

国家自然科学基金委员会资助研究项目

免疫乳 —— 科学与技术

张和平 郭军 著

 中国轻工业出版社

国家自然科学基金委员会资助研究项目

免疫乳—— 科学与技术

张和平 郭 军 著

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

免疫乳——科学与技术/张和平,郭军著.—北京:中国轻工业出版社,2002.1

ISBN 7-5019-3344-8

I. 免… II. ①张…②郭… III. 保健—乳制品—食品加工 IV. TS252.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 053997 号

责任编辑:沈力匀

策划编辑:沈力匀

责任终审:滕炎福

封面设计:张颖

版式设计:丁夕

责任校对:李靖

责任监印:胡兵

*

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

网 址:<http://www.chlip.com.cn>

联系电话:010—65241695

印 刷:三河市艺苑印刷厂

经 销:各地新华书店

版 次:2002年1月第1版

2002年1月第1次印刷

开 本:850×1168 1/32

印张:8.625

字 数:224千字

印数:1—3000

书 号:ISBN 7-5019-3344-8/TS·2007

定 价:36.00元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

免疫乳的概念和利用口服免疫乳中的特异性抗体等免疫活性物质来预防和治疗人的病原微生物感染的设想早在 100 多年前已有人提出,但大量的基研研究和开发尝试是从 1960 年在美国兴起的,其主要代表是美国 Stolle 免疫乳公司。进入 20 世纪 80 年代,免疫乳及免疫乳中抗体的研究与开发已成为功能性乳制品开发的热点,到 90 年代逐步进入商业化生产阶段。目前,除了 Stolle 公司,日本、德国等发达国家的医学、食品科研工作者和相关企业对初乳及免疫乳的研究开发也非常活跃,对口服特异性免疫球蛋白预防和治疗胃肠道感染进行了大量的研究。随着免疫学的发展和对免疫乳的深入研究,发现免疫乳中的特异性抗体除了对肠道病原菌具有抑制作用外,免疫乳还具有抗炎症、降血脂、降血压、抗衰老、抗辐射等作用,而且还对心血管系统和呼吸系统具有保护作用。

在我国,关于免疫乳概念的引进及免疫乳的研究始于 20 世纪 90 年代初,目前免疫乳这一概念已被乳品行业所接受。

内蒙古农业大学张和平博士主持的“免疫乳及其制品的研究”课题组,从 1993 年开始在我国率先对免疫乳开展了系统的研究。这一课题先后曾两次获得国家自然科学基金的资助和一次霍英东教育基金的资助。另外,在本课题研究和中试开发中也得到了一些乳品企业一定的资金、物质和设备条件的有力支持。到目前,进行的研究内容和成果包括人类病原微生物抗原的筛选、优化组合和疫苗的制备、免疫初乳和免疫常乳的制备、乳抗体的分离纯化、乳抗体用于腹泻的被动免疫治疗、免疫乳的抗炎作用、含特异性乳抗体 WPC 的制备、免疫乳粉中试生产以及免疫乳中抗体含量检测方法的建立和特异性乳抗体效价测定方法的建立等。

本书是在著者研究的基础上和参考国内外文献资料编写而成

的,书中的一些数据除注明外,其余皆为著者的研究成果。本书的著述希望能起到一个抛砖引玉的作用,同时衷心希望同行的批评指正。

本书第二章至第十四章由内蒙古农业大学食品科学与工程系张和平编写,第一章由内蒙古农业大学食品科学与工程系郭军编写。在本书的编写过程中得到东北农业大学骆承庠教授、刘希良教授耐心细致的审校,内蒙古农业大学生物工程系李利民硕士、动物科学与动物医学院关红高级实验师、食品科学与工程系孙天松副教授等都参加了本课题研究,都付出了辛勤的劳作,借此机会表示衷心的感谢!

感谢福建省雅俊食品工业公司对本书出版的资助!

