

临床免疫学检验

(下册)

上海市医学化验所 主编 陶义训 章谷生 孙 荫 审编

上海科学技术出版社

临床免疫学检验

下 册

上海市医学化验所 主编

陶义训 章谷生 孙 荫 审编

上海科学技术出版社

临床免疫学检验(下册)

上海市医学化验所主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 江苏扬中印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 20 字数 479,000

1986年4月第1版 1986年4月第1次印刷

印数 1—6,400

统一书号: 14119·1755 定价: 4.10元

目 录

第13章 抗原抗体反应概论

第1节 抗原	1
一、抗原的种类	1
(一) 完全抗原和半抗原	1
(二) 特异性抗原和共同抗原	1
(三) 异种抗原、同种抗原和自身抗原	2
二、抗原的决定簇和结合价	3
(一) 抗原决定簇	3
(二) 抗原的结合价	3
第2节 抗体	4
一、抗体的种类	4
二、抗体的结构	5
三、免疫球蛋白的分类	7
四、抗体的产生	8
五、抗体的特性	10
第3节 抗原抗体反应	10
一、抗原抗体反应的过程	10
二、抗原抗体反应的基本特性	11
三、影响抗原抗体反应的因素	13

第14章 诊断用抗血清的制备

第1节 诊断用异种抗血清的制备	15
一、抗原的制备	15
二、佐剂的选择	21
三、免疫方法	22
四、抗血清的纯化	24
五、抗血清的检定	26
第2节 单克隆抗体的制备	27
一、基本原理	27
二、基本技术	27

第15章 沉淀反应

第1节 沉淀试验的种类	30
一、环状沉淀试验	30
二、絮状沉淀试验	30
三、凝胶中沉淀试验	31
第2节 免疫扩散试验	31
一、单向免疫扩散试验	31
二、双向免疫扩散试验	33
第3节 免疫电泳	35
一、免疫电泳的基本方法	35
二、对流免疫电泳	40
三、火箭免疫电泳	41

第16章 凝集反应

第1节 直接凝集试验	43
一、玻片凝集试验	43
二、试管凝集试验	45
第2节 间接凝集试验	47
一、概述	47
二、间接凝集试验的准备	49
三、间接凝集试验的操作原则	54
四、间接凝集抑制试验	58
五、间接凝集试验的应用	59
第3节 胶乳凝集试验	59
一、原理	59
二、胶乳试剂的制备	60
三、检测方法	62
四、临床应用	63
第4节 协同凝集试验	64
一、原理	64
二、试剂的制备	64
三、检测方法	65
四、临床应用	65

第17章 补体参与的反应

第1节 补体结合试验	67
一、原理	67

二、参与成分及滴定方法	68
三、补体结合试验的正式试验	71
四、影响补体结合反应的因素	73
五、补体结合试验的应用	74
第2节 免疫粘连血凝试验(IAHA)	75
一、原理	75
二、参与 IAHA 各成分的作用	75
三、IAHA 的实验准备	77
四、IAHA 的正式试验	81

第18章 中和试验

第1节 中和试验的方法和评价	85
一、接种动物法	86
二、组织培养法	88
三、接种鸡胚法	90
第2节 影响中和试验的因素	90
第3节 中和试验的应用	91

第19章 标记的抗原抗体反应

第1节 免疫荧光技术	93
一、免疫荧光的原理和特点	93
二、荧光抗体的制备	94
(一) 荧光素的选择	94
(二) 抗体的制备与标记方法	95
(三) 荧光抗体的精制	97
(四) 荧光抗体的鉴定和质量标准	98
三、免疫荧光的染色	100
(一) 标本制作	100
(二) 染色方法	101
四、荧光显微镜	104
(一) 特点和类型	104
(二) 荧光显微镜的使用	106
五、免疫荧光技术的应用	107
第2节 放射免疫测定	108
一、放射免疫测定(RIA)	108
二、免疫放射测定(IRMA)	116
第3节 酶免疫技术	119
一、酶标固相免疫测定(ELISA)	119
(一) 原理和类型	119

(二) 实施中的几个问题	123
(三) 应用	129
二、酶免疫放大测定法 (EMIT)	130
三、酶免疫定位技术	131
(一) 原理和类型	131
(二) 实施及应用	133
第4节 标记葡萄球菌A蛋白(SPA)的制备和应用	133
一、SPA 的鉴定	134
二、SPA 的标记	134
三、标记 SPA 的应用	135

