



全国高等职业教育畜牧业类“十三五”规划教材

# 动物病原体 检验

(第2版)

ANIMAL PATHOGEN  
DETECTION

曹军平 张步彩 主编



中国林业出版社  
China Forestry Publishing House

任务二 细菌的药物敏感性试验(圆纸片扩散法) .....	174
模块三 微生物的遗传与变异 .....	175
任务一 常见微生物的变异现象 .....	175
任务二 微生物变异现象在兽医实践中的应用 .....	176
模块四 微生物的亚致死性损伤及其恢复 .....	177
复习思考题 .....	178
<b>项目五 微生物的致病作用及传染</b> .....	179
模块一 微生物的致病性 .....	180
模块二 传染的发生 .....	188
复习思考题 .....	190
<b>项目六 免疫基础和检测技术</b> .....	191
模块一 免疫基础知识 .....	192
任务一 非特异性免疫 .....	193
任务二 特异性免疫 .....	198
任务三 变态反应 .....	212
模块二 体液免疫检测技术(血清学试验) .....	215
任务一 血清学试验概述 .....	215
任务二 凝集试验 .....	217
任务三 沉淀试验 .....	219
任务四 补体结合试验 .....	221
任务五 中和试验 .....	222
任务六 免疫标记技术 .....	224
模块三 细胞免疫检测技术 .....	231
任务一 E玫瑰花环试验 .....	231
任务二 T淋巴细胞转化试验 .....	233
模块四 抗感染免疫 .....	235
任务一 抗细菌及真菌感染免疫 .....	235
任务二 抗病毒感染免疫 .....	238
任务三 抗寄生虫感染免疫 .....	241
复习思考题 .....	243
<b>项目七 微生物和免疫学应用</b> .....	245
模块一 兽用生物制品的制备及检验 .....	246
任务一 兽用生物制品的概念、分类、命名和使用注意事项 .....	246
任务二 生物制品制备及检验的一般程序 .....	252

任务三 猪水肿病灭活苗的制备 .....	259
任务四 鸭病毒性肝炎卵黄抗体的制备 .....	260
任务五 抗猪瘟血清的制备 .....	261
模块二 免疫诊断及免疫防治 .....	262
模块三 微生物与饲料、畜产品及微生物制剂 .....	265
任务一 微生物与饲料 .....	265
任务二 微生物与畜产品 .....	272
任务三 微生态制剂 .....	283
复习思考题 .....	284
<b>项目八 寄生虫的基本知识及检验 .....</b>	<b>285</b>
模块一 蠕虫 .....	286
任务一 吸虫 .....	286
任务二 绦虫 .....	290
任务三 线虫 .....	293
模块二 棘头虫 .....	296
任务一 猪巨吻棘头虫形态结构和发育史 .....	296
模块三 蠕虫实验室检测 .....	298
任务一 粪便中蠕虫虫卵和虫体检查 .....	298
模块四 囊尾蚴与旋毛虫的检验 .....	304
任务一 囊尾蚴的检验 .....	304
任务二 旋毛虫的实验室检测 .....	306
模块五 原虫的检测 .....	308
任务一 住肉孢子虫的检测 .....	308
任务二 弓形虫的检测 .....	310
任务三 球虫的检测 .....	311
模块六 蜱螨的检测 .....	312
任务一 螨虫的实验室检测 .....	312
任务二 蜱的检测 .....	314
模块七 昆虫 .....	316
任务一 禽羽虱和猪血虱 .....	316
任务二 牛皮蝇蛆病 .....	318
复习思考题 .....	320
<b>项目九 宠物常见疾病的病原体检验 .....</b>	<b>327</b>
模块一 宠物常见病原细菌和其他微生物 .....	328
任务一 犬、猫大肠杆菌 .....	328

任务二 犬、猫沙门菌 .....	329
任务三 犬、猫钩端螺旋体 .....	331
模块二 宠物常见病毒 .....	332
任务一 狂犬病病毒 .....	332
任务二 犬瘟热病毒 .....	334
任务三 犬细小病毒 .....	335
任务四 猫传染性腹膜炎病毒 .....	337
任务五 猫白血病病毒 .....	338
模块三 宠物常见寄生虫 .....	339
任务一 犬、猫蛔虫 .....	339
任务二 犬恶丝虫 .....	341
任务三 犬、猫弓形虫 .....	343
任务四 犬、猫疥螨 .....	345
复习思考题 .....	346
参考文献 .....	348

发生肿瘤。

(3)环境因素 气候、温度、湿度等环境因素的剧烈变化对机体免疫力有一定的影响,例如,寒冷能使呼吸道黏膜的抵抗力下降;营养极度不良,往往使机体的抵抗力及吞噬细胞的能力下降。因此,加强管理和改善营养状况,可以提高机体的非特异性免疫力。另外,剧痛、创伤、烧伤、缺氧、饥饿、疲劳等应激状态也能引起机体机能和代谢的改变,从而降低机体的免疫功能。

## 任务二 特异性免疫

### 一、免疫系统

免疫系统是机体执行免疫应答及免疫功能的一个重要系统。免疫系统由免疫器官和组织、免疫细胞(如造血干细胞、淋巴细胞、抗原提呈细胞、粒细胞、肥大细胞、红细胞等)及免疫分子(如免疫球蛋白、补体、各种细胞因子和膜分子等)组成。

#### (一)免疫器官

免疫器官是淋巴细胞和其他免疫细胞发生、分化成熟、定居和增殖以及产生免疫应答的场所。根据发生和作用的不同,免疫器官分为中枢免疫器官和外周免疫器官两大类(图6-2)。

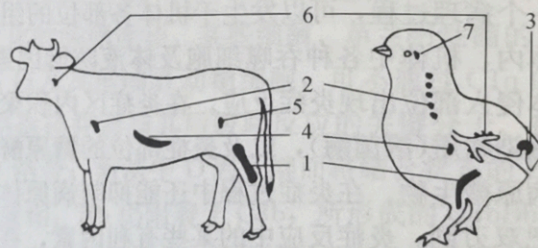


图6-2 畜禽免疫器官示意

1. 骨髓; 2. 胸腺; 3. 法氏囊; 4. 脾脏; 5. 淋巴结; 6. 扁桃体; 7. 哈德尔氏腺

#### 1. 中枢免疫器官

中枢免疫器官又称初级免疫器官或一级免疫器官,是免疫细胞发生、分化和成熟的场所。包括骨髓、胸腺和法氏囊。

(1)骨髓 骨髓是机体重要的造血器官和免疫器官。骨髓中的多能干细胞首先分化成髓样干细胞和淋巴样干细胞。一部分淋巴样干细胞分化为T细胞的前体细胞,随血流进入胸腺后,被诱导并分化为成熟的T细胞,又称胸腺依赖性淋巴细胞,参与细胞免疫;另一部分淋巴样干细胞分化为B细胞的前体细胞。在鸟类,这些前体细胞随血流进入法氏囊发育为成熟的B细胞,又称囊依赖性淋巴细胞,参与体液免疫。在哺乳动物,这些前体细胞则在骨髓内进一步分化发育为成熟的B细胞。

(2)胸腺 哺乳动物的胸腺位于胸腔前纵隔内,鸟类的胸腺位于两侧颈沟中。胸腺是胚胎期发生最早的淋巴组织,出生后逐渐长大,青春期后开始逐渐缩小,以后缓慢退化,

逐渐被脂肪组织代替，但仍残留一定的功能。胸腺是 T 细胞分化、成熟的场所。另外，胸腺能产生胸腺激素，可诱导 T 细胞分化、增殖、成熟为 T 细胞(图 6-3)。

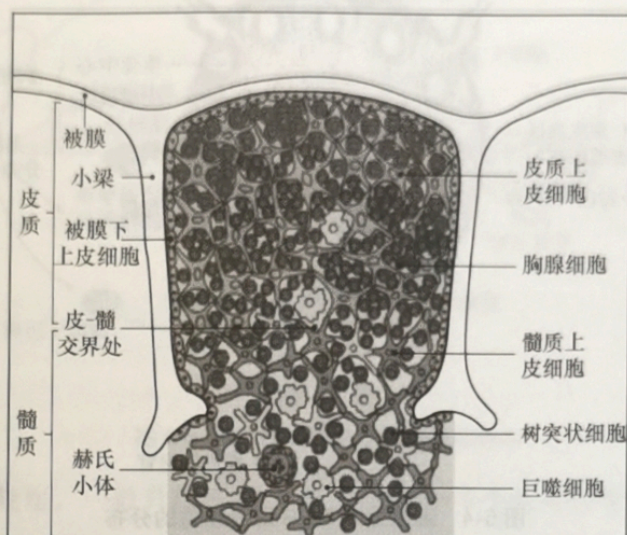


图 6-3 胸腺的组织结构

(3)法氏囊 法氏囊位于禽类泄殖腔上方，故又称腔上囊，是禽类特有的淋巴器官。雏鸡 1 日龄时，法氏囊重 50~80 mg，3~4 月龄时达 3~4 g，性成熟后逐渐退化萎缩。鸭、鹅的法氏囊退化较慢，7 月龄开始逐渐退化，大约 12 个月后完全消失。法氏囊是诱导 B 细胞分化成熟的场所，还兼有外周免疫器官的功能(禽的擦肛免疫基于此原理)。雏鸡法氏囊被切除或破坏，B 细胞成熟受到影响，接种抗原不能产生抗体。