张和平

内蒙古农业大学食品科学与工程系

2001年6月8日

目 录

第一章 机体的免疫	(1)
第一节 免疫的概念和基本功能	(1)
第二节 免疫系统	(10)
第三节 抗原	(31)
第四节 抗体	(47)
第五节 免疫应答	(63)
第二章 牛乳中的免疫球蛋白	(97)
第一节 母源抗体对新生儿的免疫转移	(97)
第二节 牛乳中免疫球蛋白的种类、含量及来源	(99)
第三节 牛乳中免疫球蛋白的生化特性	(105)
第四节 免疫球蛋白的作用	(107)
第三章 免疫乳概念及发展历史	(112)
第一节 免疫乳的概念及作用机制	(112)
第二节 免疫乳的发展历史	(115)
第四章 免疫乳生产技术	(122)
第一节 Stolle 公司 S ₁₀₀ 免疫乳的生产	(123)
第二节 HP2000 免疫乳生产技术	(125)
第五章 免疫乳中特异性乳抗体的作用	(140)
第一节 特异性乳抗体对胃肠道病原微生物感染的预防和治疗	(140)
第二节 乳抗体在补体调节下的杀菌作用	(150)
第六章 免疫乳对人体生理功能的作用	(161)
第一节 免疫乳对肠道菌群的调节作用	(161)
第二节 免疫乳对非肠道疾病的作用	(163)
第七章 免疫乳的抗炎作用及抗炎因子	(177)

第一节	免疫乳的抗炎作用·····	(178)
第二节	免疫乳中抗炎因子的分离纯化·····	(182)
第三节	抗炎因子的抗炎特性·····	(186)
第四节	抗炎因子的镇痛及解热作用·····	(193)
第五节	抗炎因子的分子组成·····	(195)
第六节	具有抗炎特性免疫乳制备的技术要求·····	(199)
第八章	免疫球蛋白在消化系统中的稳定性·····	(201)
第一节	IgG 在消化系统中的稳定性·····	(201)
第二节	牛初乳中胰蛋白酶抑制因子·····	(205)
第三节	牛乳 IgG 应用于人体需注意的一些问题·····	(207)
第九章	IgG 的稳定性及免疫乳中 IgG 热变性动力学·····	(211)
第一节	IgG 的稳定性·····	(211)
第二节	免疫乳中 IgG 热变性动力学·····	(215)
第十章	乳中免疫球蛋白的分离·····	(222)
第一节	乳中 IgG 分离纯化·····	(222)
第二节	乳中免疫球蛋白的超滤分离·····	(227)
第三节	等电点分子筛过滤法从乳中分离免疫球蛋白·····	(230)
第十一章	微胶囊化免疫球蛋白·····	(232)
第一节	微胶囊的概念及种类·····	(232)
第二节	免疫球蛋白的微胶囊化·····	(234)
第十二章	免疫乳制品·····	(240)
第一节	免疫乳粉的加工·····	(240)
第二节	含特异性乳抗体乳清蛋白浓缩物(IWPC)的 制备·····	(241)
第三节	免疫酸奶的制备·····	(243)
第四节	含乳抗体的 UHT 免疫乳的生产·····	(247)
第五节	免疫初乳制品·····	(248)
第六节	牛初乳中免疫球蛋白的检测·····	(250)
第十三章	免疫乳的安全性及免疫调节作用·····	(254)
第一节	含有特异性 IgG 的婴儿免疫乳粉的安全性	

	评价.....	(254)
第二节	S ₁₀₀ 免疫乳(粉)安全性评价	(259)
第三节	免疫乳粉的免疫调节作用.....	(262)

第一章 机体的免疫

第一节 免疫的概念和基本功能^[1~3]

任何动物个体要生存,必须要适应两个环境。既要适应外环境,特别是要具有抵抗其他生物或其侵袭性物质侵害的能力,又要调整内环境,如清除体内大量衰老死亡的细胞、叛乱的细胞及变性的蛋白质等等。人和动物(主要指脊椎动物)就是在这种抗御外界生物和自身稳定调节的过程中形成了各种特殊的保护性机能。

