亡。医学实践中常



用高温进行消毒和灭菌。高温消毒灭菌分湿热灭菌和干热灭菌两类。在同一温度下,湿热灭菌效果要比干热好。

1) 湿热消毒灭菌法:常用的湿热消毒灭菌方法有煮沸法、巴氏消毒法、流通蒸汽消毒法、间歇灭菌法、高压蒸汽灭菌法,其中高压蒸汽灭菌法为最常用最有效的方法。

2) 干热灭菌法:干热可使微生物脱水干燥和大分子变性,导致细菌死亡。常用的有干烤法、烧灼法、焚烧法。(表 2-3)

表 2-3 常用高温消毒灭菌法

种类	方法	用途	
湿热法	①煮沸法	100℃ 5~10min	注射器、食具、饮水消毒
	②巴氏消毒法	61.1~62.8℃ 30 min 或 71.7℃ 15~30s	牛奶、酒类的消毒
	③间歇灭菌法	流通蒸汽 15~30min,移入 37℃ 温箱过夜,如此连续 3 次,可达到灭菌效果	含糖类、血清、蛋黄的培养基灭菌
	④高压蒸汽灭菌法	用高压蒸汽灭菌器,压力 1.05kg/cm ² 或 103kPa,温度 121.3℃,维持 15~30min	耐高温物品,如敷料、手术衣、手术器械、注射器、生理盐水、普通培养基等的灭菌
干热法	①干烤法	用干烤箱 160~170℃,2h	玻璃器皿、凡士林、某些粉剂药物等的灭菌
	②烧灼法	用火焰烧灼	接种环、试管口、瓶口等的灭菌
	③焚烧法	用焚烧炉焚烧	废弃的污染物品、人和动物的尸体等灭菌

2. 日光与紫外线 日光消毒是最简便而经济的方法,其杀菌作用主要依靠其中的紫外线。病人的衣服、被褥、书报等经日光直接曝晒数小时,可杀死大部分细菌。波长在 200~300nm 的紫外线均具有杀菌作用,其中 265~266nm 的紫外线杀菌力最强。紫外线主要作用于 DNA,干扰 DNA 的复制,导致细菌变异或死亡。紫外线穿透力弱,普通玻璃、纸张、布、水蒸气、尘埃等均能阻挡紫外线,故只能用于物体的表面及空气的消毒,如手术室、婴儿室、烧伤病房、传染病房、无菌制剂室、微生物接种室的空气消毒和物体的表面消毒。紫外线用于室内空气消毒时,有效距离不超过 2m,照射时间不少于 30 分钟。杀菌波长的紫外线对眼睛和皮肤有损伤作用,所以不要在紫外灯照射下工作。

3. 电离辐射 电离辐射的杀菌机制主要是破坏细菌的 DNA。高速电子、x 射线、γ 射线等具有较高的能量和穿透力,在足够剂量时,对各种细菌均有致死作用。由于电离辐射穿透力强,照射时不使物品升温,故常用于一次性不耐热的医用塑料制品如注射器、导管的消毒,亦可用于食品消毒而不破坏其营养成分。



4. 滤过除菌 滤过除菌是用滤菌器阻留过滤液体或空气中的细菌,以达到无菌的目的。滤菌器的滤板或滤膜上含有微细小孔,只允许液体或空气中小于滤孔孔径的物质通过,而大于孔径的细菌等颗粒则不能通过。常用的滤菌器有玻璃滤菌器、薄膜滤菌器等。滤过除菌法主要用于不耐热的血清、抗毒素、抗生素以及空气等的除菌,但不能除去病毒、支原体和细菌毒素。