## 2. 外周免疫器官

外周免疫器官又称次级免疫器官或二级免疫器官，是免疫活性细胞(如 T、B 细胞等)分布、增殖及进行免疫应答的场所。包括淋巴结、脾脏、禽哈德氏腺、黏膜免疫系统。

(1)淋巴结 淋巴结分布于全身各部位淋巴管的径路上，定居着大量巨噬细胞、T 细胞和 B 细胞，其中 T 细胞占 75%，B 细胞占 25%。淋巴结起过滤捕捉淋巴液中的抗原，并在其中进行免疫应答的作用。鸡无淋巴结，但淋巴组织广泛分布于体内。鹅、鸭等水禽类主要有两对淋巴结，即颈胸淋巴结和腰淋巴结(图 6-4)。

(2)脾脏 脾脏是动物体内造血、贮血、滤血和淋巴细胞分布及进行免疫应答的器官，脾脏中 T 细胞占 35%~50%，B 细胞占 50%~65%。血流中的部分抗原在脾脏中被巨噬细胞吞噬，加工并传递给 B 细胞，刺激 B 细胞分化增殖成浆细胞，产生抗体。

(3)哈德尔氏腺 又称瞬膜腺，位于眼窝中腹部，眼球后中央。它能分泌泪液润滑瞬膜，对眼睛具有机械保护作用。分布 T 细胞和 B 细胞，能接受抗原刺激，分泌特异性抗体，通过泪液带入上呼吸道黏膜，是口腔、上呼吸道的抗体来源之一，在上呼吸道免疫上起着非常重要的作用。故鸡新城疫弱毒疫苗等可通过滴眼接种免疫。哈德尔氏腺不仅可在局部形成坚实的屏障，而且能激发全身免疫系统，协调体液免疫。在雏鸡免疫时，它对疫苗发生应答反应，不受母源抗体的干扰，对免疫效果的提高起着非常重要的作用。

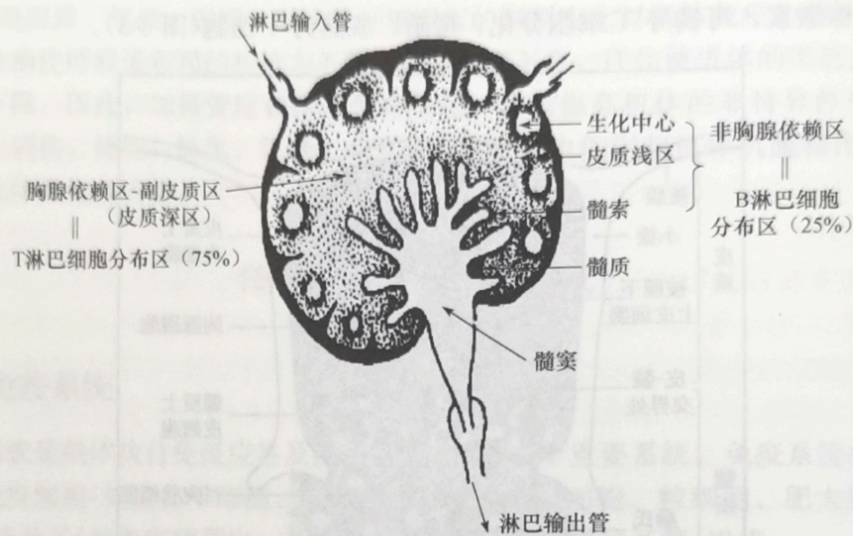


图 6-4 淋巴结中 T、B 淋巴细胞的分布

(4) 黏膜免疫系统 黏膜免疫系统包括肠黏膜、气管黏膜、肠系膜淋巴结、阑尾、腮腺、泪腺和乳腺管黏膜等的淋巴组织，共同组成一个黏膜免疫应答网络，故称为黏膜免疫系统。据研究，这一系统中分布的淋巴细胞总量比脾脏和淋巴结中分布的还要多，疫苗抗原到达黏膜淋巴组织，引起免疫应答，大量产生分泌性 IgA 抗体，分泌在黏膜表面，形成第一道特异性免疫保护防线，尤其对经呼吸道、消化道感染的病原微生物，黏膜免疫作用至关重要。

## (二) 免疫细胞

凡参与免疫应答的细胞或与免疫应答有关的细胞通称为免疫细胞。根据其功能差异，可划分为免疫活性细胞、免疫辅佐细胞和其他免疫细胞。免疫活性细胞是免疫细胞中接受抗原刺激后能分化增殖，产生特异性免疫应答的细胞，主要是 T 细胞和 B 细胞，还有自然杀伤细胞、杀伤细胞等，在免疫应答中起核心作用。免疫辅佐细胞是在免疫应答过程中起重要辅佐作用的细胞，如单核吞噬细胞系统、树突状细胞，能捕获和处理抗原并能将抗原递呈给免疫活性细胞。其他免疫细胞是以其他方式参与免疫应答以及与免疫应答有关的细胞，如各种粒细胞和肥大细胞等。

### 1. T 细胞与 B 细胞

T 细胞和 B 细胞在光学显微镜下均为小淋巴细胞，从形态上难以区别。但它们表面存在着大量不同种类的蛋白质分子，这些表面分子又称为表面标志。T 细胞和 B 细胞的表面标志包括表面受体和表面抗原。

#### (1) T 细胞

① 来源与分布：前 T 细胞进入胸腺后，在胸腺激素的诱导下，发育成 T 细胞。成熟的 T 细胞经血流分布到外周免疫器官，并经血液→组织→淋巴→血液再循环分布于全身(图 6-5)。T 细胞接受抗原刺激后活化、增殖和分化为效应 T 细胞，主导细胞免疫。效应

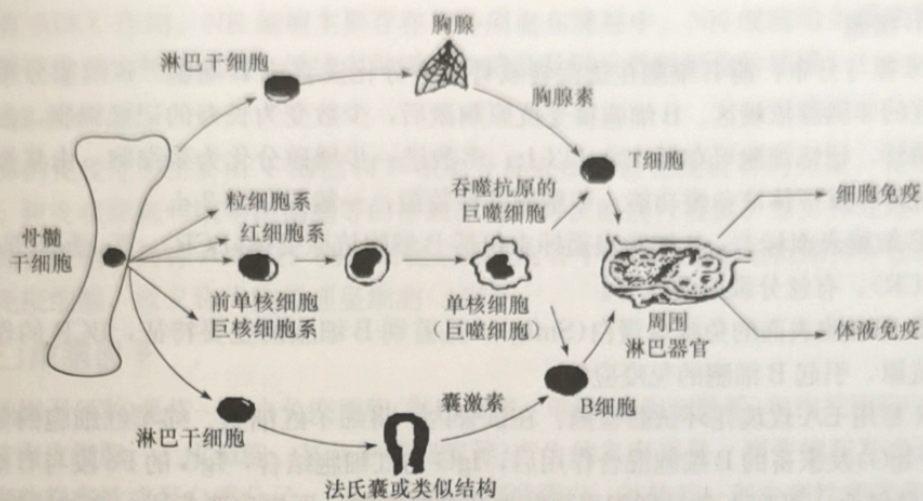


图 6-5 T、B 淋巴细胞的来源与分布

T 细胞大多数寿命较短，一般只存活 4~6 d，少部分转变为长寿的免疫记忆细胞，它们可存活数月或数年。

② T 细胞的表面标志：T 细胞的表面标志包括表面受体和表面抗原。

T 细胞的表面受体包括 T 细胞抗原受体(TCR)、有丝分裂原受体、白细胞介素受体等。TCR 是指 T 细胞表面具有识别和结合特异性抗原的分子结构。

T 细胞表面抗原又称 T 细胞分化抗原(CD)，如 CD2、CD3、CD4、CD8 等。CD2 即红细胞(erythrocyte, E)受体，主要分布于猪、牛、羊、马、骡等家畜成熟的 T 细胞表面，这些动物的 T 细胞在体外通过 E 受体能与绵羊红细胞结合形成玫瑰花环(E 花环)(图 6-6)。B 细胞没有 E 受体，因此，可用 E 花环试验区分 T 细胞和 B 细胞。

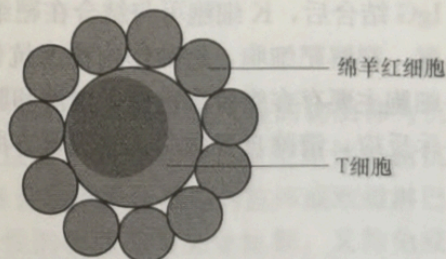


图 6-6 玫瑰花环实验

③ T 细胞的亚群及其功能：目前对 T 细胞亚群的划分是根据其 CD 抗原的不同而分为 CD4 和 CD8 两大亚群，然后再根据其在免疫应答中的功能不同进一步划分为不同的亚群。

CD4<sup>+</sup>T 细胞是指具有 CD2<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup>、CD8<sup>-</sup>的 T 细胞，按功能分至少包括 3 个亚群：辅助性 T 细胞(T<sub>h</sub>)是体内免疫应答所不可缺少的亚群，其主要功能为协助其他细胞发挥免疫功能；诱导性 T 细胞(T<sub>1</sub>)能诱导 T<sub>h</sub> 和 T<sub>s</sub> 细胞的成熟；迟发型超敏反应性 T 细胞(T<sub>d</sub>)在免疫应答的效应阶段和 IV 型超敏反应中能释放多种淋巴因子导致炎症反应，发挥清除抗原的功能。

CD8<sup>+</sup>T 细胞是指具有 CD2<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>-</sup>、CD8<sup>+</sup>的 T 细胞，根据功能可分为 2 个亚群：抑制性 T 细胞(suppressor T cell, T<sub>s</sub>)能抑制 B 细胞产生抗体和其他 T 细胞分化增殖，从而调节体液免疫和细胞免疫；细胞毒性或杀伤性 T 细胞(CTL 或 T<sub>k</sub>)在免疫效应阶段识别并结合带抗原的靶细胞(如被病毒感染的细胞和癌细胞等)，释放穿孔素和通过其他机理使靶细胞溶解。