脊椎动物,如鱼、蛙、家禽、家畜等都具有不同程度的机体保护性功能。无脊椎动物也有保护自身的能力。它们的防护机制也是多种多样的,但都没有达到脊椎动物的水平。例如,无脊椎动物体腔中的变形细胞(吞噬细胞)能将侵入的外物吞入而消灭之,这和脊椎动物的巨噬细胞和粒细胞的作用是一样的。这种吞噬机制在脊椎动物也是重要的,但这在脊椎动物,仅是十分复杂的防护体系的一部分。一些有体腔的无脊椎动物的血液或体腔液中某些物质有能杀死细菌或使细菌失去活动能力,同时还能作用于外来的细胞使之凝聚成团,这和脊椎动物防护系统中的一种称为“抗体”物质的作用很相似,但这些物质没有特异性,因而不是抗体。例如,昆虫在细菌侵入时能分泌毒蛋白将细菌杀死,但毒蛋白没有特异性,昆虫无论遇到什么细菌都分泌同样的毒蛋白。无脊椎动物机体有识别自身和外物的能力。如将两个海绵体的分散细胞掺合,它们能彼此识别而重新组合成一个海绵组织,如果在一个海绵体上接种一块从另一个海绵体上切下的组织,不久这块外来的海绵组织就因被排斥而坏死。如果再从原先另一个海绵体上切下组织再次嫁接到这个海绵体上,这块外来的海绵组织将更快地坏死。这就是动物防御机制的“记忆”现象,即第一

次嫁接的结果,被嫁接海绵体“认识”并“记住”这一入侵的外来物,一遇到第二次入侵,就会做出更快更强烈的反应。除海绵体外,还有许多低等动物有这种防御“记忆”的功能。还应指出,某些低等动物,如昆虫、一些棘皮动物等的体腔液和血液中存在和人及哺乳动物体液中一种非特异性防御物质“补体”相似的因子,这些事实都说明了防御机制在动物进化中很早就已出现。在进化过程中,这一机制不断提高和完善,终于达到了鸟类和哺乳类所具有的水平。人和哺乳动物以及鸟类个体的防御机制和系统极为复杂庞大,既有生来就有的,对任何入侵物质天然防御排斥的功能,又有后天与入侵者作斗争的过程中特别获得的,具有明显针对性的防御机制。

了解和掌握人和动物的防御功能以及防御物质,对开发医疗保健药品和食品、保障食品卫生和安全都将有很大裨益。

一、免疫的概念

人们对机体免疫机能的认识是在与病原微生物感染的长期抗争中产生和完善起来的,因此,最初人们认为“免疫”(immunity)及其衍生的“免疫性”、“免疫力”就是“机体免除传染和感染的能力”。如微生物学和免疫学的祖师 Jenner 和 Pasteur 等人的古典免疫的概念中,把免疫看做是:“对微生物感染的抵抗能力和对同种微生物再感染的特异性的防御能力(即强调了免疫的记忆性和针对性)”。然而一个世纪以来,人类相关的科学研究有了突飞猛进的发展,对免疫的认识也发生了一个较大的飞跃和完善。人们发现,有很多防御现象与微生物无关,如血型反应、过敏反应、青霉素过敏、移植排斥反应、自身免疫病和肿瘤免疫等等。现在人们对机体免疫的认识实际大大超过了抵抗感染的范围,应赋予其新的内涵,从而形成了现代免疫的概念。

什么是免疫呢?笼统地概括起来,免疫就是人和动物机体防御、排除外来物质(异物)进入体内,同时识别和清除体内死亡、变性物质和平定体内叛乱分子(突变细胞)以保护和稳定自身的防护机制。

