

9701154

兽医免疫学图解

舒立中编

SHOUYI
MIANYIXUE
TUJIE

西北民族学院研究所

一九八四·八

前 言

免疫学是近年来发展较迅速的一门学科，它已由原来的细胞水平进入到分子水平，并且即将进入基因调控免疫反应的新时期。它的发展将影响到许多边缘学科的发展，如免疫生物学、免疫生化学、免疫生理学、免疫病理学、免疫药理学、免疫遗传学、临床免疫学等。

在教学过程中由于兽医免疫学的一些基本概念和理论难以理解、不便记忆，常普遍采用图表的方式进行直观教学，使一些复杂的抽象的概念具体化，便于理解和记忆。为方便教学，给广大师生提供一个系统的资料，遂将各有关书籍资料中的图一百六十六份，表八十三

份汇编成册，加以解说，并根据兽医免疫学的讲授内容进行分类。以供兽医专业的师生及广大基层兽医工作者学习参考之用。

本书共分为免疫、特异性免疫、非特异性免疫和变态反应四部分，着重介绍了免疫器官及免疫反应的细胞基础，抗原概述、免疫球蛋白及抗体产生、抗原抗体反应、非特异性免疫，吞噬作用、补体系统、各型变态反应等问题。

相信本书对从事本专业的教学人员、大中专学生及广大基层兽医工作者将有所裨益，但由于时间、水平及条件所限，不足及错误之处再所难免，望同道予以批评指正。

编 者

一九八三年十二月五日

目 录

一、免疫:	(1)
(表 1: 免疫的分类。	(1)
(表 2: 抗传染免疫的分类。	(2)
二、特异性免疫:	(4)
(一) 免疫器官及免疫反应的细胞基础	(4)
图 1: 免疫反应的形成过程。	(4)
图 2: 特异性免疫反应的形成过程。	(5)
图 3: 骨髓淋巴细胞(干细胞)分化图解。	(7)
图 4: 淋巴细胞功能分化示意图。	(9)
图 5: 活化的淋巴细胞形成。	(11)
图 6: 在个体内 T、B 淋巴细胞发生过程。	(13)
图 7: 免疫活性细胞的起源。	(13)
图 8: 淋巴细胞的来源、分化和迁徙示意图。	(13)
图 9: 不同寿命的淋巴细胞在组织中的分布。	(15)
图 10: 哺乳动物的免疫器官。	(16)
图 11: 禽类的胸腺和法氏囊。	(17)
图 12: 不同年令的人胸腺重量和结构的变化。	(18)
图 13: 法氏囊的位置与结构模式图。	(18)
图 14: 淋巴结的结构示意图。	(20)
图 15: 一部分脾脏结构示意图。	(22)
图 16: 一小块脾脏的结构示意图。	(22)

图17: 免疫器官的相互关系。	(23)
图18: 浆细胞结构示意图。	(24)
图19: 电镜下粗面内质网示意图。	(26)
图20: 淋巴细胞 (A) 和浆细胞(B)的主要 结构特点。	(26)
图21: 淋巴细胞的内部结构。	(29)
图22: 淋巴细胞的循环。	(29)
图23: 淋巴结中 B细胞和 T细胞的分布。	(29)
图24: 脾脏中T细胞和 B细胞的分布。	(31)
图25: 淋巴结的胸腺依赖区和非胸腺依赖区。	(31)
图26: 淋巴细胞演化及与其他血细胞的关系。	(31)
图27: T淋巴细胞结构模式图。	(32)
图28: 不同生命期淋巴细胞在各种淋巴器官 中的分布。	(33)
图29: 小淋巴细胞参与再循环的主要途径示 意图。	(33)
图30: 小鼠 T细胞在胸腺内成熟的一个模式图。	(34)
图31: T细胞的生活周期。	(35)
表 3: 人 T、B细胞的特性。	(35)
表 4: 两类淋巴细胞的比较。	(38)
表 5: 淋巴细胞亚群在各种淋巴器官的分布。	(38)
表 6: B细胞系统演化不同阶段的特性。	(38)
表 7: T细胞系统演化不同阶段的特性。	(40)
图32: B细胞活化的三种模式。	(40)
图33: 淋巴细胞的直接细胞毒作用四个型别 示意图。	(42)

