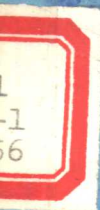


基础细胞免疫学丛书

免疫活性细胞的表面标志

林飞卿 章谷生 李绍康 著

科学出版社



基础细胞免疫学丛书

免疫活性细胞的表面标志

林飞卿 章谷生 李绍康 著

科学出版社

1984

内 容 简 介

本书介绍了免疫细胞的表面标志,涉及抗原和受体二种结构。内容包括小鼠和人的T淋巴细胞、B淋巴细胞、第三群淋巴细胞以及巨噬细胞的表面抗原,细胞表面各种受体的特性、功能和检测原则,以及在机体免疫应答中的作用和意义。全书共五章,各章文后均附主要参考文献。

本书可供免疫学工作者、医学院校师生和临床医务人员参考,对其他渴望了解细胞免疫等方面的研究进展的同志们也可能有所裨益。

基础细胞免疫学丛书

免疫活性细胞的表面标志

林飞卿 章谷生 李绍康 著

责任编辑 施兰卿

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1984年6月第一版 开本:787×1092 1/32

1984年6月第一次印刷 印张:2 3/8

印数:0001—5,200 字数:50,000

统一书号:14031·66

本社书号:3565·14

定价:0.40元

前 言

近年来,免疫学颇受国内生物-医学方面学者的重视。近一、二年中,国内有了不少有关免疫生物学方面的著作。其中不少是关于免疫生物学方面的。然而从已出版的书刊来看,大致还是停留在一般全面介绍的水平,缺乏对专题进行深入探讨。而在此期间,免疫生物学领域已不断出现新的内容,亟待很好总结,认真分析,以便现代化的新知识能在基础研究与临床研究方面迅速得到应用。况且,免疫细胞间的相互作用,已经是研究中的中心问题,而活性的介质因子在其中的作用更具有重要性。这就需要从分子生物学方面不断深入。

鉴于上述情况,科学出版社拟就免疫生物学及细胞免疫学的若干重要专题,邀请熟悉研究动态的专家们撰写一套丛书,对有关文献加以分析与综合。凡目前已可肯定的资料,尽量加以明确;对于尚有争论的问题,则分析争论的焦点,并提出作者自己的看法。希望能从错综复杂的现象及尚未肯定结果的材料中,提供比较有条理的知识,使更多的研究及教学人员进一步了解学科较深入的、较新的内容,而对工作有所帮助。

由于承担撰写的同志们工作比较繁忙,要完成这个艰巨任务,困难是不少的。因此这套丛书将由科学出版社分册陆续出版,以便能及时与读者见面。希望国内同道重视这项工作,不断提出批评和建议,让我们一同在四化道路上共同前进。

谢 少 文

1980年12月

目 录

第一章 总述	1
一、免疫细胞的种类	1
(一) 淋巴细胞	1
(二) 单核-巨噬细胞	3
(三) 嗜中性粒细胞	4
(四) 嗜酸性粒细胞	5
(五) 嗜碱性粒细胞	5
二、免疫活性细胞的表面标志概述	6
(一) 免疫活性细胞表面标志的类型	6
(二) 表面抗原	7
(三) 受体	10
三、研究免疫活性细胞表面标志的意义	12
(一) 理论方面	12
(二) 实际应用方面	13
第二章 淋巴细胞的表面抗原	15
一、小鼠淋巴细胞表面抗原的种类和意义	15
(一) 小鼠淋巴细胞表面抗原的种类	15
(二) T 细胞的表面抗原	16
(三) B 细胞的表面抗原	18
二、人类淋巴细胞表面抗原的种类和意义	23
(一) 人胸腺淋巴细胞抗原 (HTLA)	23
(二) TH_1 抗原	24
(三) 用单克隆抗体鉴定的 T 细胞抗原	24
第三章 B 淋巴细胞的表面受体	31
一、抗原受体	31