二、免疫的分类

同机体所有的生理机能一样,免疫是一个极为复杂而又精细微妙的生命现象,用几句话阐明机体的免疫机制是近乎不可能的。人和高等动物、哺乳类和鸟类的免疫机制和系统有很大的继承性和相似性。为了阐释和研究的方便,根据进化的程度、识别能力和实际效果以及免疫应答发生的过程、程度,人和高等脊椎动物机体的免疫总的概括为两大类:一类为天然的非特异性免疫(nonspecific immunity),也称为先天性免疫(innate immunity);另一类为出生后获得的特异性免疫(specific immunity),也称获得性免疫(acquired immunity)。狭义的免疫概念,通常指的是后者,即指后天获得的、特异性的免疫。特异性免疫应答一般表现为体液免疫和细胞免疫,分别由 B-淋巴细胞系和 T-淋巴细胞系承担。

另外,根据免疫发生的机体部位,可将免疫区分为局部免疫和全身免疫;根据免疫发生的抗原对象又可分为抗感染免疫、抗肿瘤免疫、移植免疫、变态反应(过敏反应)、自身免疫等。免疫的一般分类情况见图 1-1。

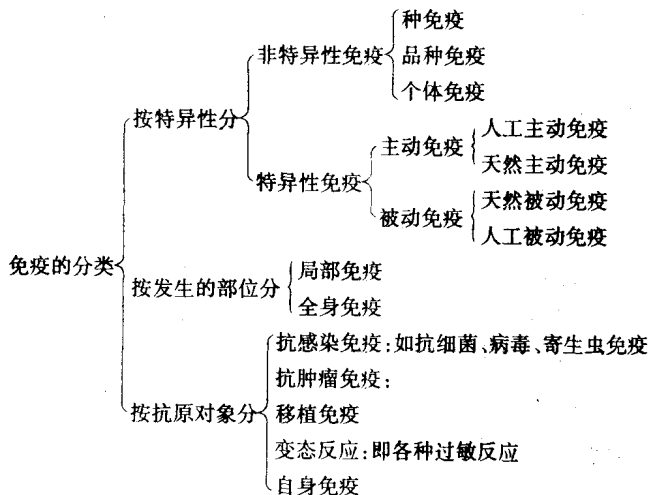


图 1-1 免疫的一般分类

(一)非特异性免疫

这是指人和动物生来就已具有的对进入机体的某种异物如侵入的病原微生物及其有毒产物的防御和排斥能力。它是在人和动物种族进化发展过程中,由于机体长期与微生物斗争而建立起来的天然防御机能。这种免疫性是动物的属性特性,可以和其他生物学特性一起遗传。它只能识别自身和非自身,对异物无特别区别作用。没有加强的再次反应,没有记忆。有些学者认为这种非特异性免疫只能算作机体的一般防御机能,与机体“免疫”(即特异性免疫)有着很大的不同,因此不应纳入免疫的范畴。但很显然,非特异性免疫是特异性免疫的基础,对机体起第一线的防御作用,以后随着特异性免疫的形成,又可与之起协同作用,将它们截然分开是不合理的。有关非特异性免疫的应答机理及与特异性免疫的内在联系,详见本章第五节。

(二)特异性免疫,获得性免疫

举例来说,天花在全球被消灭之前,婴儿出生后如不接种牛痘,就肯定感染天花,种了牛痘,对天花就有了抵抗力而不再发病。如果已经感染了天花没有死亡,而病愈的人终生也不再会患天花。人对天花的抵制是先天没有的,是感染了一次后机体产生的,而且会终生“永志不忘”。人对麻疹、百日咳、破伤风等等感染性疾病都会产生这样的免疫,即自然感染过一次或人工感染(接种疫苗)后,就会获得抵抗力,以后就不再感染同一种病原。这种人和脊椎动物在出生后由于某种病原微生物及其有毒产物的刺激而产生的免疫力,称为特异性免疫、获得性免疫。它是从八目鳗到脊椎动物(包括人类)的普遍生物学特性,是抗御传染的一种重要因素。获得性免疫具有特异性,即动物体只对该激发免疫的病原微生物产生抵抗力,而对其他的未接触过的病原微生物仍有感受性。