表 8:	淋巴因子的名称。	(42)
表 9:	淋巴因子的某些理化特性。	(45)
图 34:	抗原激活的淋巴细胞释放淋巴因子及其对其他细胞的作用。	(46)
表 10:	几种淋巴因子的性状。	(46)
表 11:	T 细胞与 B 细胞性质的比较。	(49)
表 12:	T 细胞、B 细胞与 K 细胞的比较。	(52)
表 13:	T 细胞与 B 细胞表面受体。	(52)
表 14:	T 细胞亚群 (按功能分类)	(54)
表 15:	T _m 与 T _G 细胞的主要特征。	(55)
表 16:	T _m 和 T _G 细胞在人体组织中的分布。	(56)
图 35:	体液免疫反应中细胞的相互作用。	(56)
图 36:	淋巴因子作用原理示意图。	(56)
图 37:	淋巴因子是由活化的淋巴细胞产生的可溶性物质。	(60)
图 38:	趋化因子。	(61)
图 39:	趋化因子在炎症及免疫反应中的作用示意图。	(61)
(二) 抗原概述:		
表 17:	抗原的分类。	(63)
表 18:	抗原天然存在或人工合成的分类。	(64)
表 19:	抗原化学成份的分类。	(65)
表 20:	自身抗原。	(65)
表 21:	血清白蛋白抗原的各种多肽决定簇。	(66)
图 40:	肠道菌多糖抗原的分布。	(67)
表 22:	不同蛋白分子抗原决定簇的数目。	(68)

- 表23: 决定簇的主体异构现象对抗原特异性的影响。(68)
- 图41: 谷氨酸、酪氨酸连接在多聚丙氨酸的位置与抗原性强弱的关系。(70)
- 表24: 强酸基对抗原特异性的影响。(70)
- 表25: 羧基的空间分布对抗原特异性的影响。(70)
- (三) 抗体产生及免疫球蛋白:(73)
- 图42: 抗体产生原理——诱导学说。(74)
- 图43: 抗体产生原理——选择学说: 细胞水平。(75)
- 图44: 抗体产生原理——选择学说: 分子水平。(76)
- 图45: 侧锁学说模式图。(77)
- 图46: 加以修改的直接模板学说。(78)
- 图47: Pauling模板学说的模式图。(79)
- 图48: IgG的结构示意图。(79)
- 图49: IgG分子构造模式图。(87)
- 图50: 7s免疫球蛋白的结构模式图。(87)
- 图51: 免疫球蛋白的四链基本结构。(87)
- 图52: 免疫球蛋白的基本结构示意图。(87)
- 图53: 一个IgG分子结构的图解模型。(87)
- 图54: IgG分子结构示意图。(87)
- 图55: 免疫球蛋白的基本结构示意图。(87)
- 图56: IgG1(Eu)的结构。(87)
- 图57: IgG1分子结构图。(87)
- 图58: IgG立体结构模式图。(87)
- 图59: IgG(Eu)的结构。(87)
- 图60: 轻链和重链高度可变区的立体并置形成抗原结合

部位。	(88)
图61: 亲和标记。	(89)
图62: 抗体分子的抗原结合位置。	(90)
图63: Ig G分子图解。	(91)
图64: 二型轻链的结构。	(92)
图65: 抗原结合区的立体构型变化。	(93)
图66: Ig G分子功能区之生物学功能和特性。	(93)
图67: 免疫球蛋白功能区示意图。	(93)
表26: Ig G分子各功能区之生物学功能。	(93)
表27: Ig G功能区的特性。	(93)
图68: Ig G1 (X) Fab'段功能区X线衍射分析。	(94)
图69: 超变区在V _L —V _H 对中的位置示意图。	(98)
图70: Ig G分子结构及功能的模式图。	(98)
表28: 免疫球蛋白变化区的高变区。	(98)
表29: 人类Ig的分类及其肽链组成。	(99)
图71: 免疫球蛋白的酶降解示意图。	(99)
图72: Ig G分子的构型变化。	(101)
图73: 五种免疫球蛋白的结构模式图。	(102)
表30: 抗体免疫球蛋白类型。	(104)
图74: Ig G的片断。	(105)
图75: Ig M和分泌Ig A的多分子结构。	(106)
图76: Ig M结构示意图。	(106)
图77: 分泌型Ig A结构示意图。	(106)
图78: Ig A的结构模式图。	(106)
图79: Ig M分子结构示意图。	(106)
图80: 双体 (分泌型) Ig A。	(106)