## (2) B 细胞

① 来源与分布：前 B 细胞在法氏囊或骨髓中分化发育成 B 细胞。B 细胞分布于外周淋巴器官的非胸腺依赖区。B 细胞接受抗原刺激后，少数变为长寿的记忆细胞，参与淋巴细胞再循环，记忆细胞可存活 100 d 以上；多数进一步增殖分化为浆细胞，由浆细胞产生特异性抗体，发挥体液免疫功能。浆细胞寿命较短，一般只存活 2 d。

② B 细胞表面标志：B 细胞表面标志包括 B 细胞抗原受体(BCR)、Fc 受体(FcR)、补体受体(CR)、有丝分裂原受体等。

BCR 即细胞表面的免疫球蛋白(SmIg)，是鉴别 B 细胞的主要特征，BCR 的作用是识别结合抗原，引起 B 细胞的免疫应答。

FcR 常用 EA 玫瑰花环试验检测：在试管内，将绵羊红细胞、绵羊红细胞的免疫血清(含大量 IgG)及家畜的 B 细胞混合作用后，IgG 与红细胞结合，IgG 的 Fc 段与 B 细胞膜上的 Fc 受体结合，可在 1 个 B 细胞表面粘上几个红细胞，形成玫瑰花环。这种试验称为 EA 玫瑰花环试验，该试验可用于检测 B 细胞。

CR 常用 EAC 花环试验检测：将红细胞(E)、抗红细胞(A)和补体受体(CR)的复合物与淋巴细胞混合后，可见 B 细胞周围有红细胞形成的花环。该试验也可检测 B 细胞。

## 2. K 细胞与 NK 细胞

(1) 杀伤细胞 简称 K 细胞，其表面具有 IgG 的 Fc 受体。当靶细胞(病毒感染的宿主细胞、恶性肿瘤细胞、移植物中的异体细胞以及某些较大的病原体如寄生虫等)与相应的 IgG 结合后，K 细胞可与结合在靶细胞上的 IgG 的 Fc 结合，从而使自身活化，释放细胞毒，裂解靶细胞，这种作用称为抗体依赖性细胞介导的细胞毒作用(ADCC)(图 6-7)。K 细胞主要存在腹腔渗出液、血液和脾脏中。K 细胞在抗肿瘤免疫、抗感染免疫和移植物排斥反应，清除自身的凋亡细胞等方面有一定的意义。

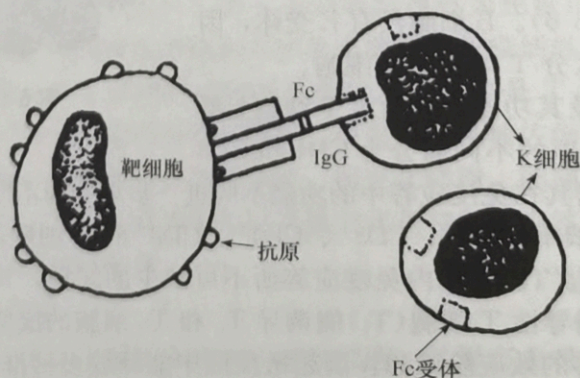


图 6-7 抗体依赖性细胞介导的细胞毒作用

(2) 自然杀伤细胞 简称 NK 细胞，是一群既不依赖抗体参与，也不需要抗原刺激和致敏就能杀伤靶细胞的淋巴细胞。NK 细胞表面存在着识别靶细胞表面分子的受体结构，通过此受体与靶细胞结合而发挥杀伤作用。NK 细胞表面也有 IgG 的 Fc 受体，即 NK 细

胞也具有 ADCC 作用。NK 细胞主要存在于外周血和脾脏中。NK 细胞的主要生物学功能为非特异性地杀伤肿瘤细胞、抵抗多种微生物感染及排斥骨髓细胞的移植。

### 3. 辅佐细胞

机体的免疫应答主要由 T 细胞和 B 细胞介导完成；但免疫应答的完成，还需单核吞噬细胞、树突状细胞和朗罕氏细胞等的协助参与，对抗原进行捕捉、加工和处理，这些细胞称为辅佐细胞，简称 A 细胞。辅佐细胞是免疫应答中将抗原递呈给抗原特异性淋巴细胞的一类免疫细胞，故又称为抗原递呈细胞(APC)。

### (三) 细胞因子

细胞因子(CK)是指一类由免疫细胞(淋巴细胞、单核-巨噬细胞等)和相关细胞(成纤维细胞、血管内皮细胞、上皮细胞、某些肿瘤细胞等)产生的具有诱导、调节细胞发育及功能的高活性多功能多肽或蛋白质分子。CK 不包括免疫球蛋白、补体和一般生理性细胞产物。

细胞因子可分为白细胞介素、干扰素、肿瘤坏死因子、集落刺激因子、生长因子和趋化性细胞因子等 6 类。这几类细胞因子具有多种共同特性：为糖蛋白；产生细胞与作用细胞多样性；生物学功能的多样性；生物学活力的高效性；合成分泌快；生物学作用的双重性。20 世纪 80 年代以来，应用分子生物学技术研究发现的细胞因子越来越多，对其结构与功能，在机体免疫中的作用及其临床应用的研究正迅速发展。

## 二、抗原与抗体

### (一) 抗原

凡是能刺激机体产生抗体和致敏淋巴细胞并能与之结合引起特异性反应的物质称为抗原(Ag)。抗原具有抗原性，抗原性包括免疫原性与反应原性两个方面。免疫原性是指抗原刺激机体产生抗体和致敏淋巴细胞的特性。反应原性是指抗原与相应的抗体或致敏淋巴细胞发生反应的特性。既具有免疫原性又具有反应原性的物质称为完全抗原，又称免疫原，如微生物和异种蛋白。只具有反应原性而缺乏免疫原性的物质称为不完全抗原，又称半抗原，如多糖和某些药物。

#### 1. 构成抗原的基本条件

(1) 异源性 又称异物性。在正常情况下，动物机体能识别自身与非自身物质，只有非自身物质进入机体内才具有免疫原性。异源性包括以下几个方面：

① 异种抗原：异种动物之间的组织、细胞及蛋白质均是良好的抗原。通常动物之间的亲缘关系相距越远，生物种系差异越大，免疫原性越好，此类抗原称为异种抗原。

② 同种异体抗原：同种动物不同个体之间某些组织成分的化学结构也有差异，因此也具有一定的抗原性，如血型抗原、组织移植抗原，此类抗原称为同种异体抗原。

③ 自身抗原：动物自身组织细胞通常情况下不具有免疫原性，但在下列情况下可显示抗原性成为自身抗原：组织蛋白的结构发生改变，如机体组织遭受烧伤、感染及电离辐射等作用，使原有的结构发生改变而具有抗原性；机体的免疫识别功能紊乱，将自身组织视为异物，可导致自身免疫病；某些组织成分，如眼球晶状体蛋白、精子蛋白、甲状腺球

蛋白等因外伤或感染而进入血液循环系统,机体视之为异物引起免疫反应。

(2)大分子物质 抗原物质的免疫原性与其分子大小有直接关系。在一定条件下,分子量越大,免疫原性越强。分子量在1000以下的物质为半抗原,没有免疫原性,但与大分子蛋白质载体结合后可获得免疫原性。因此,蛋白质分子、复杂的多糖是常见的良好抗原,例如,细菌、病毒、外毒素、异种动物的血清都是抗原性很强的物质。

(3)分子结构与立体构象的复杂性 相同大小的分子若化学组成、分子结构和空间构象不同,其免疫原性也有一定的差异。一般而言,分子结构和空间构象越复杂的物质免疫原性越强,如含芳香族氨基酸的蛋白质比含非芳香族氨基酸的蛋白质免疫原性强。同一分子不同的光学异构体之间免疫原性也有差异。

(4)物理状态 免疫原性的强弱也与抗原物质的物理性状有关。如球形蛋白质分子的免疫原性较纤维形蛋白质分子强;聚合状态的蛋白质较单体状态的蛋白质免疫原性强;颗粒性抗原比可溶性抗原的免疫原性强。

## 2. 抗原决定簇

抗原的活性和特异性取决于抗原分子表面的特殊立体构型和具有免疫活性的化学基团,这小部分抗原区域称抗原决定簇。抗原决定簇由5~7个氨基酸残基、单糖残基、核苷酸残基组成。不同抗原物质之间、不同种属的微生物间、微生物与其他抗原物质间,难免有相同或相似的抗原组成或结构,也可能存在共同的抗原决定簇,这种现象称为抗原的交叉性或类属性。

## 3. 抗原的分类

### (1)根据抗原加入和递呈的关系分类

① 外源性抗原:被单核-巨噬细胞等自细胞外吞噬、捕获或与B细胞特异性结合,而后进入细胞内的抗原,均称为外源性抗原,包括所有自体外进入的微生物、疫苗、异种蛋白等,以及自身合成而释放于细胞外的非自身物质,如肿瘤相关抗原、口蹄疫病毒的VIA抗原等。

