



内分泌疾病的 检验诊断与临床

主编 蒋 健 张一鸣 董一善 何浩明



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内分泌疾病的检验诊断与临床

主编 蒋 健 张一鸣
董一善 何浩明

上海交通大学出版社

内容提要

本书分7章:内分泌基础、内分泌腺的解剖和组织学、激素分泌的控制及作用机制、内分泌疾病的激素测定项目及意义、内分泌疾病的特种检验项目及意义、免疫学测定技术与分子生物学在医学检验中的作用、内分泌疾病的检验诊断及临床。

本书适用于内分泌科、内科、检验科等医师和广大临床医师参阅,也适用于高等医学院校医疗系、检验系等广大师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

内分泌疾病的检验诊断与临床 / 蒋健等主编. —上海:上海交通大学出版社, 2016
ISBN 978-7-313-15472-9

I. ①内… II. ①蒋… III. ①内分泌病—医学检验②
内分泌病—诊疗 IV. ①R58

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第165202号

内分泌疾病的检验诊断与临床

主 编: 蒋 健 张一鸣 董一善 何浩明

出版发行: 上海交通大学出版社

地 址: 上海市番禺路951号

邮政编码: 200030

电 话: 021-64071208

出 版 人: 韩建民

印 制: 上海天地海设计印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 787 mm×960 mm 1/16

印 张: 12

字 数: 186千字

版 次: 2016年7月第1版

印 次: 2016年7月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-313-15472-9/R

定 价: 38.00元

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 021-64366274

内分泌疾病的检验诊断与临床

主 编 蒋 健 张一鸣 董一善 何浩明

(排名不分先后)

副主编 徐 宁 高云明 徐承来 李家靖 崔文贤
张 铭 袁小松 刘忠伦

作者单位:

蒋 健	南京医科大学附属常州妇幼保健院
张一鸣	南京医科大学附属常州妇幼保健院
董一善	南京医科大学附属常州妇幼保健院
何浩明	江苏省连云港市第一人民医院
徐 宁	江苏省连云港市第一人民医院
高云明	江苏省连云港市第二人民医院
徐承来	江苏省连云港市第二人民医院
李家靖	连云港市第二人民医院
崔文贤	江苏省常州市第七人民医院
张 铭	南京医科大学附属常州妇幼保健院
袁小松	南京医科大学附属常州妇幼保健院
刘忠伦	江苏省连云港市第一人民医院

前 言

内分泌疾病是临床上的常见病、多发病。随着我国医疗科学事业的迅猛发展,基础医学尤其是免疫学及分子生物学的技术在医学检验领域中取得突破性的进展。面对新进展,一个普通的临床医师,他(她)们迫切需要有一本能提高内分泌疾病检验与临床的参考书。为此,编著者参考了国内外大量的医学文献,撰写了这本《内分泌疾病的检验诊断与临床》,以供广大医务工作者在诊治工作中做参考。

本书分7章,第一章介绍内分泌基础;第二章介绍内分泌腺的解剖和组织学;第三章介绍激素分泌的检测及作用机制;第四章介绍内分泌疾病的测定项目及意义;第五章介绍内分泌疾病的特种检验项目测定及意义;第六章介绍免疫学测定技术与分子生物学在医学检验中的应用;第七章介绍内分泌疾病的检验诊断与临床。

由于本书主要供临床医师参阅,故对试验只介绍方法、适应证及正常值和临床意义,而不叙述操作方法。本书内容力求反映新的科学事业的发展,以为临床上进一步开展工作所需。

一般内分泌疾病的专著及教科书,系统性及理论性较强,这对于一个内分泌的诊治医师来说无疑是必要的。但若能将基础

知识和临床实践应用加以联系,融会贯通,既有理论指导又有临床实际应用的本领,能在实际工作解决疑难杂症,这更是一个十分有益的尝试。

当前,内分泌疾病的实验诊断日新月异,在本书与读者见面时,仍会有较多的新的内容未能及时添入,只能留在再版时修正了,请广大读者谅解。

本书适合于高等医学院校检验系、医疗系师生和广大医疗工作者阅读。由于编著者水平有限,加上时间紧、任务重,本书存在的疏漏和不妥之处,欢迎广大读者批评指正。

本书在编写的过程中,参阅了大量的国内外有关文献资料,在此对有关作者表达真挚的谢意和崇高的敬意。同时,本书的出版还得到上海交通大学出版社的大力支持,在此一并致谢!