- (88) 三体 Ig A (111)
- (08) IgM 的结构模式图。 (111)
- (00 表31: 人 IgG 各亚类的特性。 (111)
- (10 图81: 分泌型 Ig A 合成示意图。 (111)
- (20 表32: 畜、禽血清和分泌物中 Ig A 的含量 (112)
- (20) (mg/100ml) (112)
- (20 表33: 人类 L 链亚型 N 端的前 20 个氨基酸顺序 (112)
- (20 表34: 家畜(禽)血清免疫球蛋白平均值 (114)
- (20) (mg/100ml) (114)
- (20 表35: 免疫球蛋白的主要理化性质与性能。 (114)
- (20 表36: 人各类免疫球蛋白的性状比较。 (114)
- (20 图82: IgG 分子的分析。 (115)
- (20 图83: 本抗原和在电子显微镜下用来显示免疫球蛋白分子的技术。 (121)
- (20) (121)
- (20 表37: 抗体研究简史。 (123)
- (20 表38: 轻链 (K 链) 的同种异型。 (125)
- (20 表39: 产生不同免疫球蛋白的浆细胞组织。 (125)
- (20 表40: 家畜及人免疫球蛋白的类别及亚类。 (125)
- (20 表41: 人类 IgG 亚类的特性。 (126)
- (20 表42: 人 IgG 亚类的基本特性。 (126)
- (20 表43: 免疫球蛋白特异抗原决定基。 (130)
- (20 表44: 家畜初乳内的免疫球蛋白水平。 (134)
- (20 表45: 家畜乳汁内的免疫球蛋白水平。 (134)
- (20 表46: 家畜的免疫球蛋白。 (134)
- (20 表47: 免疫球蛋白血清学的异质性。 (135)
- (20 表48: 各种免疫球蛋白的生物学特性。 (135)

- (38 表49: 免疫球蛋白的理化与免疫学特性。(135)
- (78 表50: 五种免疫球蛋白的一些特性。(135)
- (07 表51: 各种免疫球蛋白的抗体活性。(145)
- (17 表52: 家畜的免疫球蛋白G。(145)
- (27 表53: 不同年龄组正常人血清中免疫球蛋白
水平。(156)
- (37 图84: 初次及二次抗体反应时, IgM及IgG的变动情
况。(146)
- 图85: 免疫球蛋白分子的合成及分泌。(149)
- (57 图86: 抗体差异性的第一个理论。(150)
- (67 图87: 抗体差异性的第二个理论。(150)
- (87 图88: 抗体差异性的第三个理论。(151)
- (97 图89: 初次反应与再次反应示意图。(151)
- (08 图90: 回忆反应示意图。(153)
- (08 图91: 亲和力。(155)
- (四) 抗原抗体反应:(156)
- (28 图92: 抗原抗体反应原理。(156)
- (38 图93: 沉淀反应的最适比和带现象。(157)
- (48 表54: 抗原抗体的各种反应。(157)
- (58 表55: 各种抗原抗体的敏感性。(157)
- (78 表56: 凝集素吸收试验示例。(161)
- (78 图94: 间接血凝示意图。(162)
- (78 图95: 间接凝集和凝集抑制试验原理示意图。(163)
- (88 图96: 抗球蛋白 (Coombs) 试验原理示意图。(163)
- 图97: 抗球蛋白或 Coombs 试验反应。(164)
- (98 表57: 抗球蛋白消耗试验 (164)