② 内源性抗原:自身细胞内合成的抗原,如胞内菌和病毒感染细胞所合成的细菌抗原、病毒抗原,肿瘤细胞合成的肿瘤抗原,称为内源性抗原。

(2)根据对胸腺(T细胞)的依赖性分类 在免疫应答过程中,依据是否有T细胞参加,将抗原分为胸腺依赖性抗原和非胸腺依赖性抗原。胸腺依赖性抗原如异种组织与细胞、异种蛋白、微生物及人工复合抗原等。非胸腺依赖性抗原如大肠杆菌脂多糖(LPS)、肺炎链球菌荚膜多糖(SSS)、聚合鞭毛素(POL)和聚乙烯吡咯烷酮(PVP)等。

### (3)根据抗原来源分类

① 异种抗原:来自与免疫动物不同种属的抗原性物质称为异种抗原。如各种微生物及其代谢产物对畜禽来说都是异种抗原,猪的血清对兔来说是异种抗原。

② 同种异型抗原:与免疫动物同种而基因型不同的个体的抗原性物质称为同种异型抗原,如血型抗原、同种移植物抗原。

③ 自身抗原:能引起自身免疫应答的自身组织成分称为自身抗原。如动物的自身组织细胞、蛋白质在特定条件下形成的抗原,对自身免疫系统具有抗原性。

④ 异嗜性抗原:与种属特异性无关,存在于人、动物、植物及微生物之间的共同抗

原称为异嗜性抗原，它们之间有广泛的交叉反应性。

#### 4. 主要的微生物抗原

(1) 细菌抗原 细菌的每种结构都由若干抗原组成，因此细菌是多种抗原成分的复合体。根据细菌的结构，抗原组成可分为菌体抗原、鞭毛抗原、荚膜抗原和菌毛抗原等。菌体抗原又称 O 抗原，是革兰阴性菌细胞壁脂多糖(LPS)的多糖侧链；鞭毛抗原又称 H 抗原，可刺激机体产生 IgG 和 IgM，用其制备抗鞭毛因子血清，可用于沙门菌和大肠杆菌的免疫诊断；荚膜抗原又称 K 抗原，是细菌主要的表面抗原；菌毛抗原又称 F 抗原，是某些革兰阴性菌表面的菌毛抗原，如大肠杆菌的 F4(K88)、F5(K99) 抗原。

(2) 病毒抗原 病毒一般有 V 抗原、VC 抗原、S 抗原(可溶性抗原)和 NP 抗原(核蛋白抗原)。V 抗原又称为囊膜抗原，有囊膜的病毒均具有 V 抗原，其抗原特异性主要是囊膜上的纤突所决定的。如流感病毒囊膜上的血凝素和神经氨酸酶都是 V 抗原。V 抗原具有型和亚型的特异性。VC 抗原又称衣壳抗原。无囊膜的病毒，其抗原特异性取决于病毒颗粒表面的衣壳结构蛋白，如口蹄疫病毒的结构蛋白 VP1、VP2、VP3 和 VP4 即为此类抗原。

(3) 毒素抗原 细菌外毒素具有很强的抗原性，能刺激机体产生抗体(即抗毒素)。外毒素经甲醛或其他方法处理后，毒力减弱或完全丧失，但仍保持其免疫原性，称类毒素。

(4) 保护性抗原 微生物具有多种抗原成分，但其中只有 1~2 种抗原成分刺激机体产生的抗体具有免疫保护作用，因此将这些抗原称为保护性抗原，或功能抗原，如口蹄疫病毒的 VP1、鸡传染性法氏囊病病毒的 VP2、肠致病性大肠杆菌的菌毛抗原 K88、K99 等和肠毒素抗原 ST、LT 等。

## (二) 抗体

### 1. 免疫球蛋白与抗体的概念

免疫球蛋白(Ig)是指存在于人和动物血液、组织液及其他外分泌液中具有相似结构及抗体活性的球蛋白。依据化学结构和抗原性差异，免疫球蛋白可分为 IgG、IgM、IgA、IgD 和 IgE 5 类。抗体(Ab)是指动物机体受到抗原物质刺激后，由 B 淋巴细胞转化为浆细胞产生的，能与相应抗原发生特异性结合反应的免疫球蛋白。抗体的本质是免疫球蛋白，它是机体对抗原物质产生免疫应答的重要产物，具有各种免疫功能，主要存在于动物的血液、淋巴液、组织液及其他外分泌液中。

### 2. 免疫球蛋白的分子结构

(1) 免疫球蛋白的单体分子结构 所有的抗体分子都有相似的基本结构，称为单体。免疫球蛋白分子是由 2 条相同的重链和 2 条相同的轻链通过链间二硫键连接而成的对称四肽链结构。每条重链和轻链都分为氨基端(N 端)和羧基端(C 端)，排列形似“Y”分子，称为 Ig 分子的单体，是构成 Ig 分子的基本单位(图 6-8)。

组成免疫球蛋白四条对称肽链中的 2 条相同长链，称为重链(H 链)，由 420~440 个氨基酸组成。组成免疫球蛋白 4 条对称肽链中的 2 条相同短链，称为轻链(L 链)，由 213~214 个氨基酸组成，以二硫键连接于 H 链的上端外侧。

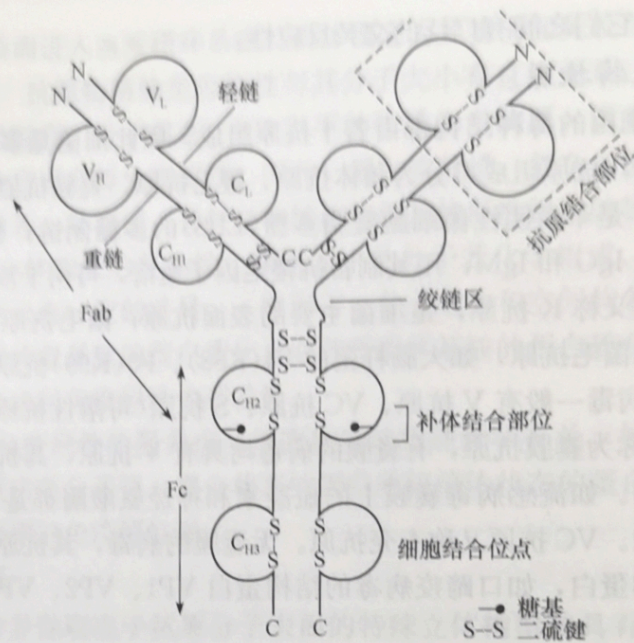


图 6-8 免疫球蛋白分子的基本结构

$V_H$ —重链可变区段;  $V_L$ —轻链可变区段;  $C_H$ —重链恒定区段  
 $C_L$ —轻链恒定区段; C—羧基末端; N—氨基末端

在 Ig 四条肽链的 N 端(上端), L 链的 1/2 和 H 链的 1/4 区, 其氨基酸种类、排列顺序和构型随抗体特异性的不同而变化较大, 称为可变区(V 区)。V 区包括轻链可变区( $V_L$  区)和重链可变区( $V_H$  区)。V 区是抗体结合抗原的部位。在 Ig 四条肽链的 C 端(下端), L 链的 1/2 和 H 链的 3/4 区, 氨基酸种类、排列顺序和构型相对稳定, 称为稳定区(C 区)。C 区包括轻链稳定区( $C_L$  区)和重链稳定区( $C_H$  区)。

Ig 两条重链之间二硫键连接处附近的重链稳定区, 有一个可转动的区域, 称为绞链区。当 Ig 与抗原结合时, 绞链区可发生转动, 一方面利于抗原和抗体之间构型的更好匹配, 另一方面使 Ig 变构、暴露出补体结合位点。

(2)免疫球蛋白的功能区 Ig 分子的多肽链因链内二硫键连接而将肽链折叠成几个球形结构, 并与相应功能有关, 故称为免疫球蛋白的功能区。每条 L 链有 2 个功能区: 可变区( $V_L$  区)和稳定区( $C_L$  区)。IgG、IgA 和 IgD 的每条 H 链有 4 个功能区: 1 个可变区( $V_H$  区)和 3 个稳定区( $C_{H1}$ 、 $C_{H2}$ 、 $C_{H3}$  区)。IgM 和 IgE 多一个恒定区  $C_{H4}$ 。功能区的作用: ① $V_L$  和  $V_H$  是抗原结合的部位; ② $C_L$  和  $C_{H1}$  上具有同种异型的遗传标记; ③ $C_{H2}$  具有补体结合位点; ④ $C_{H3}$  具有结合单核细胞、巨噬细胞、粒细胞、B 细胞、NK 细胞、Fc 段受体的功能。

(3)免疫球蛋白酶水解片段 在一定条件下, 免疫球蛋白分子肽链的某些部分易被蛋白酶水解为不同片段(图 6-9)。木瓜蛋白酶水解 IgG 的部位是在绞链区二硫键连接的 2 条重链的近 N 端, 可将 Ig 裂解为 2 个完全相同的 Fab 段和一个 Fc 段。一个 Fab 片段为单价, 可与抗原结合但不形成凝集反应或沉淀反应; Fc 段无抗原结合活性, 是 Ig 与效应分子或细胞相互作用的部位。胃蛋白酶作用于绞链区二硫键所连接的两条重链的近 C 端, 水解 Ig 后可获得 1 个  $F(ab)'_2$  片段和一些小片段  $pFc'$ 。 $F(ab)'_2$  可同时结合 2 个抗原表位,

故与抗原结合可发生凝集反应和沉淀反应。  
pFc'最终可被降解，无生物学作用。

### 3. 免疫球蛋白的抗原性

抗体(Ab)是一种动物针对某种抗原产生的效应分子。但是，由于它是免疫球蛋白，结构复杂，分子质量又大，对另一种动物来说就能构成抗原。所以说，抗体具有双重性。用一种动物的免疫球蛋白免疫异种动物，就能获得抗这种Ig的抗体，这种抗体称为抗抗体或二级抗体。抗抗体能与抗原-抗体复合物中的抗体结合，形成抗原-抗体-抗抗体复合物。免疫标记技术中的间接法就是利用标记抗抗体来进行的。