第20章 免疫球蛋白的测定

第1节 单向免疫扩散法测定 IgG、IgA、IgM	137
第2节 火箭免疫电泳测定 SIgA	142
第3节 放射免疫单扩散法测定 IgD	144
第4节 反向间接血凝法测定血清总 IgE	146
第5节 异常免疫球蛋白的免疫电泳分析	147
一、单细胞系异常免疫球蛋白	148
二、多细胞系异常免疫球蛋白	150
三、免疫缺陷症	150

第21章 补体的测定

第1节 概述	151
一、补体系统的组成及其理化特性	151
二、补体系统的激活	152
三、补体的测定	152
第2节 血清中总补体活性的检测	152
第3节 C_3 的定量测定	154
第4节 C_4 的定量测定	156
一、单向免疫扩散法	156
二、火箭电泳法	157
第5节 补体测定的临床意义	157
一、血清补体水平升高	158
二、血清补体水平降低	158

第22章 几种血浆蛋白的测定

第1节 概述	159
--------	-----

第2节 凝血系统类蛋白的测定	159
一、凝血因子 VIII 相关抗原的测定	159
二、纤维蛋白原的测定	161
三、纤维蛋白原降解产物的测定	162
四、抗凝血酶 III 的测定	163
第3节 运输蛋白类的测定	164
一、转铁蛋白的测定	164
二、铜蓝蛋白的测定	167

第23章 细菌感染的免疫学诊断

第1节 细菌感染与免疫	169
一、细菌的致病性	169
二、抗细菌感染的免疫机理	169
三、细菌感染疾病的免疫学诊断	170
第2节 与链球菌感染有关疾病的血清学诊断	170
一、抗链球菌溶血素“O”试验	171
(一) ASO 溶血试验	171
(二) ASO 胶乳凝集试验	174
二、抗链激酶试验	175
三、抗链球菌透明质酸酶测定	176
四、C 反应蛋白的检测	179
(一) 毛细管沉淀试验	179
(二) 胶乳凝集试验	179
第3节 流行性脑脊髓膜炎的血清学诊断	181
一、间接凝集试验	181
二、间接荧光抗体试验	183
三、酶标固相免疫测定	183
四、杀菌力试验	184
第4节 肠热症的血清学诊断	186
肥达试验	186
第5节 布鲁菌病的血清学诊断	189
一、试管凝集试验	190
二、不完全抗体试验	191
第6节 麻风病的血清学诊断	192
间接荧光抗体吸收试验	192

第24章 螺旋体和立克次体感染的免疫学诊断

第1节 钩端螺旋体病的血清学诊断	195
一、凝集溶解试验	195

二、补体结合试验	196
三、间接炭凝试验	198
四、胶乳凝集试验	199
五、间接血凝试验	200
六、间接荧光抗体染色法	201
第2节 梅毒的血清学诊断	202
一、康氏试验	203
二、华氏试验	205
第3节 立克次体病的血清学诊断	207
变形杆菌凝集试验	207

第25章 病毒感染的免疫学诊断

第1节 概述	210
一、病毒感染与免疫	210
二、病毒感染的免疫学诊断	210
第2节 病毒性肝炎的血清学诊断	212
一、肝炎病毒感染的血清学标志	212
二、甲型肝炎抗原及其抗体的检测	216
(一) 甲型肝炎抗原的检测	216
(二) 甲型肝炎 IgM 抗体的检测	219
三、乙型肝炎表面抗原(HBsAg)的检测	221
(一) 对流免疫电泳	222
(二) 对流电泳放射免疫自显影法	223
(三) 反向间接血凝试验	223
(四) 酶标固相免疫测定	224
(五) 固相放射免疫测定	225
四、抗乙型肝炎表面抗原的抗体(抗 HBs)的检测	226
(一) 间接血凝试验	226
(二) 酶标固相免疫测定	227
(三) 固相放射免疫测定	228
五、乙型肝炎 e 抗原及其抗体的检测	229
酶标固相免疫测定法检测 HBeAg 及抗 HBe	230
六、抗乙型肝炎核心抗原的抗体(抗 HBe)的检测	232
(一) 免疫粘连血凝试验	232
(二) 酶标固相免疫测定	233
第3节 流行性感冒的血清学诊断	235
一、血凝抑制试验	236
二、补体结合试验	239
第4节 流行性乙型脑炎的血清学诊断	242
一、血凝抑制试验	242
二、补体结合试验	245