- (88) 图98: 沉淀反应的格子学说。(166)
- (89) 图99: 定性凝胶沉淀技术。(167)
- (90) 图100: 平板双扩散试验。(170)
- (91) 图101: 单向单扩散和单相双扩散。(171)
- 图102: 双向单扩散示意图。(172)
- (92) 图103: 双向琼脂扩散示意图。(172)
- (93) 图104: 抗原抗体间沉淀线的位置及弧形。(174)
- (94) 图105: 抗球蛋白反应(Rh血型测定)原理示意图(175)
- (95) 图106: 抗原抗体的比例与其形成复合物大小的
关系。(175)
- (96) 图107: 定量免疫扩散技术。(176)
- (97) 图108: 双向琼脂扩散试验示意图。(178)
- (98) 图109: 沉淀线基本图形。(179)
- (99) 图110: 参与免疫反应的抗原抗体情况。(180)
- (100) 图111: 双扩散琼脂板打孔法。(180)
- (101) 图112: 琼脂扩散类型示意图。(180)
- (102) 图113: 补体结合反应图解。(182)
- (103) 图114: 补体结合试验。(183)
- (104) 图115: 补体结合反应示意图。(184)
- (105) 图116: 血清抗球旦白试验。(185)
- (106) 图117: 免疫电泳。(187)
- (107) 图118: 玻片免疫电泳图形。(187)
- (108) 图119: 对流电泳图形。(187)
- (109) 图120: 免疫电泳。(188)
- (110) 图121: 全血清免疫电泳的图谱和用来显示含有沉淀抗
体的血清成分的方法。(189)

- (01 图122: 火箭电泳。 (189)
- (01 图123: 电免疫扩散法(火箭电泳) (189)
- (01 图124: 琼脂扩散抑制试验。 (191)
- (81 图125: 免疫荧光法 (191)
- (81 图126: 荧光抗体法 (191)
- (81 图127: 直接免疫荧光法与间接免疫荧光法
示意图 (195)
- (81 图128: 免疫荧光技术直接法示意图 (195)
- (71 图129: 免疫荧光技术间接法示意图 (195)
- (02 图130: 免疫荧光技术抗补体染色法示意图 (195)
- (22 图131: 免疫荧光法——直接法 (195)
- (22 图132: 免疫荧光法——间接法 (195)
- (22 图133: 免疫荧光法——补体法 (195)
- (22 图134: 直接(单层)荧光抗体技术 (195)
- (02 图135: 间接荧光抗体(双层)技术 (195)
- (22 表58: 荧光抗体法和荧光补体法 (195)
- (02 图136: 免疫酶法反应过程及原理示意图 (196)
- (22 图137: 酶标记抗体技术 (202)
- (22 图138: 免疫酶技术间接法 (203)
- (02 图139: 免疫酶技术双抗体(夹心)法 (203)
- (12 图140: ELISA间接法原理示意图
(酶联免疫吸附试验) (205)
- 图141: ELISA双抗体法原理示意图 (205)
- (22 图142: ELISA竞争抑制法原理示意图 (205)
- (22 表59: 酶联免疫吸附试验供氢体的特性 (208)
- (12 表60: 两种标记抗体技术的比较 (209)

- (98) 图143: 放射免疫测定的原理 (210)
- (98) 图144: 放射免疫测定的公式 (210)
- (10) 图145: 放射免疫测定原理示意图 (210)
- (10) 图146: 放射免疫测定的标准曲线示例 (213)
- (10) 图147: 放射免疫测定标准曲线 (213)
- 图148: 双抗体法原理 (213)
- (20) 图149: 固相放射免疫测定 (213)
- (20) 图150: 玫瑰花环试验原理 (215)
- (20) 图151: 单克隆抗体制备主要过程示意图 (217)
- 三、变态反应:** (220)
- (20) 表61: 变态反应的分型 (222)
- (20) 表62: 速发型与迟发型变态反应的区别 (222)
- (20) 表63: 变态反应的四种类型 (222)
- (20) 图152: 第一型变态反应发生机理示意图 (225)
- (20) 表64: I型变态反应图解 (226)
- (20) 图153: 肥大细胞(或嗜硷细胞)受不同刺激释放组织胺示意图。 (226)
- (20) 图154: 细胞溶解型发生过程示意图 (228)
- (20) 表65: II型变态反应图解 (228)
- (20) 表66: III型变态反应图解 (229)
- (20) 图155: 第四型变态反应发生示意图 (231)
- 表67: 第四型变态反应图解 (232)
- (20) 表68: 在第四型变态反应中起主要作用的淋巴因子 (233)
- (20) 图156: 第五型变态反应发生示意图 (233)
- (20) 表69: 长效甲状腺刺激素和促甲状腺素的区别 (234)