二、补体受体 (CR)	34
三、Fc 受体	36
四、促分裂原受体	38
五、小鼠红细胞 (MRBC) 受体	41
六、Epstein-Barr 病毒 (EBV) 受体	42
第四章 T 淋巴细胞的表面受体	45
一、抗原受体	45
二、Ia 及其它自身抗原的受体	48
三、红细胞受体 (E 受体)	49
(一) 总 E 花环 (E _t 花环)	50
(二) 早期或活性 E 花环 (E _a 花环)	51
(三) 稳定性 E 花环 (E _s 花环)	51
(四) 巨大 E 花环 (E _G 花环)	51
(五) 自身 E 花环 (E _{auto} 花环)	52
四、Fc 受体	52
五、促分裂原受体	53
六、麻疹病毒受体	56
第五章 其它淋巴细胞和单核-巨噬细胞的表面标志	59
一、K 细胞的表面标志	59
二、NK 细胞的表面标志	61
三、双标志细胞的表面标志	64
四、巨噬细胞的表面标志	65
略语对照表	68

第一章 总 述

一、免疫细胞的种类

免疫应答是机体内免疫系统识别和排斥异物抗原的一种生理手段,借以维持机体的内在平衡。免疫系统是由免疫器官和多种免疫细胞所组成。免疫器官又可区分为中枢淋巴器官(骨髓、胸腺、法氏囊或法氏囊类似结构)和周围淋巴器官或组织(淋巴结和脾脏)。免疫细胞的种类很多,计淋巴细胞、单核-巨噬细胞、嗜中性、嗜酸性、嗜碱性粒细胞等。概括起来主要有两大类,一类是能特异地识别抗原,随后分化增殖,产生各种免疫球蛋白或淋巴因子,而显示特异性免疫反应,通称为免疫活性细胞,主要指淋巴细胞群;另一类细胞能捕获抗原、处理抗原,并将处理后的抗原通过一定方式提呈给淋巴细胞。这类细胞包括巨噬细胞,各种组织中固定的具有吞噬能力的细胞以及血循环中的单核细胞和粒细胞等,在非特异免疫中起主要作用,但也积极参与特异性免疫应答。以下简述各种免疫细胞的主要特征^[1,2]。

(一) 淋巴细胞

主要有T和B淋巴细胞二大群。T细胞承担细胞介导免疫,B细胞承担体液免疫。这两群细胞的形态相似,都呈圆或卵圆形,直径为 $7\mu\text{m}$ 左右。核的比例大,圆或卵圆形,一侧常有凹陷,核质致密,浓集成块,着色深,胞浆很少,略嗜碱,内含少量嗜碱性颗粒。

T和B细胞表面均有多种标志,包括表面抗原与受体,其中抗原受体能识别相应抗原,并与之发生特异性结合。T、B细胞与相应抗原结合后,发生活化,转化为淋巴母细胞,再经过几次分裂与分化,成为效应细胞。T细胞的效应细胞是致敏淋巴细胞,能直接作用于靶细胞将其杀伤,或间接地通过释放淋巴因子,如巨噬细胞移动抑制因子、巨噬细胞激活因子、各种白细胞趋化因子和细胞毒素等,最后将靶细胞破坏。B细胞的效应物质是各类免疫球蛋白,其作用对象是游离的微生物、细菌毒素等。

按功能区分,T细胞可分成若干亚群,如具有杀伤癌细胞等功能的杀伤性 T (Tk) 细胞、协助或抑制 B 细胞产生各种抗体的辅助性 T (Th) 或抑制性 T (Ts) 细胞。此外,还有一种专门担负介导迟发型过敏反应的 Td 细胞。它们均以特有的功能在免疫过程中起着各种调节作用。

有报道,囊后 B 细胞也可分为三个亚群, B₁ 见于禽类骨髓质部、骨髓和脾脏,具免疫活力,能形成抗体。B₂ 见于骨髓质部,淋巴结生发中心和脾脏马氏小体的小动脉周围,注射抗原后,在淋巴液和血液中出现 B₂ 细胞,并能产生抗体,受抗原激发后,可执行免疫记忆功能。B₃ 见于骨髓,淋巴结髓索、脾红髓、分泌腺以及胃肠道粘膜组织,偶可见于外周血和淋巴液中,它是形成抗体的淋巴细胞和浆细胞。

在人的外周血中,T细胞约占白细胞总数 60—70%, B 细胞则占 10—15%。

除 T 和 B 淋巴细胞外,尚有 K、NK 和裸细胞等几类淋巴细胞,可通称为第三群淋巴细胞。K 细胞在外周血中,占淋巴细胞总数的 5—15%,它是一群具有特殊功能的细胞,本身不能识别抗原,仅当靶细胞表面的抗原和相应的抗体 IgG 结合后,抗体 IgG 的 Fc 端与 K 细胞的 Fc 受体结合,激活 K