三、中和抗体的检测	246
第5节 风疹的血清学诊断	248
一、血凝抑制试验	248
二、血凝抑制试验检测 IgM 和 IgG 抗体	249
三、中和试验	250
第6节 传染性单核细胞增多症的血清学诊断	251
一、初步嗜异性凝集试验	251
二、鉴别嗜异性凝集试验	252

第26章 寄生虫病的免疫学诊断

第1节 概述	254
第2节 血吸虫病的免疫学诊断	255
一、皮内试验	256
二、环卵沉淀反应	256
三、间接血凝试验	259
四、酶标固相免疫测定	260
第3节 疟疾的血清学诊断	260
间接荧光抗体试验	260
第4节 弓形虫病的免疫学诊断	262
一、染色试验	262
二、补体结合试验	263
三、间接血凝试验	264
四、间接荧光抗体试验	265
第5节 旋毛虫病的免疫学诊断	266
胶乳凝集试验	266
第6节 棘球蚴(包虫)病的免疫学诊断	266
一、皮内试验	266
二、间接血凝试验	267

第27章 肿瘤的免疫学诊断

第1节 原发性肝癌的血清学诊断	268
甲种胎儿蛋白的检测	268
一、反向间接血凝试验	269
二、琼脂免疫扩散试验	271
三、对流免疫电泳	271
四、火箭免疫电泳	273
五、放射火箭免疫电泳	274
六、放射免疫测定	276
第2节 鼻咽癌的血清学诊断	277

第3节 直肠、结肠癌的血清学诊断	280
癌胚抗原的检测	280
一、放射免疫测定	280
二、酶标固相免疫测定	281

第28章 自身免疫病的免疫学诊断

第1节 类风湿因子的检测	283
一、间接血凝试验	283
二、致敏胶乳凝集试验	284
第2节 抗核抗体的检测	285
一、大白鼠肝印片间接荧光抗体法	285
二、间接血凝试验	286
第3节 抗线粒体抗体的检测	287
第4节 抗平滑肌抗体的检测	289
第5节 抗甲状腺球蛋白抗体和抗甲状腺微粒体抗体的检测	290
一、抗甲状腺球蛋白抗体的检测	290
二、抗甲状腺微粒体抗体的检测	291
第6节 免疫不育症的血清学诊断	292
一、概述	292
二、抗精子抗体的检测	292
(一) 精子凝集试验	292
(二) 精子制动和细胞毒试验	294
(三) 间接荧光抗体法	295
(四) 抗精子核抗体的检测	296
三、抗透明带抗体的检测	297
第7节 循环免疫复合物的检测	298
一、聚乙二醇沉淀试验	298
二、C ₁ q 结合试验	299
(一) 同位素碘标记的 C ₁ q 结合试验	299
(二) 酶标记的 C ₁ q 偏向试验	300
三、牛胶固素的酶标固相免疫测定	302
四、单株类风湿因子沉淀试验	303
五、Raji 细胞放射免疫试验	304
六、检测方法评价和临床意义	305

第13章 抗原抗体反应概论

抗原抗体反应又称血清学反应,一般是用含抗体的免疫血清检测抗原,或用特异性抗原检测血清中的抗体,在临床检验中通称为血清学诊断。本章叙述与这方面有关的抗原抗体反应基本概念。

第1节 抗 原

抗原是特异性免疫的激发剂和感应剂,它进入体内能激发机体免疫细胞发生特异的免疫应答,包括激发机体产生特异性抗体和致敏的淋巴细胞,并能与由它激发产生相应的抗体及致敏的淋巴细胞发生特异的免疫反应。

一、抗原的种类

按照抗原的性能分为下列各类。

(一) 完全抗原和半抗原

1. 完全抗原:又称免疫原。它具有①免疫原性,即单独能激发免疫细胞产生抗体或形成致敏的淋巴细胞,亦即能引起机体发生免疫应答;②反应原性,即能与相应的抗体或致敏的淋巴细胞相结合而出现体液或细胞免疫反应。属于完全抗原的都是异种蛋白质及复杂结构的大分子多糖或糖脂蛋白复合物,因它们能在体内存留较久,发挥异物的免疫刺激作用。