图157: 六个类型变态反应发生过程示意图	(234)
表70: 第一型与第三型变态反应的区别	(236)
表71: 速发及迟发型变态反应比较	(238)
四、非特异性免疫	(239)
表72: 各类生物对各类微生物的易感程度	(239)
表73: 先天性非特异性免疫举例	(240)
表74: 正常体液和组织中的抗微生物物质	(240)
(一) 吞噬作用:	(244)
表75: 参与机体防御的吞噬细胞	(244)
表76: 中性粒细胞的杀菌因素	(245)
图158: 吞噬细胞对细菌的吞噬和消化过程 示意图	(246)
图159: 吞噬杀菌机理的示意图	(247)
(二) 补体:	(248)
表77: 补体系统蛋白质的性状	(249)
表78: 补体系统各成分的理化性质(人)	(252)
表79: 豚鼠补体成分的理化性质	(252)
表80: 不同种动物新鲜血清中补体含量。	(253)
表81: 补体各成分的主要作用	(253)
表82: 补体抑制物的理化性状	(254)
表83: 激活补体系统的主要物质	(255)
图158: 激活补体的各种途径	(256)
图159: 补体激活经典途径反应示意图	(257)
图160: 补体激活的经典途径(免疫性溶血反应)	(260)
图161: 补体经典激活途径反应序列示意图	(260)
图162: 补体成分自液相转变成靶细胞膜表面固相的示	

(162)	43. 意图(补体经典激活途径反应)	(260)
(163)	图163: C ₁ q分子结构模式图。	(261)
(164)	图164: C ₃ 分子模式图	(261)
(165)	图165: 补体激活的C ₃ 旁路途径	(263)
(166)	图166: 补体激活旁路途径图解	(263)
(167)	44. 双抗体系统	(264)
(168)	45. 补体激活的旁路途径	(264)
(169)	46. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(170)	47. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(171)	48. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(172)	49. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(173)	50. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(174)	51. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(175)	52. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(176)	53. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(177)	54. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(178)	55. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(179)	56. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(180)	57. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(181)	58. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(182)	59. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(183)	60. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(184)	61. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(185)	62. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(186)	63. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(187)	64. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(188)	65. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(189)	66. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(190)	67. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(191)	68. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(192)	69. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(193)	70. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(194)	71. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(195)	72. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(196)	73. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(197)	74. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(198)	75. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(199)	76. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(200)	77. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(201)	78. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(202)	79. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(203)	80. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(204)	81. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(205)	82. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(206)	83. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(207)	84. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(208)	85. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(209)	86. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(210)	87. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(211)	88. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(212)	89. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(213)	90. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(214)	91. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(215)	92. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(216)	93. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(217)	94. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(218)	95. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(219)	96. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(220)	97. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(221)	98. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(222)	99. 补体激活的旁路途径图解	(264)
(223)	100. 补体激活的旁路途径图解	(264)

