

## 第四章答案与题解

### 答案

#### 【A1 型题】

1. E 2. A 3. C 4. B 5. C 6. A 7. D 8. E 9. D 10. C 11. D 12. E 13. A  
14. E 15. B 16. E 17. E 18. B 19. A 20. C 21. E 22. B 23. E 24. A 25. A

#### 【A2 型题】

26. D 27. C 28. E 29. E 30. A 31. A 32. C 33. A 34. C 35. D 36. B 37. A  
38. B 39. B 40. D 41. E 42. D 43. E 44. A 45. E

#### 【B 型题】

46. D 47. E 48. D 49. A 50. B 51. A 52. E 53. B 54. C 55. A

### 题解

#### 【A1 型题】

1. E 抗体主要分布在血清中，也分布于组织液、外分泌液，抗体分子加上跨膜部分和胞浆部分则成为 B 细胞抗原识别受体 (BCR)，表达在 B 细胞表面。

2. A 抗体的基本结构由两条完全相同的重链和两条完全相同的轻链通过二硫键连接。

3. C 根据 H 链恒定区免疫原性的差异可将抗体重链分为 5 类： $\mu$  链、 $\gamma$  链、 $\alpha$  链、 $\delta$  链和  $\epsilon$  链，不同的重链与轻链组成完整的抗体分子，分别被称为 IgM、IgG、IgA、IgD 和 IgE 等五类抗体分子。不同类别的抗体分子具有不同的特征，如链内二硫键的数目和位置、连接寡糖的数量、结构域的数目以及铰链区的长度等均不完全相同。

4. B 根据同一类的抗体铰链区氨基酸组成和重链二硫键的数目、位置的不同，可将其分为不同亚类。人 IgG 可分为 IgG1~IgG4；IgA 可分为 IgA1 和 IgA2；IgM、IgD 和 IgE 未发现亚类。

5. C 抗体轻链分为  $\kappa$  链和  $\lambda$  链，据此抗体分为  $\kappa$  型和  $\lambda$  型。

6. A 抗体重链和轻链靠近 N 端的约 110 个氨基酸的序列变化很大，形成的结构域称为可变区，分别占重链和轻链的 1/4 和 1/2。 $V_H$  和  $V_L$  各有 3 个区域的氨基酸组成和排列顺序高度可变，称为高变区。该区域形成与抗原表位互补的空间构象，故又被称为互补决定区 (CDR)。 $V_H$  或  $V_L$  各有 4 个骨架区和 3 个 CDR。

7. D 抗体分子连接有寡糖，属于糖蛋白。IgM 含有 5 个 Fc 段，比 IgG 更易固定并激活补体。IgM 也是初次体液免疫应答中最早出现的抗体。单体 IgM 以 mIgM 表达于 B 细胞表面，构成 BCR。介导过敏反应的抗体是 IgE。

8. E 独特型的表位称为独特位。它们存在于 L 和 H 链的可变区。

9. D 抗原激活黏膜相关淋巴组织, 抗原特异性 B 细胞分化为浆细胞产生 IgA 二聚体, 与黏膜上皮细胞分泌的分泌片结合形成分泌型 IgA (SIgA), 被分泌到黏膜腔中, 是黏膜局部免疫的最主要抗体。

10. C IgG 的输送蛋白称为新生 Fc 段受体 (neonatal FcR, FcRn), IgG 可选择性与滋养层细胞膜上 FcRn 结合, 从而转移到滋养层细胞内, 再主动进入胎儿血液循环中。pIgR 是 IgA 转运受体, Fc $\gamma$ R 和 Fc $\epsilon$ R 分别是免疫细胞膜上 IgG 和 IgE 的 Fc 受体。

11. D 重组乙肝病毒表面抗原疫苗主要诱导产生抗 HBsAg 的 IgG 抗体, IgG 抗体为  $\gamma$  球蛋白, 因而, 免疫血清电泳后, 血清抗体主要处于  $\gamma$  球蛋白区。

12. E 胃蛋白酶在铰链区的近 C 端水解抗体, 分解为 1 个 F(ab')<sub>2</sub> 段和一些小片段 pFc' 段, pFc' 段最终被降解, 不发挥生物学作用。

13. A 不同种属来源的抗体分子对于异种动物来说具有免疫原性, 可刺激异种动物产生针对该抗体的免疫应答。这种存在于同种抗体分子中的抗原表位即同种型, 是同一种属所有个体 Ab 分子共有的抗原特异性标志, 存在于抗体的 C 区。

14. E 识别并特异性结合抗原是抗体分子的主要功能, 执行该功能的结构是抗体 V 区, 其中 CDR 在识别和结合特异性抗原中起决定性作用。

15. B Ab 结合抗原表位的个数称为抗原结合价。单体抗体可结合 2 个抗原表位, 为双价, 如 IgG、IgE 和 IgD。SIgA 为 4 价, 五聚体 IgM 理论上为 10 价, 但由于空间结构的位阻, 一般只能结合 5 个抗原表位, 故为 5 价。