(三)化学因素对细菌的作用

1. 消毒剂 消毒剂对细菌和人体细胞都有毒性作用,所以只能外用,主要用于体表、医疗器械、排泄物和周围环境的消毒。

(1)常用消毒剂的种类与用途:消毒剂的种类很多,其杀菌机制也各不相同,在实际工作中可根据用途选择使用(表 2-4)。

表 2-4 常用消毒剂的种类、浓度及用途

类别	名称	常用浓度	用途	备注
1. 醇类	乙醇	70%~75%	皮肤、体温计消毒	易挥发、有刺激性、不适用于黏膜及创面消毒
2. 酚类	石炭酸	2%~5%	地面、家具、器皿表面、排泄物消毒	腐蚀性强
	来苏尔	1%~5%	器械、排泄物、家具、地面消毒,手、皮肤消毒	有特殊气味
3. 重金属类	红汞	2%	皮肤黏膜、小创面消毒	作用小、无刺激性
	硫柳汞	0.10%	皮肤、手术部位消毒、生物制品防腐	杀菌力弱、抑菌力强
	硝酸银	1%	新生儿滴眼,预防淋球菌感染	有腐蚀性
4. 氧化剂	高锰酸钾	0.10%	皮肤黏膜、水果、蔬菜、食具等消毒	久置失效,随用随配
	过氧化氢	3%	皮肤创伤、化脓性炎症、厌氧菌感染消毒	不稳定
	过氧乙酸	0.2%~0.5%	塑料、玻璃器皿、洗手	原液对皮肤、金属有腐蚀性
5. 卤素及其化合物	氯	0.2~0.5ppm	饮水、游泳池水的消毒	刺激性强
	碘伏	2%~2.5%	手术前皮肤和手的消毒	无刺激性,兼有去污作用
	碘酒	2.50%	皮肤消毒	刺激性大,涂后用酒精拭净,不能与红汞同用
	漂白粉	10%~20%	地面、厕所、排泄物消毒	刺激皮肤,腐蚀金属



续表

类别	名称	常用浓度	用途	备注
6. 醛类	甲醛	10%	浸泡物品,空气消毒	挥发慢,刺激性强
7. 表面 活性剂	新洁尔灭	0.05%~0.1%	外科手术洗手,皮肤黏膜消毒、 浸泡手术器械	刺激性小,对芽孢无作用
8. 酸碱类	醋酸	5至10ml/m ³ 加等量水蒸发	空气消毒	浓烈醋味
	生石灰	按1:4~1:8 加水配成糊状	地面、排泄物消毒	杀菌力强、腐蚀性大
9. 染料	甲紫	2%~4%	浅表创面消毒	刺激性小
10. 烷基 化合物	环氧乙烷	50mg/L	医学仪器、生物制品、衣服皮革、 羊毛、人造丝、橡胶类等消毒	有毒,易燃

(2)影响消毒剂作用的因素:消毒剂的消毒效果受环境、微生物种类、消毒剂浓度等因素影响。①消毒剂的性质、浓度和作用时间:各种消毒剂的理化性质不同对微生物的作用效果也不同。如戊二醛对细菌繁殖体和芽孢都有作用,但表面活性剂只对细菌繁殖体有效。一般消毒剂浓度越大,作用时间越长,消毒效果也越好。但乙醇消毒作用以70%~75%为最好,因为高浓度乙醇可使菌体蛋白表面迅速凝固,影响乙醇继续进入菌体内发挥作用;②微生物的种类与数量:同一消毒剂对不同细菌的杀菌效果不同,例如一般消毒剂对结核分枝杆菌的作用要比对其他细菌繁殖体的作用差,70%乙醇可杀死一般细菌繁殖体,但不能杀灭芽孢,必须根据消毒对象选择合适的消毒剂。此外,微生物的数量越大,所需消毒剂的浓度越高,作用时间越长;③环境因素:环境中的有机物对细菌有保护作用,可降低消毒剂的杀菌效力,故在临床护理工作中消毒皮肤及器械时,必须先清洗干净再消毒。对有机物含量较多的痰、粪便等消毒时,应选用受有机物影响小的消毒剂,如含氯石灰、生石灰,酚类化合物等。此外,消毒剂的消毒效果还受温度、酸碱度、穿透力等因素影响。