目 录

第一章 内分泌基础	1
第一节 临床内分泌的发展简史	1
第二节 内分泌概述	4
第二章 内分泌腺的解剖和组织学	13
第一节 脑垂体	13
第二节 甲状腺	16
第三节 甲状旁腺	18
第四节 肾上腺	19
第五节 胰的内分泌部——胰岛	22
第六节 卵巢	23
第七节 睾丸	24
第八节 松果体	25
第九节 胸腺	27
第十节 胃肠道内分泌细胞与 APUD 细胞系统	29
第三章 激素分泌的控制及作用机制	30
第一节 垂体激素分泌的控制	30
第二节 靶腺激素分泌的控制	31
第三节 神经递质与激素分泌	32
第四节 激素分泌的周日节律	33
第五节 激素受体	33

第四章 内分泌疾病的激素测定项目及意义	37
第一节 肾上腺皮质激素测定	37
第二节 儿茶酚胺类激素测定	44
第三节 性激素测定	46
第四节 甲状腺激素测定	53
第五节 环磷苷酸测定	61
第六节 肽类激素测定	64
第七节 前列腺素测定	72
第八节 垂体激素测定	76
第九节 下丘脑测定	84
第十节 有关糖尿病激素检测	87
第五章 内分泌疾病的特种检测项目及意义	93
第一节 血清蛋白结合碘测定	93
第二节 甲状腺激素结合试验(THBT)	94
第三节 游离甲状腺素指数和有效甲状腺素比值	96
第四节 红细胞甲状腺素浓度测定	97
第五节 甲状腺激素结合球蛋白测定	97
第六节 甲状腺摄 ¹³¹ I(¹³¹ 碘)率	98
第七节 三碘甲腺原氨酸抑制试验	100
第八节 过氯酸盐排泄试验	101
第九节 甲状腺闪烁扫描	102
第十节 基础代谢率	103
第十一节 肾小管对磷重吸收率	104
第十二节 磷廓清率	105
第十三节 钙耐量试验	106
第六章 免疫学测定技术与分子生物学在医学检验中的应用	107
第一节 免疫学测定技术的新进展	107

第二节 分子生物学在医学检验中的应用	113
第七章 常见内分泌系统疾病的检验诊断与临床	119
第一节 单纯性甲状腺肿	119
第二节 甲状腺功能亢进症	120
第三节 甲状腺功能减退症	126
第四节 甲状旁腺功能亢进症	128
第五节 甲状旁腺功能减退症	131
第六节 尿崩症	133
第七节 糖尿病	135
第八节 垂体瘤	138
第九节 肥胖症	141
第十节 生长激素缺乏性侏儒症	143
第十一节 嗜铬细胞瘤	145
第十二节 肢端肥大症	147
第十三节 原发性醛固酮增多症	149
第十四节 低血糖症	152
第十五节 库欣综合征	154
第十六节 多囊卵巢综合征	156
第十七节 围绝经期综合征	159
第十八节 高尿酸血症与痛风	164
第十九节 骨质疏松症	167
第二十节 自身免疫甲状腺炎	169
第二十一节 甲状腺结节	170
第二十二节 水、钠代谢失常	173
参考文献	177
中英文名词索引	178