特异性免疫可分为主动免疫(active immunity)和被动免疫(passive immunization),二者又有天然的(或自然的)和人工的之分。

1. 天然主动免疫

天然主动免疫是指人和动物直接受到病原微生物或其产物的自然感染后,由其机体自动产生的免疫应答。机体在自然感染了某种传染病痊愈后,常能获得对该疾病的免疫力。此外,机体由于经受了某种不显示临床症状的隐性传染或轻微传染以后,也能产生这种免疫。它的持续时间比较长,如动物耐过炭疽、马腺疫、猪瘟等病后,可长时间甚至终生免疫。

2. 人工主动免疫

人工主动免疫也称人工自动免疫,是指人或动物由于人工接种了某种菌苗、疫苗(即致病能力被减弱或丢失的细菌、病毒)或类毒素(即毒力被破坏的毒素)等生物制品以后所产生的免疫。如小孩接种了麻疹疫苗(人工致弱的病毒制成)就会获得对麻疹野病毒的抵抗力,从而不再患麻疹。但应该指出,并不是所有的人工主动免疫都能获得像对麻疹的终生免疫的效果。人工自动免疫的持续时间因菌苗、疫苗或类毒素的性质、机体的反应等因素而不同。接种弱毒活菌(疫苗)产生的免疫,有效期一般比较长,例如接种猪瘟兔化弱毒疫苗的免疫期为1年,而接种死疫苗(即用被杀死的猪瘟病毒做成的疫苗)所形成的免疫通常只能持续4~6个月。有时人工自动免疫产生的对机体免疫保护作用是对应的,意思是说,接种过某种疫苗的个体,其免疫状态也可以为同种病原微生物的野毒大量入侵而破坏,从而再次发生感染。人工主动免疫的保护,对某些传染病的保护能力并不是100%。

3. 天然被动免疫

天然被动免疫指的是人和动物机体在胚胎发育时期通过胎盘,或出生后通过初乳(通常是指产后7d以内分泌的乳,含有大量的免疫物质,详见后续的章节),由免疫的母体被动地获得免疫物质而形成的免疫。以目前的研究水平和资料来看,人和动物在幼小时期从母体被动获得的主要是一种叫免疫球蛋白(也称为抗体)的免疫物质,因为是从母体获得的,故也称为母源抗体。天然被动免疫持续时间只有几个月,因而仅为人在婴幼儿时或动物幼小时期才享有。例

如婴幼儿在出生后4~6个月内通常很少患某些传染病;又如,不满3个月的牛犊很少感染布氏杆菌病,即由于母源抗体的保护。抗体能否由母体的血液循环经胎盘传递给胎儿,除决定于免疫球蛋白的物理化学性质以外,也可能与胎盘的构造和通透性有关。猪、牛、羊、马等动物,其母体循环与胎儿循环之间隔着多层的膜,所以它们不能经胎盘传递,而仅能在出生后从初乳中接受抗体。人、兔等母体的IgG(一种免疫球蛋白)可通过胎盘传输给胎儿,又能从母亲的初乳获得。母鸡、母鸭的抗体可通过卵黄传给下一代。

4. 人工被动免疫

将经过多次免疫接种的其他个体或异种动物的免疫物质,或是将自然发病后康复的个体或异种动物的免疫物质人工输给未免疫的个体,使其获得对某一种或几种病原或其毒素的抵抗力的过程,称为人工被动免疫。这里指的免疫物质通常是供体的血清,里面有大量的特异性抗体。通常人工被动免疫是通过直接注射免疫物质来实现的,因此,应该注意的是,其他种或个体的免疫物质进入受体机体内也是一种“异物”,血清里面并不是纯净的免疫物质,里面的其他杂蛋白往往会引起被注射机体的不良免疫反应;另外,受体和供体种间差异越大,免疫物质本身引起的不良免疫反应的可能性也就越大。也就是说,通过注射的方法进行人工被动免疫时,免疫物质——特异性抗体的纯度越高,供体和受体种的亲缘关系越接近(最好是同种不同个体之间),发生不良免疫反应的可能性越小,越安全。如果通过口服特异性抗体,使其在肠道局部发生免疫保护,就没有上述问题了。