2. 防腐剂 防腐剂与消毒剂之间并无严格的区别,同一种化学药品在低浓度时是防腐剂,在高浓度时则为消毒剂,如3%~5%的苯酚用于消毒,而0.5%的苯酚则用于防腐。常用的防腐剂有0.01%硫柳汞、0.5%石炭酸和0.1%~0.2%甲醛等。防腐剂主要用于生物制品、注射剂以及口服制剂等的防腐,如菌苗、疫苗、类毒素等生物制品中常加入防腐剂以抑制污染菌的生长。

(四)生物因素对细菌的作用

对细菌具有不利影响的生物因素有抗生素、细菌素、抗菌中草药、噬菌体等。



三、医院感染

(一) 基本概念

医院感染又称医院内获得性感染,是指住院病人在医院内获得的感染。包括在住院期间发生的感染和在医院内获得出院后发生的感染,但不包括入院前已开始或者入院时已处于潜伏期的感染。医院工作人员在医院内获得的感染也属于医院感染。

医院内感染具有以下几个特点:①感染对象为一切在医院内活动的人群,但主要是住院患者;②感染发生地点必须在医院内;③感染发生的时间界限指患者在住院期间和出院后不久发生的感染;④感染的病原体主要是条件致病菌,感染源以内源性感染为主,传染性较弱;⑤传播途径以接触为主,如侵入性治疗技术;⑥病原体较难确定,且常产生耐药性,故治疗较为困难。

(二) 医院感染的危险原因

1. 感染对象免疫功能低下,如老年人,婴幼儿及患有免疫缺陷或其他疾病者;
2. 各种诊疗技术,尤其是侵入性诊疗技术的使用;
3. 各种损伤机体免疫功能的治疗(如放疗,化疗)以及激素和抗生素的不适当使用等。

(三) 医院感染的预防和控制

1. 加强宣传工作,提高病人和医护人员对医院感染的认识。
2. 严格执行医疗器械、器具的消毒工作技术规范,并达到卫生部 2006 年颁布的《医院感染管理办法》要求:①进入人体组织、无菌器官的医疗器械,器具和物品必须达到无菌水平;②接触皮肤、黏膜的医疗器械,器具和物品必须达到消毒水平;③各种用于注射、穿刺、采血等有创操作的医疗器具必须一用一灭菌,一次性使用的医疗器械、器具不得重复使用。
3. 严格执行隔离技术规范,根据病原体传播途径,采取相应的隔离措施。同时要加强医务人员职业卫生防护工作。
4. 合理使用抗菌药物。

第 ④ 节 细菌的致病性与感染

一、细菌的致病因素

细菌的致病性是指细菌能引起机体疾病的性能。细菌的致病性是对特定的宿主而言的,有的细菌仅对人有致病性;有的则对某些动物有致病性;有的则对人和动物均有致病性。不同的病原体对机体可引起不同的病理过程和不同疾病,如伤寒沙门菌引起人类伤寒,结核分枝杆菌则引起结核病。细菌的致病因素包括毒力、侵入数量和侵入门户。



(一) 细菌的毒力

病原菌致病能力的强弱程度称毒力。各种病原菌的毒力不同,同种细菌也因型或菌株不同存在一定的差异。细菌的毒力由侵袭力和毒素构成。

1. 侵袭力 侵袭力是指病原菌突破机体的防御功能,侵入机体并在体内一定部位定居、繁殖和扩散的能力。构成侵袭力的物质基础是菌体表面结构和侵袭性酶类。

(1) 菌体表面结构:主要包括荚膜和菌毛。

1) 荚膜:细菌的荚膜本身没有毒性,但它具有抵抗吞噬细胞的吞噬和阻抑体液中杀菌物质的作用,使致病菌能在宿主体内大量繁殖并产生病变,如肺炎链球菌的荚膜。某些细菌表面有类似于荚膜功能的物质,如金黄色葡萄球菌的 A 蛋白、化脓性链球菌的 M 蛋白等,通称为微荚膜。