第一章 内分泌基础

第一节 临床内分泌的发展简史

在古代即有内分泌疾病。因此,内分泌疾病古来有之,只是我们对它是否认识而已。有许多内分泌疾病患者,在马路上都会遇到,如古代关于有两性畸形的记载,当时只是根据医生的经验,但并不知道其中的道理。又如糖尿病,即消渴病,众人发现糖尿病患者尿液在地上有许多蚂蚁围拢,因此就可以证实该人患有消渴病。瘰病主要是地方性甲状腺肿,中医学的认识,直到现在其论点还是明确的。从古代名医张仲景、孙思邈开始,当时虽然没有什么实验室检查,但他们的临床观察是十分细致的。比如说,他们知道糖尿病患者有多饮多尿的现象,而且注意到患者的尿滴在鞋上,干后成白色沉淀,蚂蚁爬到上面去采食。这种观察说明,他们作为临床医师,观察是十分敏锐的。

内分泌学真正成为一门临床学科是在 19 世纪后半叶。当时内分泌学研究,一方面是依靠临床观察及很简单的化验检查;另一方面是形态学观察,即病理解剖学。所有的贡献都是这样搞出来的。不管是阿狄森病,还是桥本病等都是如此。就拿阿狄森病来说,如果没有尸体解剖,是弄不清楚的。通过临床检查我们可以证实色素沉着、肌无力、低血压等症状,尸检证实有肾上腺萎缩或结核病变,这两种手段都非常必要。许多内分泌疾病都是这样发掘成一个独立病种的。比如肢端肥大症,临床上发现手足肥大、下颌前突等,尸检可以证实垂体有肿瘤。

20 世纪初期,为实验内分泌学的开始。有两个主要手段:一是切除动物的某个腺体,观察动物会出现什么症状或现象;二是把腺体的提取物注射入切除腺体动物的体内,视其能否纠正病态和恢复正常功能,或移植一个同体的腺

体,使其功能得到恢复。这一阶段,就是利用这种手段进行实验研究的。幼小动物切除垂体,就停止了生长,注射了垂体提取物,就可继续生长。这些都是在此阶段开始的实验内分泌研究工作。当时就有几个简单的激素提出来了,如肾上腺素就是第一个被知道其化学结构并能人工合成的激素,第二个激素就是胰泌素的发现。以后又有人阐明了碘缺乏与甲状腺肿大的关系,这一阶段是实验内分泌学阶段。

1921年发现了胰岛素。继而有许多激素被提取出来,而且每一种激素被提取出来,就会发现新的病种。如使用胰岛素过量,会出现低血糖,不久就有人发现没有接受胰岛素的人,也会出现这种症状,说明胰岛本身分泌胰岛素过多,一些人死于低血糖,尸检发现胰岛瘤,以后对这样的病人进行手术探查,发现了胰岛瘤,把肿瘤切除后,病人就痊愈了。这就是现阶段证实的自发性低血糖和高胰岛素血症。以后还强化了甲状旁腺激素、雌激素等。

20世纪30年代内分泌学得到发展。最好的例子是对甲状旁腺功能亢进的诊断和治疗,当时有一个患者有典型的甲状旁腺功能亢进症状,经过各种治疗,均无好转,有人给他注射甲状旁腺提取物,注射后,仍无好转。后来将一个猝死病人的甲状旁腺移植到病人身上,结果还是不起作用。根据以上几点,认为甲状旁腺病变可能不是代偿性的。于是采取另外一种手段,就是检查甲状旁腺,将肿大的甲状旁腺切除,结果在2个月后,病人就能下床活动。手术前尿中有许多钙沉淀,手术后几天,尿就清澈透明了,这是一个成功地诊断和治疗甲状旁腺功能亢进的例子。在20世纪30年代,内分泌学是多方面发展的,除了甲状旁腺,还有肾上腺,这也有一段曲折的过程,特别是肾上腺皮质功能低下。阿狄森很早就报道了这种病,肾上腺遭到破坏,或因结核,或因自身免疫所致。当时提出可注射肾上腺素治疗,这显然是错误的,引起本病的主要原因是肾上腺皮质类固醇的缺乏所致。