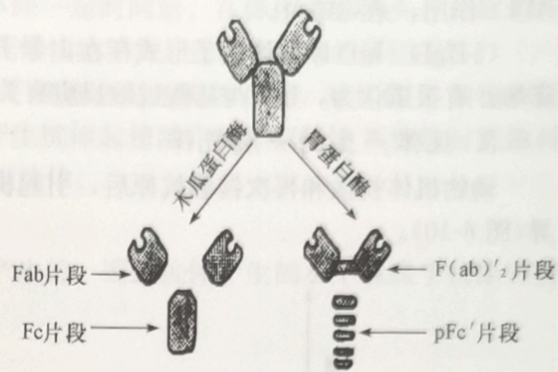


图 6-9 Ig 水解片段

### 4. 免疫球蛋白的主要特性与功能

5类免疫球蛋白(IgG、IgA、IgM、IgE、IgD)的结构、主要特性和功能均不相同。分泌型IgA为二聚体，IgM为五聚体。

(1)IgG IgG是人和动物血清中含量最高的球蛋白，约占血清免疫球蛋白总量的75%。IgG是唯一能通过胎盘的抗体，是介导体液免疫的主要抗体，以单体形式存在。在血液中产生稍迟，但含量高，维持时间长，对构成机体的免疫力有重要的作用，可发挥抗菌、抗病毒和抗毒素以及抗肿瘤等免疫学活性，能调理、凝集和沉淀抗原，同时也是血清学诊断和疫苗免疫后检测的主要抗体。IgG是引起Ⅱ型、Ⅲ型变态反应及自身免疫病的抗体。

(2)IgA IgA在正常人血清中的含量仅次于IgG，占血清免疫球蛋白含量的10%~20%。按其免疫功能又分为血清型及分泌型2种。血清型IgA存在于血清中，其含量占总IgA的85%左右。血清型IgA虽有IgG和IgM的某些功能，但在血清中并不显示重要的免疫功能。分泌型IgA存在于分泌液中，如唾液、泪液、初乳、鼻和支气管分泌液、胃肠液、尿液、汗液等。分泌型IgA是机体黏膜局部抗感染免疫的主要抗体，故又称黏膜局部抗体。IgA不能通过胎盘。新生儿血清中无IgA抗体，但可从母乳中获得分泌型IgA。新生儿出生4~6个月后，血中可出现IgA，以后逐渐升高，到青少年期达到高峰。

(3)IgM IgM以五聚体的形式存在，其分子质量是免疫球蛋白中最大的，又称为巨球蛋白，其含量仅占血清免疫球蛋白的10%左右，是机体初次体液免疫反应最早出现的抗体，但持续时间短，因此，不是抗感染免疫的主要力量。机体被感染后，体内最早出现的是IgM，后出现的是IgG，因此可通过检查IgM进行早期诊断。

IgM是高效能抗体，具有抗菌、抗病毒、中和毒素等免疫活性，由于其抗原结合位点多，因此杀菌、溶菌、促进吞噬等作用比IgG要强。IgM有免疫损伤作用，它参与Ⅱ、Ⅲ型变态反应。同时也具有抗肿瘤作用。

(4)IgE IgE又称为皮肤致敏性抗体或亲细胞抗体，在血清中含量极微，参与Ⅰ型变态反应，在抗寄生虫感染中起重要作用。IgE是由呼吸道、消化道黏膜固有层中的浆细胞产生。当发生过敏疾病或寄生虫特别是蠕虫感染时，IgE抗体活性最强，而且能介导

ADCC作用, 杀死蠕虫。

(5)IgD IgD以单体分子形式存在, 分子质量小, 在血清中含量极低, 不稳定, 易被降解。有报道认为, IgD与某些过敏反应有关。

### 5. 抗体产生的一般规律

动物机体初次和再次接触抗原后, 引起机体抗体产生的种类以及抗体的水平等都有差异(图6-10)。

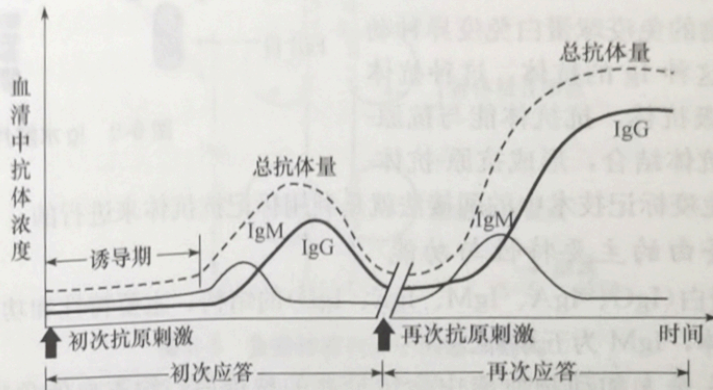


图6-10 初次应答与再次应答抗体产生规律

(1)初次应答 某种抗原首次进入机体内引起的抗体产生过程, 称为初次应答。初次应答的主要特点为:

① 抗体产生的潜伏期比较长, 细菌抗原一般经过5~7 d 血液中出现抗体, 病毒抗原为3~4 d, 而毒素则需经2~3周才出现抗体。潜伏期之后为抗体的对数上升期, 抗体含量直线上升。此后为高峰持续期, 抗体产生和排出相对平衡。最后为下降期。

② 初次应答最早出现的抗体是IgM, 几天内达到高峰, 然后下降; 接着产生IgG, IgA产生最迟, 常在IgG产生后2周至1~2个月才能在血液中检出; 产生的抗体中以IgM为主。

③ 初次应答产生的抗体总量较低, 维持时间也较短, 与抗原的亲合力较弱。其中IgM的维持时间最短, IgG可在较长时间内维持较高水平, 其含量也比IgM高。

(2)再次应答 动物机体第二次接触相同的抗原时, 体内产生的抗体过程, 称为再次应答。再次应答的特点为:

① 抗体产生的潜伏期显著缩短, 约为初次应答的一半。

② 再次应答可产生高水平的抗体。机体再次接触与第一次相同的抗原时, 起初原有抗体水平略有降低, 接着抗体水平很快上升, 比初次应答多几倍到几十倍, 且维持时间较长, 对抗原的亲合力更强。

③ 再次应答中产生抗体的顺序与初次应答相同, 但以IgG为主, 再次应答间隔时间越长, 机体越倾向于只产生IgG, 经消化道等黏膜途径进入机体的抗原可诱导产生分泌型IgA。

再次应答在抗体产生的速度、数量、质量以及维持时间等方面均优于初次应答, 因此在预防接种时, 间隔一定时间进行疫苗的再次接种, 可起到强化免疫的作用。

(3)回忆应答 抗原刺激机体产生的抗体经一定时间后,在体内逐渐消失,此时若机体再次接触相同的抗原物质,可使已消失的抗体快速回升,这称为抗体的回忆应答。

再次应答和回忆应答取决于体内记忆性 T 细胞和 B 细胞的存在,记忆性 T 细胞可很快增殖分化成  $T_H$  细胞,对 B 细胞的增殖和产生抗体起辅助作用;记忆性 B 细胞与抗原再次接触时,可被活化,增殖分化成浆细胞产生抗体。

## 6. 影响抗体产生的因素

抗体是机体免疫系统受到抗原的刺激后产生的,因此抗体产生的水平取决于抗原和机体 2 个方面的因素。

### (1) 抗原方面

① 抗原的性质:由于抗原的物理性状、化学结构和毒力的不同,对机体刺激的强度也不一样,因此机体产生抗体的速度和持续的时间也不同。给机体注射颗粒性抗原(如细菌),经过 2~5 d,血液中就出现抗体。如果给机体注射可溶性抗原,如注射破伤风类毒素,需 3 周左右的时间血液中才出现抗毒素。

② 抗原的用量:在一定的限度内,抗体的产量随抗原用量的增加而相应的增加。但抗原量过多,超过了一定的限度,抗体的形成反而受到抑制,这种现象称为免疫麻痹。呈现免疫麻痹的动物,经过一定时间,待大量抗原被分解清除后,麻痹现象可以解除。反之,如果抗原量太少,则不能刺激机体产生抗体。因此,在进行免疫接种时,必须严格按照规定使用,严禁随意加大或减少疫苗的量。

③ 免疫途径:由于抗原免疫途径的不同,抗原在体内停留的时间和接触的组织也不同,因而产生的结果也不同。在实践中,免疫途径的选择应以能刺激机体产生良好的免疫反应为原则,一般按疫苗说明书推荐的免疫途径进行免疫接种。

④ 免疫的次数和间隔时间:一般菌苗需间隔 7~10 d,注射 2~3 次,类毒素 2 次注射间隔 6 周。

⑤ 佐剂:与抗原配合使用,有利于增强抗体的产生,以及延长抗体的持续期。

### (2) 机体方面

① 遗传因素:除先天性免疫功能低下的个体外,大多数机体只要营养丰富,都能产生足够的抗体。

② 年龄因素:初生或出生不久的动物,免疫应答能力较差,主要因为其免疫系统还未发育健全;其次也与母源抗体的影响有关。老龄动物免疫功能逐渐下降,也可影响抗体的产生。

③ 其他因素:营养不良的机体免疫系统发育不良、处于感染状态的动物免疫系统受到损害等,都可影响抗体的产生。

## 7. 抗体的人工制备

(1)多克隆抗体 通常抗原如细菌、病毒、异种血清等具有多个抗原决定簇,可刺激机体多个具有相应抗原受体的 B 细胞发生免疫应答,产生多种针对不同抗原决定簇的抗体。这些混合的由多种不同克隆 B 细胞产生的抗体称为多克隆抗体。用抗原免疫动物后获得的免疫血清均为多克隆抗体。