人工被动免疫产生迅速,注射免疫血清数小时后机体即可建立免疫性,但其持续时间很短,一般仅为2~3周,多用于治疗或紧急预防。如,一个人被毒蛇或疯狗咬了,最有效的处理和治疗方法是立即到医院或防疫站注射抗蛇毒血清或抗狂犬病病毒血清。

目前,现实生活中主动免疫和被动免疫在预防疾病中应用十分广泛,如,在养殖业,为了预防初生仔猪发生致病性大肠杆菌引起的腹泻(仔猪红痢和白痢),经常先期给妊娠母猪注射致病性大肠杆菌疫苗,使其获得或加强抗该病的免疫力,待分娩后,经初乳仔猪就能

被动获得对该种致命性腹泻的抵抗力。这就是人工主动免疫和天然被动免疫的综合应用。这种免疫保护效果以及人初乳保护婴幼儿的现象,也给一些保健食品研究开发者很大的启发,他们发现可以通过人工主动免疫的方法,使人们日常喝的牛羊乳中也产生大量专门抵抗人类传染病的免疫物质,使婴幼儿通过饮用这种乳,达到对某些腹泻病的预防。我们知道,目前的婴幼儿代乳食品可模仿人乳许多基本成分,但母乳的免疫活性是没有的,因此代乳食品中也可添加这类免疫物质,从而可以成为真正能和母乳相媲美的婴幼儿代乳食品。

三、免疫的基本特性

1. 识别自身或非自身(recognition of self and nonself)

对自身和非自身的大分子物质进行识别是免疫应答的基础。机体的这种识别机能十分精密,不仅能识别异种蛋白质,甚至对同一种动物的不同个体的组织和细胞也能识别,从而出现对异体组织移植的排异反应。只有基因型完全相同的个体,如,同卵双生的兄弟姐妹或近交系小鼠才能进行异体组织或器官的移植并不被排斥。像这样微细的差别即使用目前最先进的理化测试手段也是无法区别的。

识别功能对保证机体的健康是十分重要的。识别功能的降低就会导致对“敌人”的宽容,从而减小或丧失对传染或肿瘤的防御能力。识别功能的紊乱,更易招致严重的生理失调,如把自身的组织或细胞误认作“敌人”,就会造成自身免疫病。因此,有关识别机理的探索也就自然而然地成为免疫理论的核心议题之一。但直到 1958 年, Brunet 提出“克隆选择学说”后才比较合理地解释了识别的生物学基础,即动物在胚胎时期,与自身成分起反应的克隆被消灭了,而对非自身抗原起反应的克隆却得以保存,这些淋巴细胞克隆就担当着对非自身物质识别的职责。现代免疫学研究表明,T、B 细胞的细胞膜表面存在着抗体样的受体(IgT、SIg),它们能与特异的抗原族相结合,这就是识别的细胞学机理。

2. 特异性(specificity)

与识别功能一样,免疫应答(反应)具有高度的特异性,它能对抗

原物质(即能刺激机体产生免疫的“异物”)极微细的差异加以区别。如接种猪瘟疫苗可获得对猪瘟病毒的免疫力,但不能抵抗其他病毒的攻击。这种特异性主要决定于抗原表面的某些凸出部位(决定簇)与机体免疫应答的相应产物——抗体和致敏淋巴细胞上抗原结合点的互补关系,就像“钥匙与锁”的关系一样。

3. 免疫记忆(immunological memory)