20世纪40年代固醇类激素研究进入鼎盛时期,内分泌的研究进入了以肾上腺皮质激素为主的类固醇激素的研究阶段。

20世纪50年代肽类激素化学结构的研究开始。多肽激素中一级结构被弄清楚并被合成出来的头两种激素是加压素和催产素,当时是一个极大的贡献。在当时技术方面的重要贡献是Yallon和Berson创建的放射免疫分析(RIA)法。1960年开始胰岛素的放射免疫分析。这个方法有高度的特异性和

灵敏性。这就改变了生物化学定量测定的水平,过去最多只能测到微克(μg)水平,用放射免疫分析可测到纳克(ng)甚至皮克(pg)水平,这是任何化学方法所做不到的,由此促进了许多多肽激素的研究工作。

20 世纪 60 年代肽类激素化学研究继续发展。下丘脑激素出现在 20 世纪 60 年代,在多肽激素生化研究深入发展的同时,神经内分泌研究开始了,下丘脑激素开始引人注意。国外有学者认为内分泌和神经系统有密切的联系。我们知道,昆虫有脑激素,这是神经内分泌的开始。尿崩症是典型的神经内分泌疾病,加压素和催产素都是下丘脑分泌的,垂体后叶只是储存部位。此外,这两种激素是在与蛋白质结合的形式下从下丘脑运输到垂体的,这说明,激素也包括神经细胞分泌的激素。在未释放出来发生作用时,是以一个囊泡的状态被包裹起来,这些包含激素的小泡在电镜下可见。当它们被运用到靶器官才能释放出来而发挥作用。关于多肽激素的作用机制,国外有学者提出的环一磷酸腺苷(cAMP)是激素作用第二信使的学说。

20 世纪 70 年代神经内分泌学大发展。美国学者对下丘脑激素的研究做出了贡献。他们明确并发现了 TRH、LRH 的化学结构,开展了神经内分泌的研究。这些激素的发现,不仅说明这些由下丘脑神经细胞分泌的激素可以控制调节垂体的激素,还可以对甲状腺、肾上腺,甚至上纤对大脑发挥作用,这是过去注意不够的。近几年对激素的上纤作用受到重视。已证实,雌激素在大脑有受体,也就是说,雌激素不只是对子宫黏膜、性器官有生理作用,对神经系统也有作用,至少可以肯定性行为就是性激素对大脑发生作用的结果。从大脑分离出来的神经肽还有 P 物质、神经紧张素、内啡肽、ACTH 类似肽等。还有一些激素是先从胃肠道分离出,以后又证明也存在于脑中,如缩胆泌素、胃泌素、胃动素和血管活性肠肽等。最近的资料表明,这些激素并不仅存在于脑和肠胃,而是广泛存在于身体许多组织中,也称神经内分泌激素。

20 世纪 80 年代神经内分泌免疫网络研究兴起。神经内分泌学在 20 世纪 80 年代继续发展。用人胚大脑神经元体外培养研究证明,甲状腺激素对神经元的生长、分化有重要影响,这种影响是通过神经细胞核 T 受体而发挥的。这样,地方性克汀病患者智力低下的机制从细胞学水平得到了进一步的阐明。大量的研究证明,各种激素,包括神经肽类激素、甲状腺激素及性激素、肾上腺皮质激素的作用都是通过靶细胞受体而完成。单克隆抗体和受体的研究大大

地推动了这一时内分泌学的发展,兴起了神经内分泌免疫网络系统的研究。许多研究证明,免疫细胞不仅有神经肽类受体,还能合成神经肽。随着免疫学的发展,许多内分泌疾病的免疫发病机制将会得到进一步的阐明。