(2)单克隆抗体 单克隆抗体指由 1 株 B 淋巴细胞杂交瘤增生而成的单一克隆细胞产

生的高度均一(其血清型完全一致)、只针对一种抗原决定簇的抗体。与多克隆抗体相比,单克隆抗体有下列优点:与抗原分子上特定抗原决定簇反应,具有单一特异性,可以测定抗原分子上用常规抗体无法测定的微细差异;用不纯的抗原可以制备出针对特定靶抗原甚至微量存在的靶抗原的抗体,无需通过吸收来提高其特异性;分泌特异单克隆抗体的杂交瘤细胞系一旦建立,即可根据需要生产,长期无限量供应完全同质的抗体。

### 三、免疫应答

免疫应答是指动物机体的免疫系统受到抗原刺激后,免疫细胞对抗原分子识别并产生一系列的反应以清除异物的过程。

#### (一)免疫应答的场所与特点

免疫应答的主要场所是外周免疫器官及淋巴组织,其中淋巴结和脾脏是免疫应答的主要场所。参与机体免疫应答的主要细胞是T细胞和B细胞,表现为细胞免疫和体液免疫。巨噬细胞、树突状细胞、朗罕氏细胞等是免疫应答的辅佐细胞。

免疫应答具有3大特点:一是特异性,即免疫应答是针对某种特异性抗原物质而发生的;二是具有免疫记忆性,当机体再次接触到同样抗原时,能迅速大量增殖、分化成致敏淋巴细胞和浆细胞;三是具有一定的免疫期,免疫期的长短与抗原性质、免疫次数、机体的反应性有关,短则数月,长则数年,甚至终身。

#### (二)免疫应答的基本过程

免疫应答的主要过程包括抗原递呈细胞(APC)对抗原的处理、加工和递呈;T、B淋巴细胞对抗原的识别、活化、增殖、分化;最后产生免疫效应分子——抗体、细胞因子,以及免疫效应细胞——细胞毒性T细胞(CTL)和迟发型变态反应T细胞,并最终将进入机体内的抗原物质清除。免疫应答的过程可人为地分为以下3个阶段(图6-11)。

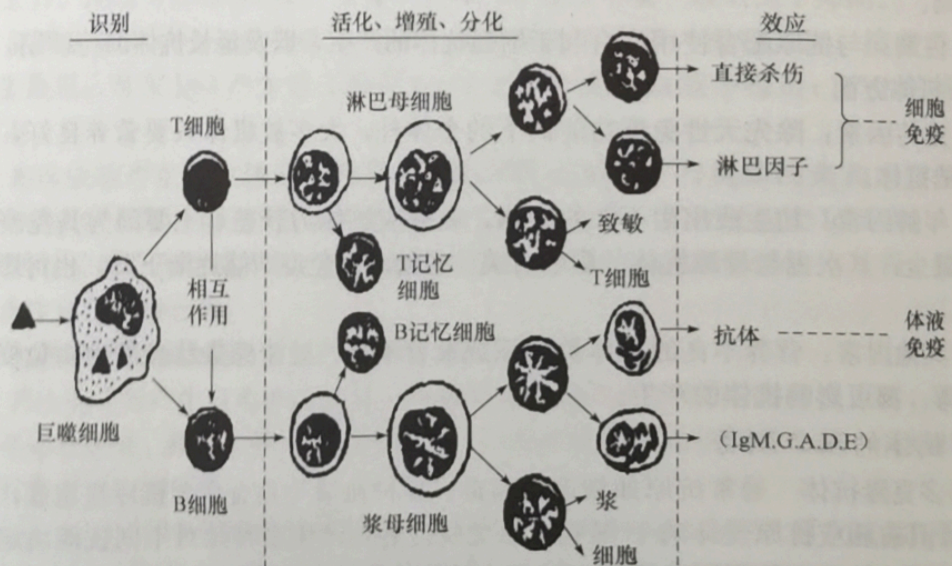


图6-11 免疫应答基本过程示意

### 1. 致敏阶段

致敏阶段是抗原通过某一途径进入机体,并被免疫细胞识别、递呈和诱导细胞活化的开始时期,又称感应阶段。一般,抗原进入机体后,首先被局部的单核-巨噬细胞或其他辅佐细胞吞噬和处理,然后以有效的方式(与MHC II类分子结合)递呈给 $T_H$ 细胞;B细胞可以利用其表面的免疫球蛋白分子直接与抗原结合,并且可将抗原递呈给 $T_H$ 细胞。T细胞与B细胞可以识别不同种类的抗原,所以不同的抗原可以选择性地诱导细胞免疫应答或抗体免疫应答,或者同时诱导两种类型的免疫应答。另一方面,一种抗原颗粒或分子片段可能含有多种抗原表位,因此可被不同克隆的细胞所识别,诱导多特异性的免疫应答。

### 2. 反应阶段

反应阶段即增殖与分化阶段。反应阶段是T细胞或B细胞受抗原刺激后活化、增殖、分化,并产生效应性淋巴细胞和效应分子的过程。T淋巴细胞增殖分化为淋巴母细胞,最终成为效应性淋巴细胞,并产生多种细胞因子;B细胞增殖分化为能够合成与分泌抗体的浆细胞。少数T、B淋巴细胞分化为长寿的记忆细胞( $T_m$ 和 $B_m$ )。记忆细胞贮存着抗原的信息,可在体内存活数月、数年或更长的时间,以后再次接触同样抗原时,便能迅速大量增殖、分化成致敏淋巴细胞或浆细胞。

### 3. 效应阶段

效应阶段是免疫效应细胞和抗体发挥作用将抗原灭活并从体内清除的时期。这时如果诱导免疫应答的抗原还没有消失,或者再次进入致敏的机体,效应细胞和抗体就会与抗原发生一系列反应。

抗体与抗原结合形成抗原复合物,将抗原灭活及清除;T效应细胞与抗原接触释放多种细胞因子,诱发免疫炎症;CTL直接杀伤靶细胞。通过以上机制,达到清除抗原的目的。

## (三)免疫应答的类型

### 1. 体液免疫

体液免疫是指由B细胞介导的免疫应答。抗原进入机体后,经过加工处理,刺激B细胞转化为浆母细胞,浆母细胞再增殖发育成浆细胞,浆细胞针对抗原的特性,合成及分泌抗体。抗体不断排出细胞外,分布于体液中,发挥特异性的体液免疫作用。因此,抗体是介导体液免疫效应的效应分子。

### 2. 细胞免疫

细胞免疫是指由T细胞介导的特异性免疫应答。T细胞在抗原的刺激下,增殖分化为效应性T淋巴细胞并产生细胞因子,直接杀伤或激活其他细胞杀伤、破坏抗原或靶细胞,从而发挥免疫效应过程。

在细胞免疫应答中最终发挥免疫效应的是效应性T淋巴细胞和细胞因子。效应性T淋巴细胞主要包括细胞毒性T细胞和迟发型变态反应性T细胞;细胞因子是细胞免疫的效应因子,对细胞性抗原的清除作用较抗体明显。

广义的细胞免疫包括巨噬细胞的吞噬作用,K细胞、NK细胞等介导的细胞毒作用和T细胞介导的特异性免疫。

## 四、特异性免疫的抗感染作用

一般情况下,机体内的体液免疫和细胞免疫是同时存在的,它们在抗微生物感染中相互配合和调节,以清除入侵的病原微生物,保持机体内环境的平衡。

### (一)体液免疫的抗感染作用

(1)中和作用 抗毒素与外毒素结合后,可阻碍外毒素与动物细胞的结合,使之不能发挥毒性作用。抗体与病毒结合后,可阻止病毒侵入易感细胞,保护细胞免受感染。如在破伤风、肉毒素中毒等疾病治疗中使用抗毒素效果显著。

(2)免疫溶解作用 一些革兰阴性菌(如沙门菌、巴氏杆菌等)和某些原虫与体内的抗体结合后,可激活补体,从而导致菌体或虫体溶解或死亡。

(3)调理作用 抗原抗体复合物与补体结合后,可以增强吞噬细胞的吞噬作用,称为调理作用。近年发现,红细胞除具有携氧功能外,也能结合补体,从而增强嗜中性粒细胞的吞噬作用。

(4)局部黏膜免疫作用 黏膜固有层中浆细胞产生的分泌型 IgA,是机体抵抗呼吸道、消化道及泌尿生殖道感染病原体的主要力量。

(5)抗体依赖性细胞介导的细胞毒作用(ADCC) IgG 与靶细胞结合后,可通过 Fc 段与效应细胞(NK 细胞、巨噬细胞、中性粒细胞)表面 Fc 受体结合,增强效应细胞对靶细胞的杀伤作用。

(6)对病原微生物生长的抑制作用 一般来说,细菌的抗体与细菌结合后,不会影响细菌的生长和代谢,仅表现为凝集和制动现象。而支原体和钩端螺旋体的抗体与之结合后,表现出生长抑制作用。

### (二)细胞免疫的抗感染作用

(1)抗胞内菌感染 胞内菌有结核杆菌、布氏杆菌、李氏杆菌、鼻疽杆菌等。抗胞内菌感染主要是细胞免疫。致敏淋巴细胞释放出一系列细胞因子,与细胞一起参与细胞免疫,以清除抗原和携带抗原的靶细胞,使机体得到抗感染的能力。