2. 半抗原:又称不完全抗原,它的特点是:①只有反应原性;②它本身独自没有免疫原性,只有与高分子胶体物质(如蛋白质)或不溶性颗粒(如聚苯乙烯胶乳颗粒)结合后才获得免疫原性。这类半抗原主要是小分子的异物,包括有特异结构的多糖、多肽、类脂质、核酸、药物及其他化学品等。这类半抗原一旦与胶体或颗粒“载体”结合后,在结构上仍表现出半抗原特性。由半抗原载体复合物刺激机体产生的抗体或致敏的淋巴细胞对半抗原起特异的免疫反应,半抗原中只有一个结合价者,称为简单半抗原,只能与抗体结合,不能出现沉淀反应。

(二) 特异性抗原和共同抗原

1. 特异性抗原:这是某种类型物体中特有的抗原性成分,具有独特的抗原决定簇。又可分下列几种。

(1) 种特异性抗原(species specific antigen):例如各种微生物各含有种属特异性抗原,人和各种动物的血清蛋白也具有种属特异性。

(2) 组特异性抗原(group specific antigen):例如溶血性链球菌分A、B、C、D…等组,各有组特异性抗原。

(3) 型特异性抗原(type specific antigen):例如在A组溶血性链球菌中有各种含有型特异性抗原的血清型。

(4) 器官特异性抗原:例如人脑、心肌原纤维及胃壁等,与其他动物的脑、心肌原纤维及

胃壁属相同的器官,各有类似的器官特异性抗原。

(5) 组织特异性抗原:例如心肌膜与骨骼肌肌膜,肾与肺毛细血管基底膜的抗原成分相同,属于组织特异性抗原。

2. 共同抗原:这是在两种或两种以上物体中,除含有本身特异性抗原外,又含有彼此部分相同的抗原,故称为共同抗原或类属抗原或交叉反应抗原。由它们激发产生的抗体称为类属抗体或交叉反应性抗体。它们能彼此发生交叉反应。除一般通称的类属抗原外,最特殊的是嗜异性抗原。

(1) 类属抗原(group antigen):这是两种无关的物体具有相同的抗原成分,例如溶血性链球菌的胞浆膜抗原与人心肌原纤维、骨骼肌纤维及小动脉平滑肌纤维中的抗原成分相同;又该菌的胞壁内多糖抗原与人心肌膜的糖蛋白抗原相似;胞壁中M蛋白成分与各部位毛细血管基底膜抗原相同;人A血型抗原与XIV型肺炎双球菌荚膜多糖抗原相似;人B血型抗原与某些株大肠杆菌抗原相同。它们都可与产生的抗体分别发生交叉反应。

(2) 嗜异性抗原(heterophile antigen):这是泛指在各种无关的动植物间存在的相似抗原,当它们进入不含此抗原的生物体内可刺激机体产生嗜异性抗体。最典型的嗜异性抗原是Forssman抗原,存在于马、犬、猫、羊、鸡、小鼠等的肝、肾、脑等各种组织中。这是一种含氨基葡萄糖的多糖成分,属半抗原。

(三) 异种抗原、同种抗原和自身抗原

1. 异种抗原:这是在不同的生物体间能引起免疫应答的抗原,例如人的组织成分对动物是异种抗原;微生物成分及动物组织成分对人也是异种抗原;不同动物之间也如此。

2. 同种抗原:亦称同种异型抗原或同族抗原,这是在同一种族中各个体间稍有差异的抗原,例如人类有不同的血型抗原(ABO、Rh等),个体间有相异的组织相容性抗原[即人白细胞抗原(HLA)]等,这些抗原在同种不同个体间可引起免疫应答。

