

### 任务三 抗原与抗体

#### 【任务目标】

知识：1. 了解抗原、抗体的概念。

2. 熟悉抗原的构成条件。

3. 掌握抗体的类型和功能。

#### 【任务实施】

##### 一、抗原的概念

凡是能刺激机体的免疫系统产生特异性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。抗原具有抗原性，抗原性包括免疫原性和反应原性。免疫原性是指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特异性结合的特性。

##### 二、完全抗原和半抗原(不完全抗原)

抗原根据其性质不同可分为完全抗原和半抗原。完全抗原是指既有免疫原性又有反应原性的抗原。各种微生物、疫苗及血清等都是完全抗原。

半抗原是指本身没有免疫原性而只有反应原性的物质，又称不完全抗原。半抗原又分为简单半抗原和复合半抗原，前者的相对分子质量较小，只有一个抗原决定簇，不能与相应的抗体发生可见的反应，但能与相应的抗体结合，如抗生素、酒石酸、苯甲酸等；后者的相对分子质量大，有多个抗原决定簇，能与相应的抗体发生肉眼可见的反应，如脂质、脂多糖等。

##### 三、构成抗原的条件

抗原物质要有良好的免疫原性，须具备以下条件：

**1. 异物性** 在正常情况下，动物机体能识别自身物质与非自身物质，只有非自身物质进入机体才具有免疫原性。因此，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。同种动物不同个体的某些成分也具有一定的抗原性，如血型抗原、组织移植抗原，此类抗原成为同种异体抗原。动物自身组织细胞通常情况下不具有免疫原性，但由于外伤、感染、电离辐射、药物等因素的作用，会使自身成分显示免疫原性，而成为自身抗原。

**2. 大分子性** 抗原物质的免疫原性与其分子大小有直接关系。免疫原性良好物质相对分子质量一般都在 10 000 以上。在一定条件下，相对分子质量越大，免疫原性越强。相对分子质量小于 5 000 的物质其免疫原性较弱。相对分子质量在 1 000 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，如细菌、病毒、外毒素、异种动物的血清都是免疫原性很强的物质。

**3. 具有复杂的分子结构和立体构象** 抗原物质除了要求具有一定的相对分子质量外，相同大小的分子如果化学组成、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愈复杂的物质免疫原性愈强。譬如芳香族氨基酸的蛋白质比非芳香族氨基酸的蛋白质的免疫原性强。

**4. 物理状态** 不同物理状态的抗原物质其免疫原性也有差异。呈聚合状态的抗原一般较单体抗原的免疫原性强，颗粒性抗原比可溶性抗原的免疫原性强。免疫原性弱的蛋白质如果吸附在氢氧化铝胶、脂质体等大分子颗粒上，可增强其抗原性。此外蛋白质抗原被消化酶分解为小分子物质后，一般便失去抗原性。所以抗原物质通常要通过非消化道途径以完整分子状态进入体内，才能保持免疫原性。

#### 四、抗原的特异性与交叉性

**1. 抗原决定簇的概念** 抗原决定簇是指位于抗原分子表面具有特殊立体构型和免疫活性的化学基团。抗原决定簇决定抗原的特异性，即决定抗原与抗体发生特异性结合的能力。一个

抗原决定簇只能刺激机体产生一种特异性抗体。大部分抗原分子上含有多个抗原决定簇，可刺激机体产生多种类型的特异性抗体。

**2. 抗原的特异性** 抗原物质具有特异性。一种抗原物质只能刺激机体产生相应的抗体，这种抗体也只能与相应的抗原结合发生反应，称为抗原的特异性。抗原相对分子质量大，结构复杂，其特异性不决定于整个抗原分子，是由抗原决定簇所决定的。

**3. 抗原的交叉性** 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。这些共有的抗原组成或决定簇称为共同抗原或交叉抗原。如果两种微生物有共同抗原，它们与相应抗体相互之间可以发生交叉反应。

#### 五、抗体

##### （一）抗体的概念及特性

**1. 抗体** 是指机体免疫系统受抗原刺激后，B 细胞分化成熟为浆细胞后合成分泌的一类能与相应抗原特异性结合的免疫球蛋白(Ig)。

##### **2. 抗体的特性**

- (1) 只有脊椎动物的浆细胞才能产生。
- (2) 必须有抗原刺激。
- (3) 能与相应抗原产生特异性结合。
- (4) 其化学本质是一种具免疫功能的球蛋白。
- (5) 存在于血液、淋巴液、组织液和黏膜分泌物中，是构成机体体液免疫的主要物质。

##### （二）免疫球蛋白的类型

免疫球蛋白按其化学结构和抗原性的差异可分为 IgG、IgA、IgM、IgD 和 IgE 五类。各类免疫球蛋白的结构和特点是不相同的。

**1. IgG** 是人和动物血清中含量最高的球蛋白，占 75%~80%。由脾和淋巴结中的浆细胞产生。IgG 是介导体液免疫的主要抗体，能通过人和兔胎盘；在体液免疫中发挥抗菌、抗病毒、抗毒素及调理、凝集和沉淀抗原的作用，同时也是血清学诊断和疫苗免疫后监测的主要抗体。也是引起Ⅱ型、Ⅲ型、变态反应及自身免疫病的抗体。

**2. IgA** 以单体和二聚体两种形式存在。单体存在于血清中，称为血清型 IgA，具有抗菌、抗病毒、抗毒素作用；二聚体主要存在于呼吸道、消化道、生殖道的外分泌液及初乳、唾液、泪液等的分泌液中，称为分泌型 IgA，它对机体呼吸道、消化道等局部黏膜起着重要的保护作用。

**3. IgM** 是由 5 个单体组成的五聚体，其相对分子质量是免疫球蛋白中最大的，又称为巨球蛋白，其含量仅占血清球蛋白的 10% 左右，是机体初次体液免疫反应中最早出现的抗体，但持续时间短。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。它参与 II 型、III 型变态反应。

**4. 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，

在抗寄生虫感染中有重要作用。

**5. IgD** 在血清中含量极微，且极不稳定，相对分子质量小，仅在人体内发现，单体结构，可能参与某些变态反应。

### (三) 抗体的功能

**1. 与特异性抗原结合** 一种抗体只能与其相应的抗原呈特异性结合，而与不相应抗原不能结合，这就是免疫球蛋白与血清中正常球蛋白的根本区别。

**2. 激活补体** 抗体与抗原结合后，具有激活补体的作用，补体被激活后，可发挥溶菌和溶病毒作用。

**3. 调理作用** 抗体能促进吞噬细胞吞噬细菌等颗粒性抗原的作用。具有调理作用的物质称为调理素。

**4. ADCC 效应(抗体依赖性细胞介导的细胞毒作用)** IgG 与带有相应抗原的靶细胞结合后，可通过与效应细胞(NK 细胞、巨噬细胞、中性粒细胞)表面的受体结合，增强效应细胞对靶细胞的杀伤作用。

**5. 介导 I 型变态反应** IgE 能与肥大细胞和嗜碱性粒细胞等靶细胞结合，当特异性抗原再次进入机体后，结合在肥大细胞上的 IgE 与抗原形成复合物，促使肥大细胞脱颗粒，释放组织胺等生物活性物质，引起 I 型变态反应。



### 观察讨论

1. 疫苗属于抗原吗？为什么？
2. 注射疫苗后为什么可以用已知抗原进行检测来评价免疫效果？