(2)抗真菌感染 深部感染的真菌,如白色念珠菌、球孢子菌等,可刺激机体产生特异性抗体和细胞免疫,其中以细胞免疫更为重要。

(3)抗病毒感染 某些病毒病的免疫主要以细胞免疫为主。致敏淋巴细胞可直接破坏被病毒感染的靶细胞;另外,淋巴因子可激活吞噬细胞,增强其吞噬功能,以及合成干扰素抑制病毒的增殖。

## 任务三 变态反应

### 一、变态反应的类型

变态反应是指免疫系统对再次进入机体的抗原物质做出的过于强烈或不适当的,并导致组织器官损伤的免疫反应。除了伴有炎症反应和组织损伤外,它们与任务二所描述的维持机体正常功能的免疫反应并无实质性区别。引起变态反应的物质,称变应原。变应原可

## 模块七 昆虫

### 任务一 禽羽虱和猪血虱

#### 一、禽羽虱

寄生于家禽体表的羽虱分别属于长角羽虱科和短角羽虱科的虫体。其主要特征为禽体瘙痒,羽毛脱落,食欲下降,生产力降低。

##### (一)病原体

羽虱体长0.5~1 mm,体型扁而宽或细长形;头端钝圆,头部宽度大于胸部;咀嚼式口器;触角分节。雄性尾端钝圆;雌性尾端分两叉。

鸡羽虱主要有长羽虱属广幅长羽虱、鸡翅长羽虱,圆羽虱属鸡圆羽虱(图8-27),角羽虱属鸡角羽虱,鸡虱属鸡羽虱,体虱属鸡体虱。

鸭鹅羽虱主要有鹅鸭属细鹅虱、细鸭虱,鸭虱属鹅巨毛虱、鸭巨毛虱。

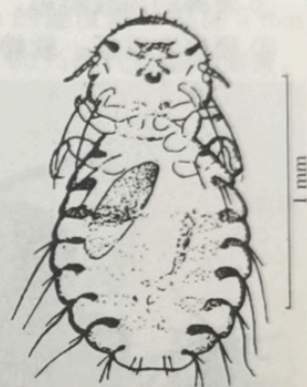


图8-27 鸡圆羽虱

##### (二)生活史

禽羽虱的全部发育过程都在宿主体上完成,包括卵、若虫、成虫3个阶段,其中若虫有3期。虱卵成簇附着在羽毛上,需4~7 d孵化出若虫,每期若虫间隔约3 d。完成整个发育过程约需3周。

##### (三)生活习性

大多数羽虱主要是嗜食宿主的羽毛和皮屑。鸡体虱可刺破柔软羽毛根部吸血,并嚼咬表皮下层组织。每种羽虱均有其一定的宿主,但一种宿主常被数种羽虱寄生。各种羽虱在同一宿主体表常有一定的寄生部位。鸡圆羽虱多寄生于鸡的背部、臀部的绒毛上。广幅长羽虱多寄生于鸡的头、颈部等羽毛较少的部位。鸡翅长羽虱寄生在翅膀下面。秋冬季绒毛浓密,体表温度较高,适宜羽虱的发育和繁殖。虱的正常寿命为几个月,一旦离开宿主则只能活5~6 d。

##### (四)主要危害

虱采食过程中造成禽体瘙痒,并伤及羽毛或皮肉,表现不安,食欲下降,消瘦,生产力降低。严重者可造成雏鸡生长发育停滞,体质日衰,导致死亡。

##### (五)治疗

可用拟除虫菊酯类药,如溴氰菊酯或杀灭菊酯(戊酸氰醚酯、速灭杀丁),喷洒鸡体、垫料、鸡舍、槽架等,确保药物喷洒至皮肤。在鸡体患部涂擦70%乙醇、碘酊或5%硫磺软膏,效果良好。此外,内服或注射伊维菌素或氯氰柳胺等也有很好的效果。

## (六) 防控措施

在药物除虱的同时应加强饲养管理，保持畜舍清洁，通风，垫草要勤换，对管理用具要进行杀虫处理；不同鸡舍之间应禁止人员和器具的流动；防止鸟类进入鸡舍。

## 二、猪血虱

寄生于猪体表的血虱是由血虱科血虱属的猪血虱，主要特征为猪体瘙痒。

### (一) 病原体

猪血虱，扁平而宽，灰黄色。雌虱长 4~6 mm，雄虱长 3.5~4 mm。身体由头、胸、腹三部分组成。头部狭长，前端是刺吸式口器；有触角 1 对，分 5 节；胸部稍宽，分为 3 节，无明显界限，每一胸节的腹面有 1 对足，末端有坚强的爪；腹部卵圆形，比胸部宽，分为 9 节。虫体胸、腹每节两侧各有 1 个气孔。

### (二) 生活史

#### 1. 发育过程

虱的发育为不完全变态，其发育过程包括卵、若虫和成虫。雌、雄虫交配后，雌虱吸血后产卵，用分泌的黏液附着在被毛上，虫卵孵化出若虫。若虫与成虫相似，只是体型较小，颜色较光亮，无生殖器官。若虫采食力强，生长迅速，经 3 次蜕化发育为成虫。

#### 2. 发育时间

虫卵孵出若虫需 12~15 d；若虫蜕化 1 次需 4~6 d；若虫发育为成虫需 10~14 d。

#### 3. 成虫寿命

雌虫产完虫卵后即死亡，雄虫生活期更短。血虱离开猪体仅能生存 5~7 d。

### (三) 流行病学

#### 1. 感染来源

带虫猪。

#### 2. 传播方式

直接接触或通过饲养人员和用具间接接触传播。

#### 3. 繁殖力

雌虫每次产卵 3~4 个，产卵持续期 2~3 周，一生共产卵 50~80 个。

#### 4. 季节动态

以寒冷季节感染严重，与冬季舍饲、拥挤、运动少、褥草长期不换、空气湿度增加等因素有关。在温暖季节，由于日晒、干燥或洗澡而数量减少。

### (四) 主要危害

血虱以吸食猪血液为生，耳根、颈下、体侧及后肢内侧最多见。猪经常瘙痒，烦躁不安，导致饮食减少，营养不良和消瘦。仔猪尤为明显。当毛囊、汗腺、皮肤腺遭受破坏时，导致皮肤粗糙落屑，机能损害，甚至形成龟裂。

### (五) 诊断要点

在猪体表发现虫体即可诊断。

## (六) 治疗

可用敌百虫、双甲脒、螨净、伊维菌素等进行治疗。

## (七) 防控措施

平时对猪体应经常检查,发现猪血虱,应全群用药物杀灭虫体。

## 任务二 牛皮蝇蛆病

牛皮蝇蛆病是由皮蝇科皮蝇属的皮蝇幼虫寄生于牛背部皮下组织引起的疾病,又称为“牛皮蝇蛆病”。该虫偶尔也能寄生于马、驴和野生动物的背部皮下组织,而且可寄生于人,个别地区人的感染率可高达7%,成为人兽共患病之一。

### 一、病原体

寄生于牛的皮蝇属有两种,其中以牛皮蝇最多见。

(1)牛皮蝇(图 8-28) 外形似蜂,全身被有绒毛,成蝇长约 15 mm,口器退化,不能采食,也不叮咬牛。虫卵为橙黄色,长圆形,大小为 0.8 mm×0.3 mm。第 1 期幼虫长约 0.5 mm。第 2 期幼虫长 3~13 mm。第 3 期幼虫体粗壮,颜色随虫体的成熟程度而呈现淡黄、黄褐及棕褐色,长可达 28 mm,最后两节背、腹均无刺,背面较平,腹面凸而且有很多结节,有两个后气孔,气门板呈漏斗状。

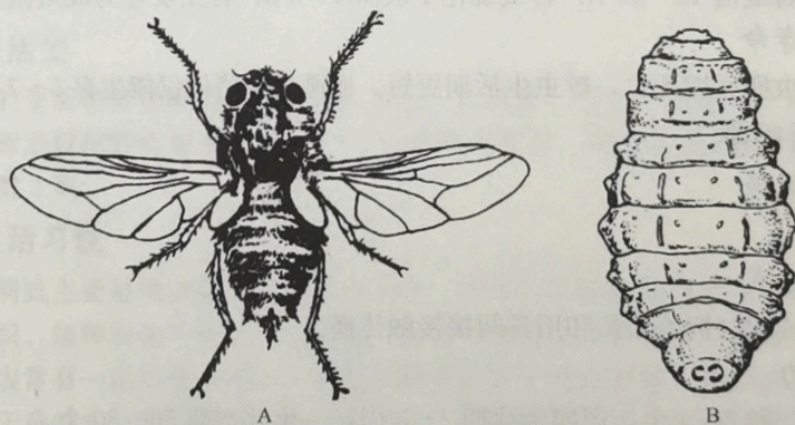


图 8-28 牛皮蝇(Smart)

A 成虫 B 第 3 期幼虫

(2)纹皮蝇 成蝇、虫卵及各个时期幼虫的形态与牛皮蝇基本相似。第 3 期幼虫体长约 26 mm,最后一节无刺。

### 二、生活史

两种皮蝇的发育基本相似,均属完全变态,经卵、幼虫、蛹和成蝇 4 个阶段。

#### 1. 发育过程

牛皮蝇成蝇多在夏季出现,雌、雄蝇交配后,成蝇死亡。雌蝇在牛体产卵,产卵后死

清),置于25~30℃进行培养,每隔5~7d用暗视野显微镜观察一次,初代培养一般时间较长,有时可达1~2个月。

(3)动物接种 取病料标本接种于150~200g的乳兔,剂量为1~3mL/只,每天测体温、观察1次,每2~3d称重1次。通常在接种后4~14d出现体温升高、体重减轻、活动迟钝、黄疸、天然孔出血等。将病死兔剖检,可进行直接镜检和分离培养。