3. 自身抗原:这是自体内固有的抗原成分,通常对自体不引起免疫应答,但在下列情况下可引起自身免疫;皆属于内源性抗原。

(1) 隐蔽抗原:这是从胚胎期至出生后始终隐蔽在自体器官组织中的抗原成分。例如眼内晶状体蛋白和葡萄膜色素蛋白,睾丸内的精子,脑脊髓神经细胞的鞘磷脂等。这些成分从未与自体内免疫细胞接触过,若一旦因某些原因(如外伤或炎症)逸出被包围的组织,与淋巴细胞接触时,即被认为是“非我”的抗原异物,遂引起免疫应答,造成自身免疫。

(2) 改变的自身抗原:自身抗原因受物理(冷、热、射线)、化学(药物及其他化学品)或生物因素(如微生物感染)的影响,使分子结构或部分抗原决定簇的特性发生改变,或由于自身抗原与药物成分或微生物成分共同组合成为新抗原,都失去或部分失去原有自身抗原的特性,而成为“非我”的异样抗原,能引起自身免疫应答。

(3) 共有抗原:这是外来的异物中有部分成分与自体内成分类似或共有,当外来的异物中掺有其他异样成分构成的复合抗原进入体内,即被认为是抗原异物。例如A组溶血性链球菌胞壁中的M蛋白、多糖及胞浆膜内成分皆分别与体内各部毛细血管基底膜成分、心肌膜的糖蛋白、心肌原纤维及骨骼肌纤维的蛋白成分类似,口咽部感染链球菌后,由于这些成分的免疫刺激引起自身免疫,可造成肾小球肾炎、关节炎、风湿热及心脏病等。

二、抗原的决定簇和结合价

(一) 抗原决定簇

抗原决定簇是构成抗原性能所必需的最低的化学亚单位,大多存在于抗原物质的表面,但也有存在于抗原物质的内部,须经酶或其他方式降解后才暴露出来。

抗原决定簇是由一定数量的化学基团特定排列构成。例如在天然抗原中,构成一个抗原决定簇所必需的成分是:在蛋白质抗原中每个抗原决定簇所含的氨基酸数目约为 5~7 个(图 13-1),其中若有一个氨基酸的种类或排列序列不同即可构成抗原特异性的差异;在碳水化合物抗原中每个抗原决定簇所含的己糖(六碳糖)单位合适数约为 6 个;核酸半抗原的每个抗原决定簇含有 6~8 个核苷酸。这些特殊结构的抗原决定簇大多是存在于抗原分子一级结构的末端部位或埋藏于分子中,后者须经降解以改变抗原分子的三级或四级结构后才显露出来。有人从溶菌酶分子中分离出 20 个氨基酸的环形物(图 13-2 中第 64~83 号氨基酸)即是它的抗原决定簇。如将这 20 个氨基酸环形物与合成的多肽载体分子联结后,能激发机体产生抗溶菌酶抗体,该抗体能与 20 个氨基酸环形物及完整的溶菌酶分子起特异免疫反应。在抗原的决定簇中凡能授予免疫原性,又能与相对应的抗体或致敏的淋巴细胞提供最大的结合能量者,称为免疫显性基团。上述溶菌酶分子中的 20 个氨基酸环形物即是溶菌酶分子的免疫显性基团。