细胞而导致靶细胞的破坏,故K细胞起着抗体依赖性细胞毒的作用(ADCC)。

NK细胞又称自然杀伤细胞,来源于骨髓,形态属小淋巴细胞,对某些肿瘤、移植物和感染病毒细胞有天然杀伤作用,这种杀伤作用不依赖抗体的参与,故与K细胞不同。

裸细胞是一群幼稚的免疫活性细胞,可能是T和B细胞在某一时期所表现的固有形态,以后可能成熟为T或B细胞。

(二) 单核-巨噬细胞

包括外周血中的大单核细胞(为外周血白细胞总数2—5%)和肝、脾、淋巴结、骨髓和结缔组织中的巨噬细胞,统称为单核-巨噬细胞系统。它们起源于骨髓中的多能干细胞,在骨髓中可识别的最早阶段是幼单核细胞。单核细胞在骨髓中的储存数量不多,一旦机体的需要量增多,幼单核细胞迅速增殖与分化成为单核细胞。外周血中大单核细胞的半衰期为22小时,可以随时离开血循环进入组织中,进一步成熟为巨噬细胞。巨噬细胞在组织中的寿命长达几个月甚至几年,在一定条件下能分裂增殖。

外周血中的单核细胞为圆形或卵圆形,直径14—20 μm ,核呈肾形或马蹄形,染色质排列较稀疏,呈网状。胞浆丰富,灰蓝色,内含细小的嗜天青颗粒。单核细胞变成巨噬细胞后,在形态结构、代谢与功能方面均发生很大变化。形态变大,不规则,常伸出伪足,胞内酶增多,吞噬和其他功能都加强。(表1)

巨噬细胞的功能是吞噬异物颗粒、微生物、衰老或死亡的细胞等,并将其杀死和/或处理,最后将抗原递交给T或/与B细胞并使之激活。

此外,淋巴结和脾脏非胸腺依赖区的树突状细胞(dendri-

表 1 单核细胞与巨噬细胞的比较

	骨 髓	血 液	组 织	
	幼单核细胞	→单核细胞→	→未成熟巨噬细胞→	→成熟的巨噬细胞
大小	10—20 μm	10—18 μm	18—20 μm	20—28 μm
增殖	++++	++—+++	++	0
吞噬	±	+	+++	+++
粘附力	+	++	+++	+++
溶酶体	+	++	++++	++++

tic cell) 和淋巴结胸腺依赖区中带 Ia 抗原的 Langerhans 细胞亦有提呈抗原, 激发淋巴细胞产生免疫反应的作用。

(三) 嗜中性粒细胞

占血液中白细胞总数的 60—70%, 是在骨髓中形成。在骨髓中有分裂增殖的原粒、早幼粒和中幼粒细胞, 发育成熟的晚幼粒、杆状粒和分叶粒细胞以及储备的成熟细胞。后者的数量较末梢血流中的高 10 倍左右。当机体需要时, 如急性感染, 成熟的细胞可大量进入血循环。在血流中中性粒细胞仅停留 6—20 小时, 以后进入组织, 在组织中一般存活 4—5 日即行消失。

嗜中性粒细胞的直径为 10—12 μm 。用瑞氏染色法着色后, 细胞核呈紫蓝色, 有 2—6 个叶, 核叶之间有细丝相连。胞浆中有大量细小颗粒, 分布均匀, 在电镜下这些颗粒至少可分三种: 即嗜天青颗粒 (又称初级颗粒) 和中性颗粒 (又称次级颗粒)。初级颗粒是溶酶体, 形成较早; 次级颗粒含碱性磷酸酶, 形成较晚。

嗜中性粒细胞是血液中的主要吞噬细胞, 在防御急性感染中起主要作用。与单核-巨噬细胞相比, 前者的移动较迅速, 吞噬与杀菌能力都较强, 但寿命短, 不参预抗原的处理与

提呈作用。

(四) 嗜酸性粒细胞

占血液中白细胞总数的1—3%，其特点是胞浆内含有粗大的嗜酸性颗粒。嗜酸性粒细胞同嗜中性粒细胞有一些相似处，如均来自骨髓中的共同祖先——多能干细胞以及在成熟过程中有许多阶段性，但与嗜中性粒细胞不同，嗜酸性细胞在骨髓中成熟3—6天后才入血，继而进入组织。组织中的数量比在血液中要多得多，人血液和组织中嗜酸性细胞数量的比例为100:1，可见嗜酸性粒细胞主要是在组织中发挥作用。