2) 黏附素:细菌黏附于机体体表或呼吸道、消化道、泌尿生殖道等黏膜表面上皮细胞,是引起感染的首要条件。具有黏附作用的细菌结构或组份,称为黏附素,包括菌毛和非菌毛黏附素两类。非菌毛黏附素是细菌表面的蛋白质或其他物质,如金黄色葡萄球菌的脂磷壁酸。

(2) 侵袭性酶:某些病原菌在代谢过程中产生一种或多种胞外酶,一般不具毒性,但能在感染过程中协助病原菌抗吞噬或扩散,这些胞外酶称为侵袭性酶。如金黄色葡萄球菌产生的血浆凝固酶,能使血浆中的纤维蛋白原变成纤维蛋白围绕在细菌的表面,保护细菌不被吞噬细胞吞噬。A 群链球菌产生的透明质酸酶,能水解细胞间质透明质酸,而利于细菌在组织中扩散。

2. 毒素 细菌毒素按其来源、性质和作用不同,分为外毒素和内毒素两类。

(1) 外毒素:是某些细菌在代谢过程中产生并分泌到菌体外的毒性物质,主要由革兰阳性产生,如破伤风梭菌、肉毒梭菌、金黄色葡萄球菌等。某些革兰阴性菌也可产生外毒素,如痢疾志贺菌、霍乱弧菌、铜绿假单胞菌等。

外毒素的化学成分大多是蛋白质,性质不稳定,易被热、酸及蛋白酶破坏。如破伤风外毒素加热 60℃ 经 20min 即破坏。外毒素免疫原性强,可刺激机体产生抗毒素抗体。外毒素经 0.3%~0.4% 甲醛处理后脱去毒性仍保留免疫原性,可制成无毒的外毒素生物制品称类毒素。类毒素和抗毒素在防治外毒素引起的疾病中有着重要作用。前者用于预防接种,后者用于治疗 and 紧急预防。

外毒素的毒性很强,极少量即可使易感动物死亡。如 1mg 纯化的肉毒梭菌外毒素能杀死 2 亿只小白鼠。不同细菌产生的外毒素对机体的组织器官具有选择性的毒性作用,引起特殊的临床症状,如破伤风痉挛毒素作用于脊髓前角运动神经细胞,引起骨骼肌强直性收缩。

根据外毒素对靶细胞的亲和性及作用机制不同,可将其分为细胞毒素、神经毒素和肠毒素三大类。



(2)内毒素:是革兰阴性菌细胞壁中的脂多糖成分。只有当细菌死亡裂解或用人工方法破坏菌体后才能释放出来。

内毒素的化学成分为脂多糖。耐热,需 160℃ 加热 2~4h 才能破坏。内毒素免疫原性弱,不能用甲醛脱毒制成类毒素。

内毒素对机体组织器官的选择性不强,引起的病理变化和临床表现基本相似,可引起发热反应、白细胞反应、内毒素血症与休克、弥散性血管内凝血(DIC)。

外毒素与内毒素的主要区别见表 2-5。

(二)细菌的侵入数量

病原菌入侵机体后,能否引起疾病,除了病原菌具有一定的毒力外,还与入侵机体的细菌数量有关。菌量又与病原菌毒力强弱和机体免疫力高低有关。一般是细菌毒力愈强,所需的菌量愈少;反之则需菌量愈大。如几个毒力强的鼠疫耶尔森菌进入无特异性免疫的机体中,就可引起鼠疫;而毒力弱的沙门菌,则需摄入数亿个才能引起宿主急性胃肠炎。

表 2-5 外毒素与内毒素的主要区别

特性	外毒素	内毒素
来源	革兰阳性菌及部分革兰阴性菌	革兰阴性菌
存在部位	由活菌分泌,少数菌体崩解后释出	细胞壁成分,菌裂解后释出
化学成分	蛋白质	脂多糖
稳定性	不耐热,60~80℃ 30min 被破坏	耐热,160℃ 2~4h 破坏
免疫原性	强,刺激机体产生抗毒素;甲醛处理后脱毒形成类毒素	弱,甲醛处理不能形成类毒素
毒性作用	毒性强,对组织器官有选择性毒害作用,引起特殊临床症状	较弱,各种菌的毒性反应大致相似引起发热、白细胞变化、微循环障碍、休克、DIC