一、免疫

免疫是机体识别自我物质和排除异己物质的复杂的生物学反应，是动物在长期进化过程中所形成的一种生理功能。其作用包括防御传染、自身稳定和免疫监视三个方面。

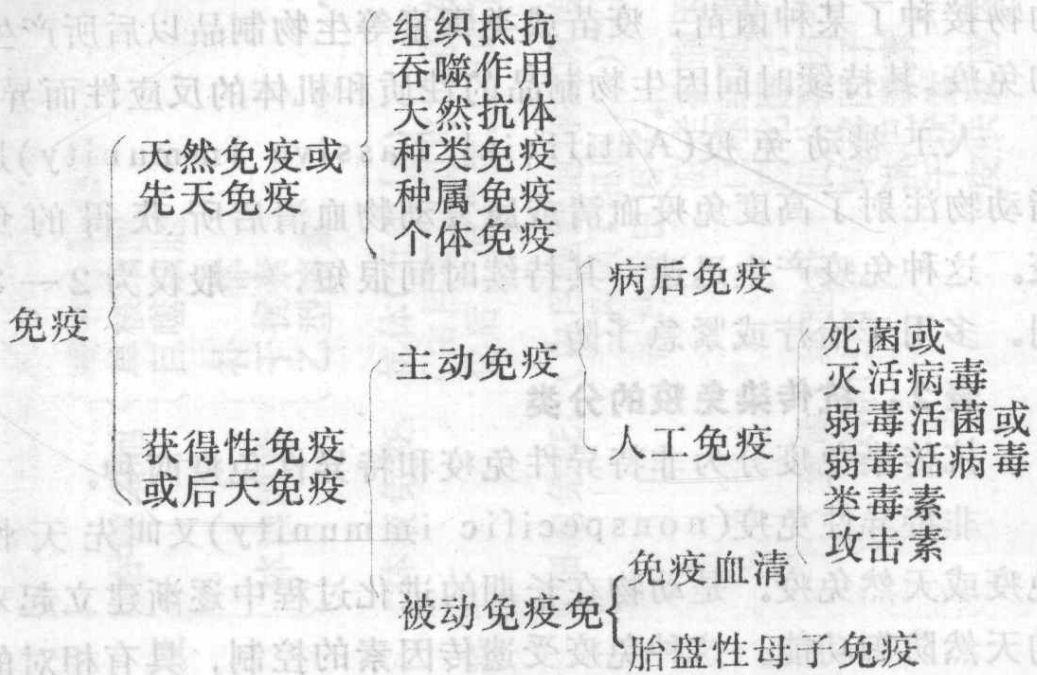


表 1、免疫的分类

表 1：免疫的分类

免疫分为两大类。一类称为天然免疫(Natural immunity)或先天性免疫(innate immunity)。一类称获得性免疫(acquired immunity)，这类免疫又分为天然自动免疫、天然被动免疫、人工自动免疫和人工被动免疫四种、天然自动免疫(Natural Active Immunity)是指动

物在自然感染了某种传染病痊愈后而获得的对该疾病的免疫力。隐性传染或轻微传染所产生的免疫也属这一类型。天然自动免疫的持续期比较长，甚至可以达到终身免疫。

天然被动免疫(Natural Passive Immunity)是指动物在胚胎发育期通过胎盘或出生后通过初乳，由免疫的母体被动地获得抗体而形成的免疫，其持续时间较短只有几个月，仅仅幼畜才有。

人工自动免疫(Artificial Active Immunity)是指动物接种了某种菌苗，疫苗或类毒素等生物制品以后所产生的免疫。其持续时间因生物制品的性质和机体的反应性而异。

人工被动免疫(Artificial Passive Immunity)是指动物注射了高度免疫血清或康复动物血清后所获得的免疫。这种免疫产生迅速，其持续时间很短，一般仅为2—3周。多用于治疗或紧急预防。

表 2：抗传染免疫的分类

抗传染免疫分为非特异性免疫和特异性免疫两种。

非特异性免疫(nonspecific immunity)又叫先天性免疫或天然免疫。是动物在长期的进化过程中逐渐建立起来的天然防御功能。这种免疫受遗传因素的控制，具有相对的稳定性。因为对多种病原微生物都有一定的防御作用，没有特殊的针对性。非特异性免疫与机体的组织结构和生理功能密切相关。并且有种的差异。

特异性免疫(Specific immunity)是指动物机体对某一种或某一类微生物或其产物所产生的一种特异性抵抗力。它包括体液免疫和细胞免疫两个方面。这两方面免疫的物质基础是免疫淋巴组织和免疫活性细胞。