嗜酸性细胞的形态比嗜中性粒细胞为大，直径为12—17 μm ，核常分为2叶，有细丝相连。胞浆内含许多嗜酸性颗粒，粗大、均匀。颗粒中有多种酶，其与嗜中性粒细胞的溶酶体不同在于嗜酸性颗粒不含溶菌酶和吞噬素，而有较多的过氧化物酶和碱性蛋白酶，说明该细胞的杀菌作用不如嗜中性粒细胞，吞噬功能也较差。此类粒细胞在过敏反应和寄生虫感染中较多见，但作用机理不明。

(五) 嗜碱性粒细胞

数量最少，仅占血液中白细胞总数的0.5%。直径为10—14 μm ，细胞呈圆形，胞浆染色浅，边缘不明显；核的分叶不清楚，常呈S形或J型，多被胞浆中的嗜碱性颗粒所掩盖，其最重要的形态特点是胞浆中充满大小不等的嗜碱性颗粒。颗粒中含有组织胺、肝素、5-羟色胺，它们与I型变态反应所发生的症状密切相关。

与嗜碱性粒细胞十分相似的细胞称做肥大细胞。它们存在于疏松结缔组织中，常分布在小血管附近。细胞体积大小

不一,平均 $15.3\mu\text{m}$,呈圆或卵圆形,胞核较小而圆,胞浆内充满了细小、密集的嗜碱性颗粒,其内容物与嗜碱性粒细胞相同,也是I型变态反应中的效应细胞。虽然其来源不详,形态和分布与嗜碱性细胞不同,但颗粒的性质和功能则相同,故有人称之为嗜碱肥大细胞系统。

二、免疫活性细胞的表面标志概述

(一) 免疫活性细胞表面标志的类型

细胞的表面标志大体上可区分为表面抗原和受体两大类,各又分为若干种。各种细胞都有多种表面标志,有些是多种细胞所共有的,有些是特殊的,通过对表面标志的研究,不仅有助于鉴别细胞种类,而且可以探讨其功能和影响因素,例如药物或激素对不同种类细胞的影响就有所不同。

研究细胞表面标志是一项十分复杂和艰巨的工作,研究最多和最彻底的是淋巴细胞。这是因为,(1)淋巴细胞容易获得;(2)淋巴细胞是机体内最活跃的细胞。它们不仅数量庞大、更新迅速,而且在受到相应抗原刺激后能迅速地出现一系列错综复杂的变化,试图将抗原破坏或排斥,保证机体的内在稳定性。

所用实验动物主要是纯系小鼠。原因之一是同一纯系小鼠内部的遗传性状基本上是一致的,因而有可能在不同系之间制备免疫血清,以供分析淋巴细胞表面抗原的结构之用。再如已证实许多免疫反应受到遗传基因的控制,这种研究工作也只有在纯系动物中才能进行。还有,小鼠的免疫系统及其功能与人类有许多相似处,可作为研究人体淋巴细胞与其他免疫细胞表面标志的借镜。此外,小鼠为常见的实验动物之一,易于大批饲养,价格也较廉,有利于工作的开展。

(二) 表面抗原

1. 表面抗原名称解释^[3]: 表面抗原有同种抗原、异种抗原、组织相容性抗原以及分化抗原等,其含意如下:

(1) 同种异型抗原 (Alloantigen):指同一品系中动物所共有的抗原,但不同品系动物中则不同。这种情况说明同一种类动物基因表达的多样性,其原因是存在着多种等位基因之故,如人类中的不同血型即其实例之一。

(2) 异种抗原 (Heteroantigen): 同种动物中所共有,但不同种类动物之间则不同。

(3) 组织相容性抗原或移植抗原 (Histocompatibility or transplantation antigen): 是一类同种异型抗原,最强的移植反应是针对由主要组织相容性复合体 (Major histocompatibility complex, 简称 MHC) 所编码的细胞表面同种抗原,在小鼠中称做 H-2 系统,人类中称 HLA 系统(人类白细胞抗原系统)。此类抗原存在于全身所有有核细胞表面,因此不能用以鉴别淋巴细胞群。

(4) 分化抗原 (Differentiation antigen): 是淋巴细胞发育分化时获得,故名。它们可以是同种抗原或异种抗原,仅存在于某种细胞上,例如淋巴细胞,而不出现在其他细胞。分化抗原反映了特殊细胞群对基因的选择性激活的表达,这类抗原经常用于区别正常动物的不同型淋巴细胞。