(三)侵入门户

病原菌除具有一定的毒力和足够数量外,还需经适当的门户侵入机体才能引起疾病。不同细菌侵入机体的门户不同。一般一种致病菌只有一种侵入门户,如破伤风梭菌及其芽孢,必须侵入缺氧的深部创口才能致病,而志贺菌则需经口侵入肠道才能引起痢疾。有些病原菌可有多种侵入门户,如结核分枝杆菌可经呼吸道、消化道、皮肤创伤等多个门户侵入引起感染。

二、感染的发生与发展

(一)感染的概念

在一定条件下,病原菌突破机体防御功能,侵入机体,与机体相互作用而引起不同程度



的病理过程称为感染。

(二) 感染的来源和传播方式

1. 感染的来源 按其来源可分为外源性感染和内源性感染两种。

(1) 外源性感染: 感染来源于宿主体外的称外源性感染。外源性感染源主要有患者、带菌者、患病或带菌动物等。

(2) 内源性感染: 感染来自病人自身体内或体表的感染, 称为内源性感染。引起该类感染的病原菌多为人体正常菌群转变为条件致病菌。

2. 传播方式 根据病原菌侵入门户的不同, 细菌的传播方式主要有:

(1) 呼吸道感染: 肺结核、白喉、百日咳等呼吸道传染病, 由病人或带菌者通过如咳嗽、喷嚏或大声说话等, 将含有病原菌的飞沫或呼吸道分泌物散布到空气中, 被易感者吸入而感染。

(2) 消化道感染: 伤寒、痢疾、霍乱等消化道传染病, 大多数是因为经消化道摄入被病人或带菌者排泄物污染的食物、饮水而感染。

(3) 皮肤黏膜创伤感染: 引起皮肤化脓性感染的病原菌如金黄色葡萄球菌以及引起破伤风等特殊感染的厌氧菌, 通常经皮肤黏膜的创伤侵入机体引起感染。

(4) 接触感染: 淋病、梅毒、布鲁菌病等可通过人与人、或人与带菌动物的密切接触引起感染。其方式可为直接感染, 或通过用具等间接感染。

(5) 节肢动物媒介感染: 有些传染病可通过吸血昆虫叮咬传播, 如鼠蚤叮人吸血可传播鼠疫。

(三) 感染的类型

感染的发生、发展和结局取决于机体和病原菌相互作用的结果。根据两者力量对比, 感染可出现隐性感染、显性感染和带菌状态三种类型。

1. 隐性感染 当机体的免疫力较强或侵入的病原菌数量少、毒力弱时, 感染后对机体的损害较轻, 不出现明显的临床症状时, 称为隐性感染或称亚临床感染。隐性感染后机体可获得特异性免疫, 能抵御同种细菌的再感染。

2. 显性感染 当机体的免疫力较弱或侵入的病原菌数量较多、毒力较强时, 感染后对机体组织细胞产生不同程度的病理损害或生理功能的改变, 出现明显的临床症状和体征, 称为显性感染。显性感染如果是由体外的传染性病原菌引起, 且有可能再传染他人, 则称为传染病。显性感染根据病情缓急可分为急性感染(如流脑)和慢性感染(如结核); 根据感染部位不同又可分为局部感染(如疔痈)和全身感染。

全身感染指感染发生后, 病原菌及其毒素向全身扩散所引起的全身症状。临床上常见的类型有: ①菌血症: 病原菌在局部组织生长繁殖, 一时性或间断性侵入血流, 但不在血中繁殖, 称为菌血症。如伤寒早期的菌血症; ②毒血症: 病原菌在入侵的局部组织生长繁殖, 细菌