20世纪90年代对一些非内分泌器官的再认识。人类对内分泌学的认识是由浅入深的,过去认为是单纯的消化器官的胃肠道已被认为有激素的分泌。大脑也是具有内分泌功能的器官。近年来,还证明心脏也是一种内分泌器官,心房肌细胞含有丰富的神经分泌颗粒,心房提取物和分泌颗粒分离产物能产生强有力的利尿和排钠作用,称心房肽或心钠素。研究证明,心房肽有调节体内水盐平衡的作用,在心、肾及内分泌疾病的发病中有重要意义。研究证明,心房肽有抑制醛固酮合成分泌的作用,有可能在原发性醛固酮症中起辅助治疗作用。同时,对代谢性骨病的研究也在快速发展。除了甲状旁腺激素(PTH)、降钙素和 $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ 等钙磷代谢调节激素的深入研究外,还陆续地发现许多与骨代谢的有关因子,如骨连素、骨钙素、骨趋化因子、骨形态发生蛋白等。这些因子和各种激素的相互作用与骨茎质的形成、骨矿化和骨重建的关系已成为代谢性骨病的研究趋向。一些非内分泌器官黏膜上皮间可检出多种内分泌细胞,这是免疫组织化学在内分泌学中应用的结果。例如,子宫内膜、宫颈黏膜和支气管黏膜上皮间可检出生长抑素、降钙素、5-羟色胺(5-HT)等各种内分泌细胞,它们的作用和存在的意义已吸引更多研究者的关注。

(蒋健徐宁)

第二节 内分泌概述

一、内分泌的基本概念

内分泌系统和神经系统在机体不同的细胞和组织间起着传递信息、调节机体功能的作用。内分泌与那些通过汗腺或消化道向机体外部分泌某种物质的外分泌相反,是生物活性物质向机体内部的分泌。经典激素的定义是:内分泌腺体分泌的一种物质,经血液循环到达其靶组织,调节靶组织的功能。随着医学科学的发展,上述传统的内分泌概念也得到了发展。人们发现一些非

激素的分子起着激素的作用,而一些非内分泌系统的组织可以产生和释放激素。近年来,“旁分泌”(paracrine)和“自分泌”(autocrine)的概念丰富了传统的内分泌范畴。当激素释放后未进入血液循环,仅通过组织间液压局部发挥作用时,称为旁分泌。如性类固醇物质在卵巢、血管紧张素Ⅱ在肾脏的作用及血小板释放的血小板源生长因子对血管内皮和血管平滑肌细胞的作用等。旁分泌的一种特殊类型是“近分泌”(juxtacrine),即某一细胞表面的激素可直接作用于近旁细胞,如促红细胞生长的生长因子的作用。激素也可以作用于分泌它自身的细胞,这种现象称自分泌,如胰岛 β 细胞分泌的胰岛素可抑制同一 β 细胞的胰岛素分泌,生长抑素(somatostatin, SS)可抑制分泌它的胰岛D细胞分泌生长抑素。由癌细胞产生的癌基因(onco gen)的“自分泌”对癌细胞分化和过度生长起着十分重要的作用。

二、内分泌激素的分类

按分子结构分为两大类。第一类是蛋白质(包括糖蛋白)、肽类激素或其衍生物如氨基酸类似物,多肽类激素是特异 mRNA 直接转录的产物、大的前体蛋白质的裂解产物或经修饰的肽类、儿茶酚胺和甲状腺激素是氨基酸的衍生物;另一类是类固醇激素和维生素D,来源于胆固醇;廿烷类如前列腺素和白三烯来源于脂肪酸。