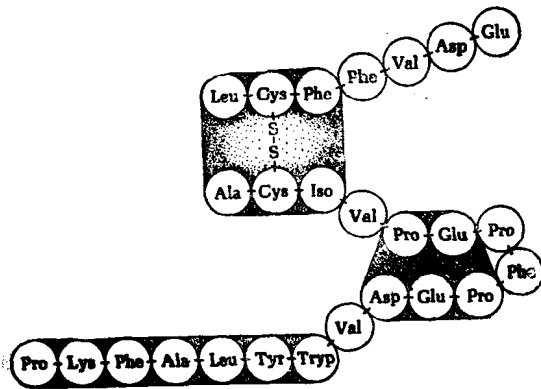


图 13-1 肽链中的三个抗原决定簇结构
在黑点框内 5~7 个氨基酸呈线形或非线
形排列的皆是抗原决定簇

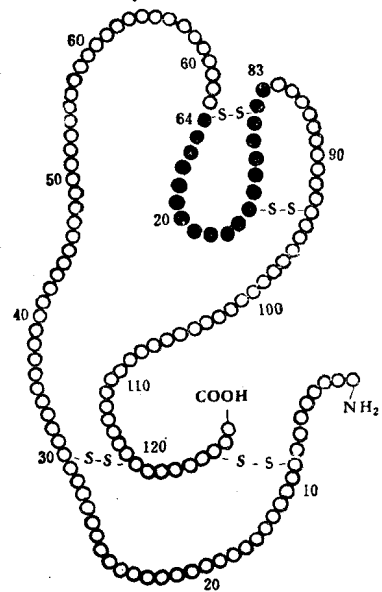


图 13-2 鸡蛋白溶菌酶的氨基酸序列及抗原决定簇

(二) 抗原的结合价

抗原分子上含有抗原决定簇的数目即是它的结合价。抗原大多为多价,例如牛血清白蛋白有 18 个抗原决定簇,甲状腺球蛋白有 40 个抗原决定簇。但有些抗原的决定簇较少,甚至只有一个抗原决定簇。这种单价的抗原主要是简单的半抗原。

抗原的结合价可能有一部分包藏在整个分子结构中,只在该抗原分子被酶降解后才暴露

出来。例如牛血清白蛋白,分子量为 70,000,完整的分子表面原来只有六个功能结合价,但用酶消化后分解成 9 条肽链,每条肽链都能与相应的抗体发生沉淀反应。按沉淀反应的出现,必须在抗原上至少有两个结合价才能与抗体相互结合和交替联结而出现凝聚现象,由此推断牛血清白蛋白共有 18 个抗原决定簇。

第 2 节 抗 体

抗体是指能与抗原特异结合而具有特定结构的球蛋白(主要是 γ 及部分 β 球蛋白),可以发挥免疫效用和发生免疫反应,故又称为免疫球蛋白(immunoglobulin,简称 Ig)。

一、抗体的种类

根据抗体的不同性能分为下列主要各类。

(一) 天然抗体和免疫抗体

抗体都是由 B 淋巴细胞分化发展成浆细胞产生的。其中由细胞内遗传的基因先天决定而自然产生的抗体,称为天然抗体,例如人血清中的 ABO 血型抗体(α 和 β 同族血球凝集素)及所谓正常调理素或天然杀菌抗体等。它的产生不需要抗原刺激,一般也不受其他因素影响。但是通常所称的抗体都是指由抗原刺激 B 淋巴细胞(常需先经巨噬细胞加工处理和 T 淋巴细胞参加协作)转化成浆细胞产生的,即是经过抗原免疫作用过程而应答产生的,故称为免疫抗体。例如注射疫苗或受微生物感染时,由疫苗或病原体中的特定抗原刺激产生特异性抗体。

(二) 完全抗体和不完全抗体

两者都是免疫球蛋白,但与抗原结合和出现反应的性能不同,特点如下。

1. 完全抗体:是一般所指的抗体,又称典型抗体,结构完全,都具有两个或两个以上结合部位,能在生理盐水中与颗粒性抗原结合并相互凝聚出现凝集反应。这类抗体一般在抗原刺激后较早产生,大多为 IgM 和 IgG,不耐热(70°C , 30 分钟破坏)。

2. 不完全抗体:又称不典型抗体。分子长度较短或两个结合部位中有一个无活性,故曾称单价抗体。在生理盐水中虽能与抗原单价结合,但因不能相互联结,不出现凝集反应,但能阻断典型抗体发生凝集现象,故又名阻断抗体,可是它在含有白蛋白或血清的胶体溶液中却能发生凝集反应。这类抗体在免疫晚期产生,特别在抗原持久刺激使抗体成熟过度所致(又称成熟抗体或超免疫抗体),皆属于 IgG,能耐 70°C 30 分钟不被破坏,由于分子体积较小,易通过胎盘进入胎儿体内造成危害。由药物所致的过敏性溶血性贫血、白细胞减少症及血小板减少性紫癜,自身免疫性溶血性贫血及母胎间 Rh 血型不同所致的新生儿溶血症等皆常产生不完全抗体。

(三) 异种抗体、同种抗体和自身抗体

1. 异种抗体:是以异种抗原在不同种的生物体内进行免疫产生的抗体。通常以人工免疫或自然免疫产生的抗体都属于此类。

2. 同种抗体:亦称同种异型抗体或同族抗体,是在同一种族不同个体间产生的对同种异型抗原的抗体,例如人的 ABO 血型同族抗体,经产妇或多次输血或器官移植后产生的抗组织相容性抗原(HLA)的抗体,产妇和输血后产生的抗 Rh 血型的抗体等。