16. E ADCC 作用是抗体的 Fab 段结合病毒感染的细胞或肿瘤细胞表面的抗原表位, 抗体的 Fc 段则与杀伤细胞 (NK 细胞、巨噬细胞等) 表面的 FcR 结合, 通过分泌活性颗粒介导杀伤细胞直接杀伤靶细胞。抗体与靶细胞上的抗原结合是特异性的, 而表达 FcR 的细胞的杀伤作用是非特异性的。抗体通过 ADCC 介导杀伤靶细胞。如果抗体介导吞噬细胞吞噬靶细胞, 则是抗体的调理功能。

17. E IgE 为亲细胞抗体, 其 Fc 段与肥大细胞和嗜碱性粒细胞表面的高亲和力受体 Fc $\epsilon$ RI 结合, 使其致敏, 若相同的抗原再次进入机体与致敏靶细胞表面的特异性 IgE 结合, 促使靶细胞合成和释放生物活性介质, 介导 I 型超敏反应的发生。

18. B IgG 是血清和胞外液中含量最高的 Ig, 约占血清总 Ig 含量的 75%~80%。

19. A IgM 是个体发育过程中最早合成和分泌的抗体, 在胚胎发育晚期即可产生 IgM, 故脐带血中某些特异性 IgM 水平升高提示胎儿有宫内感染。

20. C 婴儿从母亲初乳中获得 SIgA, 获得重要的自然被动免疫。

21. E 单克隆抗体是由单一杂交瘤细胞产生, 是针对单一抗原表位的特异性抗体, 其优点是结构均一, 纯度高, 特异性好, 少或无血清交叉反应, 制备成本低。

22. B IgG 与抗原结合后, 暴露出补体结合位点, 通过经典途径激活补体, 其补体结合位点位于 C<sub>H</sub>2 区。

23. E 木瓜蛋白酶作用于抗体分子铰链区二硫键所链接的重链近 N 端, 将抗体水解为两个 Fab 段和一个 Fc 段。

24. A 不同种属生物体内轻链的比例不同, 正常人血清中免疫球蛋白轻链  $\kappa$ : $\lambda$  的比值约为 2:1, 而小鼠则为 20:1。 $\kappa$ : $\lambda$  比例异常可能反映免疫系统的异常。

25. A IgA 合成率为 65 mg/(kg·d), 是机体每天合成最多的 Ig。

## 【A2 型题】

26. D 胎儿可从母体获得主动穿过胎盘的 IgG, 因此在新生儿体内无法区分 IgG 的来源。IgM 是个体发育过程中最早合成和分泌的抗体, 在胚胎发育晚期的胎儿即能产生 IgM, 故新生儿 IgM 水平反映其对感染的应答。

27. C IgG1、IgG3、IgG4 可穿过胎盘屏障, 在胎儿抗感染免疫中起重要作用。婴儿可从母亲初乳中获得 SIgA, 从乳汁中获得 IgG, 这是重要的自然被动免疫。

28. E 从检测结果看, 该流感病毒亚单位疫苗诱导产生了有效的黏膜免疫和体液免疫应答。SIgA 在黏膜表面有中和病毒入侵的作用, IgG 等抗体可以发挥中和作用、激活补体和调理作用, 清除被病毒感染的靶细胞, 也可能通过 ADCC 作用发挥杀伤病毒感染细胞的作用。

29. E 过敏反应由 IgE 介导。使用特异识别 IgE 的 Fc 区域的单克隆抗体可以阻断 IgE 的 Fc 段与靶细胞表面的 IgE Fc 受体结合, 从而抑制肥大细胞和嗜碱性粒细胞释放介质, 可治疗花生过敏。

30. A A 型血个体血清中的天然抗体为抗 B 抗原的 IgM 抗体, 免疫球蛋白经胃蛋白酶处理后所产生的二价的  $F(ab')_2$  部分仍然完整, 依然可介导凝集反应, 故加入到 B 型血的红细胞悬液中仍可发生凝集反应。

31. A MALT 是合成 IgA 的主要位置。IgA 由 J 链连接形成的二聚体分子, 穿过上皮细胞并分泌到黏膜腔中。

32. C 多发性骨髓瘤源于浆细胞, 克隆恶性浆细胞在骨髓中无节制的增生并伴有大量单克隆免疫球蛋白。由于骨髓瘤细胞可分泌结构单一的免疫球蛋白或其他多肽亚单位, 患者血浆存在大量异常免疫球蛋白, 造成正常免疫球蛋白合成不足。

33. A IgM 是感染早期产生的抗体, 抗-HAV IgM 是确诊甲型肝炎的重要指标, 是诊断甲型肝炎最可靠灵敏的方法。若抗-HAV IgM 阳性即可确诊。若阴性可以排除。IgG 出现较晚, 可以作为过去感染的指标, 抗-HAV IgG 主要用于检测人群免疫水平流行病学调查。