抗原进入机体以后,经一段时间的潜伏期,血液中出现抗体,徐徐增加达到顶峰,随之逐渐降低以至消失。当抗体消失后,用相同抗原再次加强免疫时,能迅速产生比初次接触抗原时更多的抗体。这一现象表明机体具有免疫记忆能力。在初次接触抗原之际,除刺激机体形成产生抗体的细胞外,同时也形成了免疫记忆细胞(immune memory cell)。某些传染病康复后或用某些疫苗免疫后之所以能获得长期的免疫力,主要是免疫记忆之功。参阅图 1-2。

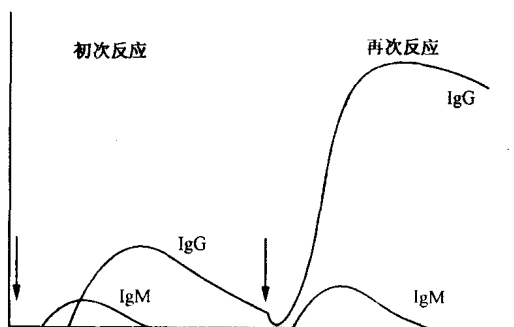


图 1-2 免疫反应的特异性和记忆,二次反应比初次反应快而强烈

四、免疫的基本功能

1. 抵抗感染(defense)

动物无时无刻不生活在各式各样微生物的包围之中,每天都有成千上万的微生物通过消化道、呼吸道、皮肤和黏膜进入到动物体内。机体获悉(识别)“敌人”入侵的信号后,就能立刻组织非特异性免疫和特异性免疫与之斗争,并予以歼灭。免疫学就是人类与传染病斗争的过程中发展起来的,因此,免疫一直被理解为机体对微生物

感染的不同程度的抵抗力。

免疫功能正常时,能充分发挥对病原微生物感染的抵抗力,但当免疫异常亢进时,反而导致变态反应,而免疫抑制状态下或免疫不全症患者又往往引起反复感染。

2. 自身稳定(homeostasis)

在新陈代谢中,每天都有大量的细胞衰老死亡或受到损伤,这些失去了功能的“异常”细胞积累在体内,必然会影响正常细胞的活动。免疫系统的第二个重要功能就是消除这些废物,维持机体内环境的清洁和稳定,保持机体正常细胞的生理活动,使机体的各部门都能精确地执行正常功能,充满活力。

这些异常细胞是由各种免疫活性细胞来清除的。当细胞衰老死亡时,也可刺激机体产生自身抗体,以及时清除这些细胞。但是,如果此种机能异常亢进时,就会造成肃清扩大化,损伤自身的正常细胞,而引起自身免疫病,如,自身产生的抗核蛋白抗体会破坏自身的组织细胞而引起的红斑狼疮就属于自身免疫性疾病。

3. 免疫监视(immune surveillance)

任何动物最危险的“敌人”都来自身体内部。正常细胞在化学的(如黄曲霉毒素、N-亚硝基化合物、苯并芘、二恶英等食品污染物)、物理的(如紫外线、X-射线等的辐射)和病毒等致癌、致突变因素的诱导下可以发生突变,其中有一些可恶变为肿瘤和癌症细胞。人和高等动物体内的细胞个数是个天文数字,可以说,机体内每天都有一些细胞在各种诱因的作用下在发生基因(DNA)复制和转录的错误,进而发生突变和恶变,但是实际获得肿瘤和癌症的个体在种群中所占比例还是很小的,这主要归功于机体的免疫系统。免疫的第三个重要功能就是严密监视这些肿瘤细胞的出现,一旦出现就能立即予以识别,并调动免疫系统在其尚未发展之前将其歼灭。免疫功能降低或抑制就会使肿瘤细胞大量增殖。肾移植患者应用免疫抑疗法,以及老龄人群因免疫功能低下,癌症的发病率均较高就是明证。因此,保持机体健康,加强免疫功能是预防肿瘤和癌症的有效方法。

总之,免疫是对异体、异种或自身异常物质的各种排除反应,包