3. 自身抗体:是对自身成分产生的抗体,能与自身组织成分结合发生反应,常可造成自

身免疫病。常见的有抗核抗体(全身性红斑狼疮等),类风湿因子(类风湿关节炎),抗甲状腺球蛋白抗体(慢性甲状腺炎)等等。

(四) 嗜异性抗体

是对不同种属间存在的不同抗原所产生的抗体,能与这种共同抗原(嗜异性抗原)发生交叉反应,最典型的是 Forssman 嗜异性抗体,见于患传染性单核细胞增多症病人。

二、抗体的结构

一切抗体成分都是免疫球蛋白(Ig),是属于血清中电泳移动较慢的球蛋白成分,其中绝大部分是丙种(γ)球蛋白,一部分是乙种(β)球蛋白。按其化学结构的特性可分为五类,即 IgG, IgA, IgM, IgD 及 IgE。各类免疫球蛋白是由一至几个单体组成,每一个单体的基本结构有四条肽链,包括两条重链(heavy chain,简称 H)和两条轻链(light chain,简称 L),各条链之间由二硫键联结(见图 13-3)。

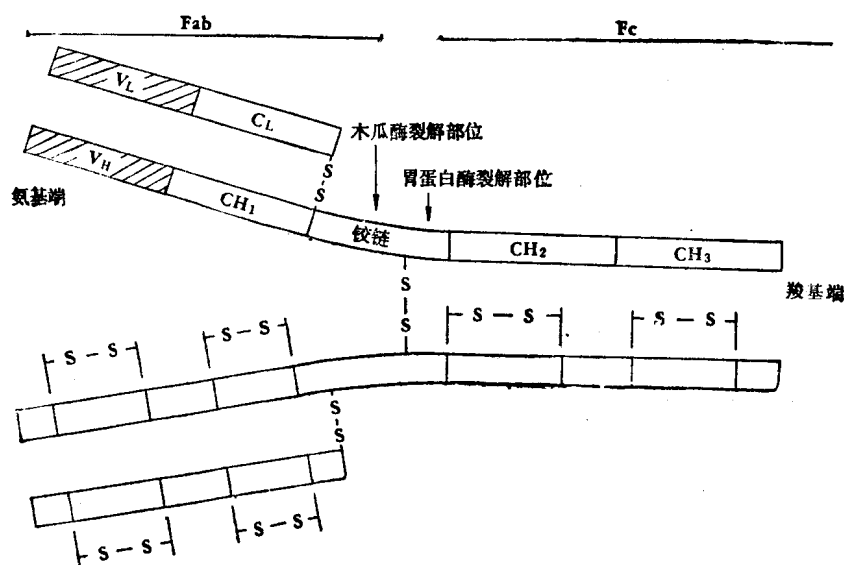


图13-3 免疫球蛋白(IgG)的结构

(一) 重链(H 链)

其分子量为50,000~70,000,由420~460个以上氨基酸组成。根据其化学特性有 α 、 γ 、 μ 、 δ 及 ϵ 之分,分别构成 IgA(α), IgG(γ), IgM(μ), IgD(δ)及 IgE(ϵ)。每条重链分4段,各段约含110个氨基酸,接近氨基端(N-端)的第一段,其中氨基酸的种类及排列序列随抗体的种类而异,故称为可变区(简称 V_H)。其余三段为重链恒定区1、2、3段(简称 CH_1 , CH_2 , CH_3),少数 Ig 重链有 CH_4 ,其中氨基酸的种类及排列序列皆恒定不变。重链恒定区第一段(CH_1)与第二段(CH_2)之间有一铰链区,可使免疫球蛋白的 Fab 段和 Fc 段自由伸屈。各类 Ig 皆有“种”的特异性,即人与动物及各种动物间的 Ig 不相同。

(二) 轻链(L 链)

其分子量为22,500,由213~216个氨基酸组成。每条轻链分两段,每段约含110个氨基酸。靠近 N 端的第一段为轻链的可变区(简称 V_L),其中氨基酸的种类及排列序列亦随抗体