2. 抗分化抗原抗血清的制备和表面抗原检测法^[4,5]

检测细胞表面的分化抗原,首先要有特异性单价抗血清,一般用抗原免疫动物制取这类抗血清,其方法大致有三类:

(1) 纯系动物内部免疫 (Syngeneic), 主要用于制造抗胚胎抗原的抗血清。因为此抗原对于成年动物是一种异物,故可诱生抗体;(2) 不同品系动物之间免疫,本法可获得抗同种抗原的

抗血清(Allogeneic),通过反向交配,使二个品系小鼠仅在编码同种抗原的基因位点有所差异使成为同类系(Congenic)。用本法免疫所得抗血清不需要吸收,即可使用;(3)异种抗血清(Xenogeneic):优点是不同种类动物之间的组织均有抗原性,抗血清易于制备,缺点是所得抗血清必须经过反复多次的吸收,而且结果常不理想。

检测表面抗原的方法多种多样,最常用的是细胞毒试验,即将抗血清、补体与被检细胞混合,经一定时间的温育后,加入台盼蓝、苯胺黑或伊红等染液,进行染料排除试验。在光学显微镜下观测。死细胞着染颜色,而活细胞不着色。死细胞即为受检的阳性细胞。

3. 小鼠淋巴细胞和巨噬细胞的表面抗原:应用上述方法,已证明小鼠的淋巴细胞表面分化抗原主要有列几种(表2)。

表2 小鼠淋巴细胞和巨噬细胞的主要表面抗原

细胞种类	抗原类型	表 面 抗 原 种 类
T 细 胞	同种抗原	Thy-1, Ly-1, Ly-2, Ly-3, Ly-5, Ia (免疫相关抗原)
	异种抗原	MSLA (小鼠特异性淋巴细胞抗原)
B 细 胞	同种抗原	Ly-4, Ly-6, Ly-7, Ly-8, Ia MBLA (小鼠B淋巴细胞抗原) MSPLA (小鼠特异性浆细胞抗原)
	异种抗原	PC-1 (浆细胞抗原)
巨噬细胞	同种抗原	Ia

T细胞:全部T细胞均有Thy-1抗原, Ly-1⁺为辅助性T细胞, Ly-2/3⁺为杀伤/抑制性T细胞。Ia抗原仅出现在活化的T细胞表面。

B细胞: Ia抗原量多,且有特异性的MBLA,而MSPLA

和 PC-1 两种异种抗原则存在于浆细胞上。

巨噬细胞：研究资料很少，大部分细胞有 Ia 抗原。

4. 单克隆抗体的制备原则和人体免疫细胞的表面抗原：人的淋巴细胞表面抗原的研究较难，因人不能象小鼠那样获得抗同种抗原的抗血清以供分析细胞的抗原结构。自发现杂交瘤技术用于制备抗细胞表面抗原的单克隆抗体以来，对于研究人免疫活性细胞的表面抗原起了极大的推动作用。单克隆抗体的制备是根据一个浆细胞产生一种抗体的原理，将免疫小鼠的脾细胞与一株小鼠浆细胞瘤细胞在体外融合，则杂交瘤细胞及其子代具有二个亲代的特征，即能在体外培养中迅速增殖，同时分泌抗体。1979 年 Kung 等^[6]应用杂交瘤方法获得针对人 T 细胞表面决定簇的三个单克隆抗体形成细胞株，并以此检出三种 T 细胞表面抗原，称做 T_1 , T_3 和 T_4 抗原。以后 Reinherz 及其同事^[7,8]又陆续研制成 T_1 , T_3 , T_6 , T_8 , T_9 , T_{10} 和 I_i 单克隆抗体。目前，已证实人体 T 细胞表面有下列几种抗原，而对其他免疫活性细胞表面抗原的研究还刚刚开始(表 3)。

表 3 人体免疫活性细胞的表面抗原(单克隆抗体法)

细胞种类	表面抗原种类
T 细胞	T_1 , T_3 , T_6 , T_8 , T_9 , I_i , Leu 系统
B 细胞	I_i
巨噬细胞	I_i , M_i