34. C 对鼠源性单克隆抗体进行人源化改造以降低 HAMA 的方法很多, 包括 1) 制备嵌合抗体, 即保留鼠抗的可变区部分, 将其恒定区用人的 Ig 恒定区取代; 2) 制备改形抗体, 保留鼠单克隆抗体可变区 CDR 部分, 将其他区域用人 Ig 取代; 3) 制备单链抗体, 用基因工程技术获取人抗体库的  $V_H$  和  $V_L$  基因, 制备  $V_H$ -连接肽- $V_L$  单链抗体。4) 用胃蛋白酶处理鼠抗体, 可以去掉 Fc 段, 减少 HAMA 的发生。

35. D 因为所注射的抗体为混合的人 Ig 产物, 反复注射可以诱导患者产生抗同种异型抗体。

36. B CAR-T 是通过基因修饰的手段, 使能特异性识别靶抗原的单克隆抗体的单链可变区(scFv)表达在 T 细胞表面。scFv 通过与人工设计的 T 细胞胞内的活化增殖信号域相连, 从而将单克隆抗体对靶抗原的特异性识别与 T 细胞的功能相结合, 产生特异性的杀伤作用。B 细胞淋巴瘤细胞表面常稳定表达 CD19 分子, 以之为抗原, 所产生的单克隆抗体的 Fab 可变区能结合 CD19 分子, 从而能制备靶向 CD19 分子的 scFv。CAR-T 治疗 B 淋巴细胞系肿瘤的临床试验显示出良好的应用前景。

37. A 患甲亢的母亲分娩的新生儿易表现新生儿甲亢。是母体的甲状腺刺激素(TSH)受体抗体为 IgG 类抗体, 通过胎盘进入胎儿体内所致。由于致新生儿甲亢的促甲状腺素受体

抗体来源于母体，非自身产生，随着时间的延续，促甲状腺素受体抗体会自行降解，新生儿甲亢症状也将逐渐缓解，所以不经治疗，大多在出生后 1~3 个月自行缓解，无复发，也不留后遗症。

38. B 溶血性输血反应主要是由于患者体内有天然的血型抗体 IgM，与供者红细胞膜表面的抗原结合，通过经典途径激活补体，最后形成膜攻击复合物导致溶血。IgM 抗体不能介导 ADCC 效应。

39. B 葡萄球菌蛋白 A (SPA) 具有与多种哺乳动物 IgG 分子 Fc 段结合的能力。改变 pH 及离子强度可洗脱结合于 Sepharose-4B-SPA 柱上的 IgG 或不同的 IgG 亚类，从而纯化 IgG 抗体。

40. D 动物免疫血清为多克隆抗体，其优点是作用全面，具有中和抗原、免疫调理及激活补体的作用，但其特异性不高，易发生交叉反应，且不易大量制备。

41. E 五类免疫球蛋白中，IgE 是亲细胞抗体，引起过敏反应。易发生过敏反应的个体存在过敏原特异性 IgE，血清 IgE 水平升高。

42. D 五类免疫球蛋白中，IgM 为个体发育过程中及初次体液免疫应答过程中最早产生的抗体，抗原诱导机体第 10 天产生的抗体应答以 IgM 为主。

43. E Ig 的轻链分为  $\kappa$  和  $\lambda$  两型，但  $\kappa$  和  $\lambda$  的生物学功能无差异。不同种属动物体内比例不同，在人血清中  $\kappa$  和  $\lambda$  比例为 2 : 1， $\kappa$  和  $\lambda$  比例异常反映免疫系统的异常。本周蛋白是游离的免疫球蛋白轻链，能自由通过肾小球滤过膜。一个天然的 Ab 分子两条轻链的型别总是相同的。

44. A 不同种属来源的抗体分子对异种动物来说具有免疫原性，可刺激异种动物产生针对人抗体的免疫应答。人 ANA 是 IgG 类抗体。荧光标记鼠抗人 IgG 抗体可以与人的 ANA 发生反应。

45. E IgE 与机体抗寄生虫感染相关，在蠕虫感染后，可能检测到 IgE 抗体滴度的升高。

### 【B 型题】

46. D 47. E 48. D 分泌型 IgM 为五聚体，分子量最大；正常人血清 IgE 浓度最低(约为  $3 \times 10^{-4}$  mg/mL)；天然 ABO 血型抗体是 IgM。

49. A 50. B 单克隆抗体是通过 B 淋巴细胞杂交瘤技术制备的；抗原免疫动物所获得的血清是多克隆抗体的主要来源。

51. A 52. E 53. B Ab 分子通过 V 区特异性结合抗原；FcRn 将 IgG 抗体转移到滋养层细胞内，并主动进入胎儿血液中；pIgR 转运 IgA 二聚体进入呼吸道和消化道黏膜；IgG 的 C<sub>H</sub>2 区是补体结合位点。

54. C 55. A IgG1 和 IgM 可通过经典途径激活补体，激活补体能力最强的抗体是 IgM；通过旁路途径激活补体的抗体是 IgA1 和 IgG4。