经典的内分泌腺体和主要激素有:①下丘脑的神经分泌细胞,视上核及室旁核神经分泌细胞主要分泌血管加压素(抗利尿激素)、催产素;促垂体区域神经分泌细胞分泌促甲状腺激素释放激素、促黄体生成素释放激素、促肾上腺皮质激素释放因子、生长激素释放因子等。②垂体前叶为人体重要的内分泌腺体,所分泌的激素有:促甲状腺素、促肾上腺皮质激素、促性腺激素(促卵泡刺激素和黄体生成素)、生长激素、泌乳素、黑色素细胞刺激素。受垂体前叶控制的周围内分泌腺(垂体的靶腺)有甲状腺分泌甲状腺素和三碘甲状腺原氨酸;肾上腺皮分泌醛固酮、糖皮质激素和性激素;男性性腺——睾丸分泌睾酮;女性性腺——卵巢分泌雌激素和黄体酮。此外,还有一些内分泌腺体不受垂体分泌的激素控制的调节,这些腺体有胰岛的B细胞分泌的胰岛素,胰岛A2细胞分泌的胰高血糖素,甲状旁腺分泌的甲状旁腺素,肾上腺髓质分泌的肾上腺

腺素和去甲肾上腺素。另外,尚有一些非内分泌器官的细胞也分泌一些化学物质,在不同水平调节各种生理功能,如甲状腺滤泡细胞分泌降钙素、胃肠道黏膜分泌的促胃液素(胃泌素)、胰泌素、胆收缩素等。肾小球旁细胞分泌肾素,心房细胞分泌心钠素(心房肽),以及身体许多部位的细胞都可以分泌前列腺素、内皮缩血管肽素(内皮素)等生物活性物质。

三、内分泌激素的作用

两类激素各自作用于不同类型的受体。多肽及一些氨基酸类生物活性物质作用于细胞膜上特异性受体。一旦激素与受体结合,细胞内的信号传递即开始启动。活化的细胞表层受体通过不同的第二信使将生物信号放大和分散而传递信息,目前被认为是第二信使的物质有 cAMP、环鸟苷-磷酸(cGMP)细胞内游离钙离子、二酰基甘油、酪氨酸蛋白激酶等。许多肽类激素的基本信息传递是通过蛋白质磷酸化的调节来实现的。由此肽类激素可以快速改变细胞酶的结构和功能,并稍缓慢地改变基因转录以调节酶蛋白的浓度。生物源性氨基酸的功能与肽类激素类似。

甾体类、甲状腺素、维生素 A 及维生素 D 的作用机制相似,这类激素穿过细胞膜作用于细胞质内受体。通过与靶基因的 DNA 识别位点结合的结构相关受体,改变细胞蛋白原始酶的浓度,调节生理反应赖以存在的代谢活动。

在人的一生中,激素对机体各个系统的组织和器官的生理活动都有影响。现将激素对人体作用的一般类型简要概括如下:

(一) 对机体生长发育的影响

参与机体生长发育调节的激素很多,生长激素和甲状腺激素的作用最明显。它们刺激全身各器官组织的生长和发育,甲状腺激素还对神经系统的发育起着至关重要的作用。相反,某些激素则抑制生长发育。

(二) 对代谢的影响

激素调节人体化学物质的代谢。胰岛素、胰升糖素、生长抑素、生长激素、儿茶酚胺、糖皮质激素等调节糖、脂肪、蛋白质及核酸的代谢。

(三) 对心血管和肾脏的调节作用

激素非常广泛地影响心血管和肾的功能。肾素血管紧张素系统、心房肽、

内皮缩血管肽素、儿茶酚胺、糖皮质激素、甲状腺激素等都可以影响这两个重要脏器的功能活动。

（四）对矿物质和水代谢的调节

血浆渗透压和水平衡的主要调节激素是血管加压素。盐皮质激素醛固酮是血浆钠钾离子的主要调节因素。此外，心钠素、胰岛素、儿茶酚胺、血管紧张素Ⅱ和甲状旁腺激素也参与调节。甲状旁腺激素、维生素D、雌激素、糖皮质激素等对钙、磷代谢及骨骼系统的影响也是十分明显的。

（五）对生殖系统的影响

内分泌系统的许多激素都参与生殖系统的发育和功能调节。垂体促性腺激素-性腺轴是最重要的调节激素。生长激素、甲状腺激素、肾上腺皮质激素都能影响性腺的发育和生理功能，从而参与生殖系统的功能调节。