全部 T 细胞共有 T_1 和 T_3 抗原，辅助性 T 细胞带 T_1^+ , T_3^+ 和 T_4^+ 抗原(简称 T_4^+ 细胞)，杀伤/抑制性 T 细胞带 T_1^+ , T_3^+ , T_{10}^+ 抗原(简称 T_3^+ 细胞)。 I_i 抗原即 Ia 抗原。 B 细胞和巨噬细胞仅见 I_i 和 M_i 抗原，是否可按抗原区分亚群，有待研究。

(三) 受体

受体是分布在细胞膜上的另一种大分子结构, 它能与某种物质, 如抗原、抗体、补体、某些促有丝分裂素 (如 PHA、ConA、PWM 等) 相结合, 出现种种反应。例如 B 细胞的表面膜免疫球蛋白 (SIg, 即抗原受体) 与相应抗原结合后, B 细胞发生活化, 转化成为母细胞。人 T 细胞表面有 SRBC 受体, 能与 SRBC 结合, 形成自然花环等, 称做 E 受体。

1. 受体的种类^[6,9-12]

一种细胞常有几种受体, 有些受体是某种细胞所特有, 故可用于鉴定, 如人 T 细胞的 E 受体, B 细胞的 SIg 受体。通常描述某些细胞缺乏 T 和 B 细胞的标志就是指这两种受体而言。其他受体, 如 Fc 受体、C₃ (补体) 受体常为几种细胞所共有, 如 Fc 受体存在于 B 细胞, 大小吞噬细胞和部分 T 细胞上; 而 C₃ 受体则分布在 B 细胞, 大小吞噬细胞, 灵长类的红细胞上。虽然它们在不同种类细胞上的作用不同, 但在鉴别上的意

表 4 人免疫细胞的受体种类和检测法

受 体 名 称	T 细胞	B 细胞	巨噬细胞	嗜中性粒细胞	K 细胞	NK 细胞	检 测 法
SIg		+					免疫荧光法
Fc-IgG	+	+	+	+	+	+	EA 花环试验
Fc-IgM	+						EA 花环试验
C ₃		+	+	+			EAC 花环试验
SRBC (绵羊红细胞)	+						E 花环试验
MRBC (小鼠红细胞)		+					E 花环试验
EB 病毒		+					免疫荧光法
麻疹病毒	+						免疫荧光法
PHA	+						淋转试验
PWM	+	+					淋转试验

义不大。(表 4)

2. 受体的检测法:

用来检测免疫活性细胞受体的常用方法有各种花环试验, 免疫荧光法和淋转试验, 其中以花环试验最为简便, 应用也最广。花环试验共有三种, 即 E、EA 和 EAC 花环。E 花环试验是指淋巴细胞与适合红细胞混合后, 如人 T 细胞与 SRBC、B 细胞与小鼠红细胞能自然形成花环。EA 花环试验是指用抗红细胞抗体致敏的红细胞做花环试验, 用以检测 Fc 受体。EAC 花环试验是将红细胞用抗红细胞致敏, 然后加入补体, 如抗体属于 IgG 或 IgM 型, 就能激活补体, 形成 C₃b, 抗原-抗体-C₃b 复合物, 能与免疫活性细胞表面的 C₃b 受体相结合而形成花环。

免疫荧光法是将抗免疫球蛋白抗体或病毒用荧光素标记后, 检测 B 细胞的 SIg 受体或 T 和 B 细胞的病毒受体。

以上两种方法主要用于测定细胞的数量, 而淋巴细胞转化试验除可计数细胞的数量外, 尚能观察细胞的功能, 检查方法有形态学和 ³H-胸腺嘧啶核苷(³H-TdR)掺入法两种。前一种方法是先将受检者抗凝全血与促有丝分裂素, 如 PHA(检测 T 细胞用)混合, 置 37℃ 温育 72 小时后, 取样作涂片和瑞氏染色法着色, 计数至少 200 个或更多细胞, 求出淋巴母细胞和过渡型细胞的百分比, 从而计算 T 细胞转化的百分率。后一种方法是在培养结束前一定时间, 在培养物中加入 ³H-TdR, 继续培养一定时间, 然后测定洗涤后沉淀物中 ³H-TdR 的掺入量, 计算每百万个淋巴细胞的脉冲数, 并与不加促有丝分裂素的对照管作对比, 计算刺激指数(S. I)。

以上仅举几种常用的 T 与 B 细胞的检测法, 其他详见以下章节。

小鼠免疫活性细胞表面受体与人的很相似^[4], 一般检测