的种类而不同。靠近C端的一段为轻链的恒定区(简称 C_L)，其中氨基酸的种类及排列序列皆恒定不变。轻链有两种类型，即 κ 型(kappa)轻链和 λ (lambda)轻链。五类免疫球蛋白轻链性质皆相似，或是 κ 型或是 λ 型，但绝无同时有这两型的混合型。

(三) Fab 和 Fc

免疫球蛋白分子中重链的 VH 及 CH_1 与轻链的 VL 及 CL 合在一起组成的部分称为抗原结合片段(简称 Fab 段)，这是抗体分子上能与抗原呈特异结合的部位。一个单体免疫球蛋白有两个结合部位(例如 IgG)，二聚体(如分泌性 IgA)及五聚体(IgM)则有 4~10 个结合部位。免疫球蛋白中重链的 CH_2 及 CH_3 合在一起称为 Fc 段。

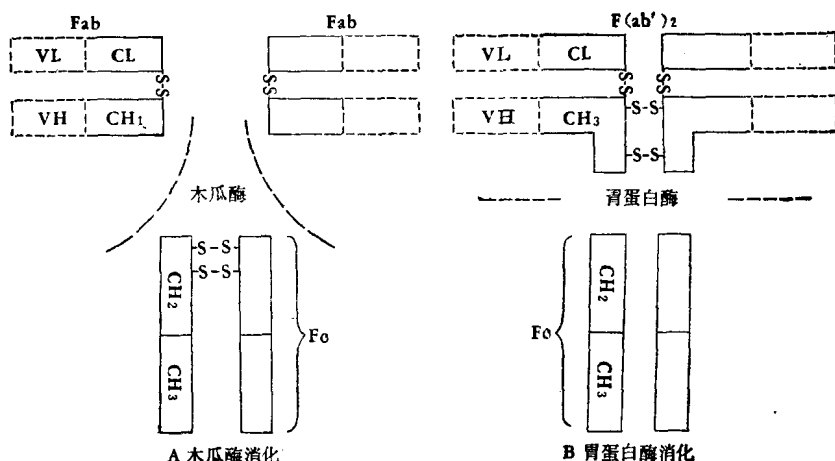


图13-4 IgG 分子的水解片段

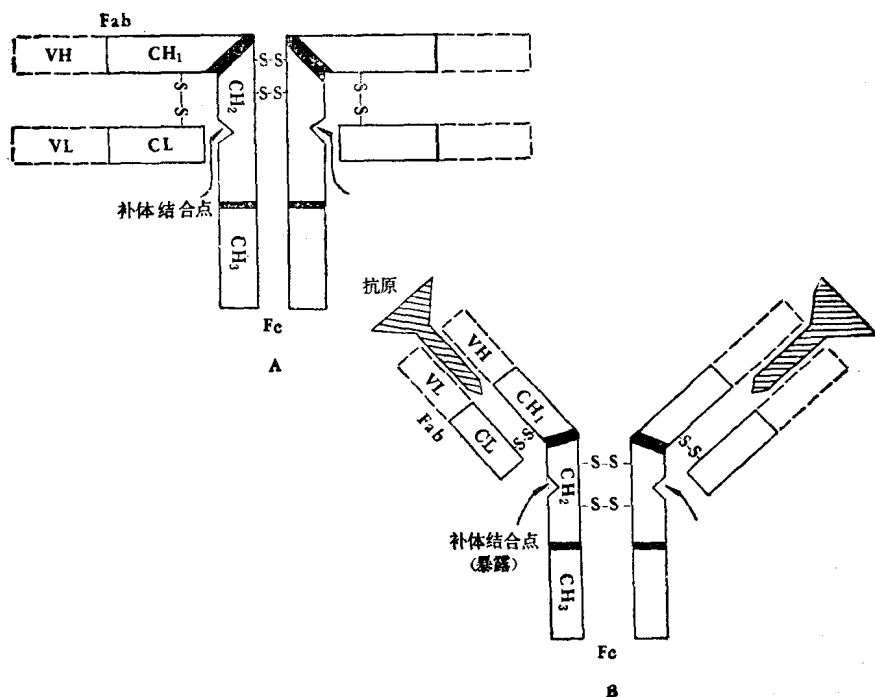


图13-5 免疫球蛋白未与抗原结合(A)及与抗原结合后(B)的形式