（六）对中枢神经系统的影响

激素调节中枢神经系统的许多活动，如情绪、欲望和记忆等。甲状腺激素、糖皮质激素、儿茶酚胺等的水平与神经系统活动密切相关。

（七）对免疫系统的影响

糖皮质激素、性腺激素对免疫系统的影响非常明显，它们可抑制免疫反应。此外，甲状腺激素、生长激素、儿茶酚胺、泌乳素及其他许多激素都参与影响免疫系统功能。

四、内分泌功能的调节

（一）内分泌系统的联系网络

1. 垂体-靶腺轴

垂体-靶腺轴是最经典的内分泌反馈调节模式，包括下丘脑-垂体-甲状腺轴、下丘脑-垂体-肾上腺轴和下丘脑-垂体-性腺轴。上一级腺体通过分泌释放抑制激素或促激素调节下级或靶腺的功能，而靶腺分泌的激素如左旋甲状腺素(T_4) 在垂体转化成活化的 T_3 ， T_3 与垂体细胞核的 T_3 受体结合后抑制促甲状腺激素(TSH)的基因转录，也抑制垂体促甲状腺激素释放激素(TRH)受体的合成从而减少对TRH的反应。此外， T_3 还直接抑制TRH的合成。反之，当甲状腺激素浓度下降时，这种反馈抑制解除，TRH和TSH的合成增加，

刺激甲状腺激素的合成。这一调节机制使内分泌系统成为一个非常敏感的系统,能够产生适当的变化并及时回复到稳态设定点。

2. 平行腺体之间的联系

内分泌腺体之间存在着密切联系,不同的内分泌激素之间也有相互制约相互调节的作用,如醛固酮增多时,肾素的活性明显受抑制。

3. 激素和受体之间的调节

内分泌激素的受体通过改变受体数目,如受体的“降调节”或“升调节”来调节激素的作用。如胰岛素明显增多时,胰岛素受体的数目减少,受体的亲和力下降。

4. 激素调节的某些化学物质

这些物质也可调节激素的分泌,如血浆钙离子水平受甲状旁腺素的调节,而升高的钙离子水平也可抑制甲状旁腺素的合成和释放。

5. 神经-内分泌-免疫网络

神经系统与内分泌系统的不同之处是通过神经纤维将传递信息的神经递质输送到靶组织。也有许多共同之处存在于这两大系统之间。比如,同一个分子可以既是神经递质又是激素,如肾上腺素。许多内分泌激素产生于神经系统如 TRH、促肾上腺皮质激素释放激素(CRH)等,它们除有典型的内分泌系统作用外还有神经递质的作用,并在脑内许多神经细胞的表面有它们特异性受体存在;激素和神经递质都可存在于许多非内分泌或神经组织中;神经递质和激素的作用机制也很相似,它们都利用同样的细胞内信息传导通路如环磷腺苷、钙离子、蛋白激酶 C 和磷酸肌醇转化来调控细胞内活动。同样,免疫系统和内分泌系统也有许多相似之处和相互交叉之处,如免疫系统释放的细胞因子有刺激生长的作用,而一些典型的内分泌激素如促肾上腺皮质激素(ACTH)、泌乳素(PRL)却是由免疫系统的细胞分泌的。且许多内分泌激素,如甲状腺激素、生长激素、儿茶酚胺,可影响免疫或炎症的过程。一些内分泌疾病,如 Graves 病的发病机制中就有 TSH 受体抗体及许多细胞因子、白细胞介素参与。综上所述,神经、内分泌、免疫这三大系统之间存在着十分密切的联系。免疫系统调节机体的内环境,同时受中枢神经系统的控制和内分泌系统的调节;激素作用于免疫细胞,影响免疫系统功能,免疫系统通过其分泌的细胞因子影响激素的分泌。它们共同调节机体生长、发育的过程,也共同参与