(4)血清学检查 犬、猫在感染后不久,血清中即可检出特异性抗体,且水平高、持续时间长,通常用以下方法检查。

①玻片凝集试验:采用的是染色抗原玻片凝集法,抗原有单价和多价两种,多为10倍浓缩抗原。使用10倍浓缩玻片凝集抗原,在以1:10血清稀释度进行检查时与微量凝集试验符合率为87.7%。

②显微凝溶试验:当抗原与低倍稀释血清反应时,出现以溶菌为主的凝集溶菌,而随血清稀释度的增高,则逐渐发生以凝集为主的凝集溶菌,故称之为凝溶试验(也可称为显微凝集试验或微量凝集试验)。本法既可用于检疫定性,也可用于定型。抗原为每400倍视野含50条以上活菌培养物。滴度判定终点以血清最高稀释度孔出现50%菌体凝集者为准。如果康复期血清的抗体滴度比发病初期血清的滴度高出4倍以上,则可进行确诊。

#### 四、防制

预防钩端螺旋体病首先要加强饲养管理,提高犬的抗病力,并定期消毒与灭鼠。患犬尿液具有高度传染性,应避免接触,如发现病犬或疑似病犬应及时隔离、治疗,无治疗价值的扑杀,并对尸体实行无害化处理。接触病犬的人员应采取适当的防护措施,加强清洁和消毒工作。其次要及时进行免疫接种,目前常用的有钩端螺旋体的多联苗,和用于犬的包括犬钩端螺旋体和出血性黄疸钩端螺旋体二价菌苗以及流感伤寒钩端螺旋体和波摩那钩端螺旋体的四价菌苗,通过间隔2~3周进行3~4次注射,一般可保护1年。

## 模块二 宠物常见病毒

### 任务一 狂犬病病毒

狂犬病(rabies)是狂犬病毒所致的急性传染病,人兽共患,多见于犬、狼、猫等肉食动物,人多因被病兽咬伤而感染。临床表现为特有的恐水、怕风、咽肌痉挛、进行性瘫痪等。因恐水症状比较突出,故本病又名恐水症(hydrophobia)。

#### 一、生物学特征

狂犬病的病原体——狂犬病病毒是弹状病毒科狂犬病病毒属成员,是呈子弹状的单股RNA病毒。经中和试验证明,该病毒群有4个血清型。最典型的狂犬病病毒为1型(原型株为CVS11);从尼日利亚以果实为生的蝙蝠体内分离到的为2型(lagos蝙蝠型);从人体内分离到的为3型(mokota型);从南非人体内分离而来的为4型(duvenhage型)。

狂犬病病毒是嗜神经病毒，在几乎所有哺乳动物的神经组织细胞内可增殖，也可在禽类组织细胞内增殖。其性质不稳定，紫外线、酶、酸及自然光、热等可迅速破坏病毒活力，要使病毒灭活反复冻融即可。但它在自溶的脑组织中 7~10 d 仍可保持活力。

## 二、致病性

本病能感染人及所有的温血动物，包括多种野生动物。患病和带毒的动物(我国以犬为主)是主要的传染源和病毒贮存宿主，病犬在潜伏期时，其唾液中就可排毒。主要通过咬伤、损伤的皮肤黏膜、消化道、呼吸道等途径传播。各种动物的发病比例不同：犬 72%，牛 18.4%，鹿 5.5%，马 4.2%，猪 3%。本病一年四季均可发生，但春、夏季发生较多，这与犬的活动期有一定关系。

病毒对神经和唾液腺有明显的亲嗜性。病毒在中枢神经系统繁殖，可损害神经细胞和血管壁，引起血管周围的细胞浸润，神经细胞受到刺激后引起神志扰乱和反射性、兴奋性增高；后期神经细胞变性，逐渐引起麻痹症状，最后因呼吸中枢麻痹造成死亡。

人和哺乳动物的感染绝大部分是被患犬咬伤，因患犬的唾液中含有病毒。当然外表健康的犬也可能带毒，它们是病毒的贮存宿主。已经证明吸血蝙蝠和食虫、食果蝙蝠在病毒的散布中也起重要作用，因为蝙蝠可感染和排出狂犬病病毒，但它本身并不发生致死性的临床症状，所有这些都成为人兽患病的传染源。

可通过吸入和食入传染性物质而发生非咬伤感染，如经呼吸道吸入，或健康动物的皮肤和黏膜原有创伤或磨伤时再接触含有病毒的唾液即可被感染。

## 三、微生物学诊断

- (1)病毒分离 唾液及脑脊液常用来分离病毒，唾液的分离率较高。
- (2)抗原检查 采用皮肤或脑活检进行免疫荧光检查。
- (3)核酸测定 采用 PCR 法测定 RNA，唾液、脑脊液或颈后带毛囊的皮肤组织标本检查的阳性率较高。
- (4)抗体检查 用于检测早期的 IgM，病后 8 d，50%血清为阳性，15 d 时全部阳性。血清中和抗体于病后 6 d 测得，细胞疫苗注射后，中和抗体效价可达数千，接种疫苗后不超过 1:1 000，而患者可达 1:10 000 以上。

## 四、防制

捕捉和管理患病动物应极其小心，以免被咬伤感染。如果动物死亡，应将患犬头部送到有条件的实验室做有关项目的检查。当人被可疑的狂犬病犬咬伤时，应尽快挤出伤口中的血液，用肥皂水彻底清洗，并用 3% 碘酊处理，接种狂犬病疫苗。最好同时在伤口周围肌肉注射免疫球蛋白或抗血清，可降低发病率。家畜被病犬或可疑病犬咬伤后，应尽快挤出伤口中的血，然后用肥皂水或 0.1% 升汞水、酒精、醋酸、3% 石炭酸、碘酊、硝酸银等消毒药或防腐剂处理，并用狂犬病疫苗紧急接种，使被咬动物在疫病的潜伏期内就产生主动免疫，以免发病。

凡是病犬，且过去也没做过免疫的，应立即处死。对于已免疫的犬，在已知的免疫期内若

接触病犬或被咬伤,应彻底处理创伤,再给犬注射疫苗,并将其隔离饲养,至少观察 30 d。

用灭活或改良的弱毒疫苗可预防狂犬病。用改良的弱毒疫苗免疫犬,应在 3~4 月龄时首免,1 岁时再加强免疫,然后每三年免疫 1 次,灭活苗的免疫期比较短,首免之后 3~4 周二免,此后每年接种 1 次,猫用狂犬病疫苗接种首免应在 3 周龄以后每年接种 1 次。

## 任务二 犬瘟热病毒

犬瘟热(CD)是由犬瘟热病毒引起的犬和其他肉食动物的一种急性、高度接触性、致死性传染病。临床上以双相热型、急性卡他性鼻炎,随后以支气管炎、卡他性肺炎、胃肠炎和神经症状为特征。病后期部分病例可出现鼻翼皮肤和足垫高度角质化(硬脚垫病)。

### 一、生物学特性

犬瘟热病毒(CDV)属于副黏病毒科麻疹病毒属,病毒基因组为单分子双股 RNA,只有一个血清型。病毒呈圆形或不规则形,直径 110~550 nm,多数在 150~330 nm,有囊膜,囊膜表面有纤突,具有吸附细胞的作用。病毒粒子中含有核衣壳蛋白(N)、磷蛋白(P)、大蛋白(L)、基膜蛋白(M)、融合蛋白(F)、附着或血凝蛋白(H),其中 N 蛋白和 F 蛋白与麻疹病毒和牛瘟病毒具有很高的同源性,可引起交叉免疫保护。F 蛋白能引起动物的完全免疫应答。

病毒存在于肝、脾、肺、脑、肾、淋巴结等多种器官和组织中。病毒可在犬、犊牛肾细胞以及鸡成纤维等细胞上生长,但初次分离培养比较困难,一旦适应细胞后,易在其他细胞上生长,其中以犬肺巨噬细胞最为敏感,可形成葡萄串状的典型细胞病变。病毒在鸡胚尿囊膜上能形成特征性痘斑,常被用作测定病毒中和抗体的标准体系。

病毒对低温有较强的抵抗力,-10℃可存活几个月,-70℃或冻干条件下可长期保存,0℃以上感染力迅速丧失,干燥的病毒在室温中较稳定,32℃以上易被灭活。病毒对可见光、紫外线、有机溶剂和碱性溶液敏感,临床上常用 3%氢氧化钠溶液、3%福尔马林、5%石炭酸作为消毒剂,有较好的消毒作用。

### 二、致病性

CDV 宿主广泛,犬科和浣熊科、猫科的动物均易感,但犬是主要的宿主,纯种犬比土种犬具有更明显的易感性,幼小动物比成年动物更易感。在狐、水貂等皮毛兽养殖场,犬瘟热可自然流行,雪貂自然发病的死亡率常达 100%。

传染源为患病动物和带毒动物。病毒存在于患病动物和带毒动物的鼻汁、泪液、血液、脑脊髓液、淋巴结、心包液、胸水,腹水等中,通过眼鼻分泌物、唾液、尿液和粪便向外排毒。有些病犬临床症状恢复后可长时间向外界排毒。

传播途径主要是呼吸道,其次是消化道。胎儿可通过胎盘屏障而感染,造成流产和死胎。本病一年四季都可发生,但以冬季和早春季节多发。近年来,随着养犬业的发展,犬的交流调运频繁,发病周期性不再明显。