

内分泌生理学

程治平 主编

人民卫生出版社

内 分 泌 生 理 学

主 编

程 治 平

编 者

马青年	马蒲生	王志均	王孝铭	王保安
王显臣	王凯华	刘汉清	安一鸣	李子瑜
李伟雄	成 军	陈兰生	余运初	杨宝英
吴忠华	周衍椒	姚秀玉	赵白鸽	徐 屯
高而威	袁其晓	梁殿权	程治平	谢衷明
刘汉清				

人 民 卫 生 出 版 社

内分泌生理学

程 裕 平 主编

人民卫生出版社出版

(北京市崇文区天坛西里10号)

北京市建国门外印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米16开本 32¹/₂印张 4插页 746千字

1984年12月第1版 1984年12月第1版第1次印刷

印数: 00,001—9,900

统一书号: 14048·4692 定价: 5.05元

〔科技新书目 77 75〕

前 言

近二三十年来，内分泌学发展非常迅速，主要表现在三个方面：一是发现激素的来源不仅限于内分泌细胞比较集中的腺体，而且也来自散在的内分泌细胞，因此，激素的种类日益增多，作用愈来愈复杂；二是随着分子生物学的发展，激素作用原理的研究逐步深入，进入分子内分泌学时代，为揭示机体活动的奥秘开拓了另一新的领域；三是内分泌系统与神经系统的相互作用关系已成为当前研究生理适应与调节机能的一项中心课题，这一趋势促进了一门新的学科——神经内分泌学的诞生，从而大大地扩大了人们对适应与调节机能的认识，对疾病发生与发展过程的分析与判断正在发生重大的影响。

这些变化在普通生理学教材中，由于篇幅所限，难以深入介绍，而在教学与科研实际工作中又感到十分需要，为了适应这一要求，我们不揣冒昧利用教学与科研工作之余，集体试编了这本内分泌生理学，但由于作者分散各地，工作很忙，对文稿互审不够，谬误之处，在所难免，尚乞读者多提批评，以便改正。

编 者

目 录

第一篇 总论	1
第一章 概述	1
第一节 激素与激素分类	3
第二节 内分泌学研究方法	8
一、摘除和移植实验	8
二、激素的纯化与人工合成	8
三、体液中激素浓度的测定	9
四、同位素示踪法	11
五、临床观察	12
第三节 激素的作用与激素调节	12
一、激素的作用	12
二、激素调节	13
第二章 激素作用原理	14
第一节 含氮激素(肽类、蛋白质、胺类激素)作用原理——第二信使学说	14
一、受体识别激素与相互作用	15
二、腺苷酸环化酶(AC)的激活	19
三、蛋白激酶系统的激活	20
四、cAMP-PK 系统引起的生物学效应	21
五、cAMP 浓度及其调节	23
六、cAMP 是否是唯一的第二信使	24
第二节 类固醇(甾体)激素作用原理——基因调节学说	27
一、类固醇与胞浆受体结合	28
二、胞浆激素-受体复合物向细胞核转移	28
三、5S 复合物与染色质结合,影响基因表达	29
四、诱导蛋白的产生及生物学效应	30
五、类固醇激素受体的动力学	30
第三节 激素作用的其他方式	31
一、直接作用于细胞膜	31
二、激素的“允许作用”	32
第四节 关于激素作用原理研究的展望	32
一、激素可否既通过 cAMP-PK 系统又通过基因表达发挥作用	32
二、cAMP 是信使?还是调制者?	33
三、PG 的作用问题	33
四、溶酶体向核内转移与 mRNA 形成的关系	33
五、糖蛋白激素受体与神经节苷脂	33
第三章 激素的合成、储存、释放、运输与转归	35
第一节 激素的生物合成	35
第二节 激素的储存与释放	37

一、释放的阶段性与周期性	37
二、释放的机理	38
三、释放的引起与停止	38
第三节 激素的运输	40
第四节 激素的转归	41
第二篇 神经内分泌学	42
第四章 下丘脑与腺垂体	43
第一节 下丘脑与腺垂体联系的形态学基础	43
一、垂体门脉系统	43
二、多突室管膜细胞	46
第二节 下丘脑的促垂体激素	47
一、促甲状腺激素释放激素 (TRH)	47
二、促性腺激素释放激素 (GnRH)	50
三、生长激素释放因子及生长激素释放抑制激素 (GRF, GHI)	54
四、促肾上腺皮质激素释放激素 (CRH)	56
五、催乳素释放因子及催乳素释放抑制因子 (PRF, PIF)	59
六、促黑(素细胞)激素释放抑制因子及促黑(素细胞)激素释放因子 (MIF, MRF)	59
第三节 腺垂体	62
一、腺垂体细胞与腺垂体激素的生物合成及释放	62
二、生长(激)素 (GH, STH)	64
三、催乳素 (PRL)	70
四、促甲状腺激素 (TSH)	74
五、促肾上腺皮质激素 (ACTH)	76
六、促黑(素细胞)激素 (MSH)	80
七、促性腺激素 (GTH)	81
第五章 肽能神经元	86
第一节 概述	86
一、肽能神经元的分布与功能	86
二、肽能神经元的电活动及其与分泌的关系	87
三、肽能神经元活动的调节	90
第二节 神经垂体	91
一、神经垂体激素化学	91
二、神经垂体激素的生物合成、储存与释放	91
三、神经垂体激素的生理作用	93
四、ADH 与有关激素在保持体液渗透压与循环血量方面的作用	96
第三节 激素与递质	98
一、环核苷酸与突触功能的关系	99
二、神经递质对激素分泌的调节	100
三、内源性吗啡样物质与垂体激素分泌	109
第四节 内分泌腺细胞的生物电活动	111
一、研究方法	111
二、胰岛细胞的生物电活动	112

三、肾上腺细胞的生物电活动·····	115
四、甲状腺细胞的生物电活动·····	118
五、腺垂体细胞的生物电活动·····	118
第六章 松果体·····	120
第一节 解剖与组织学·····	120
第二节 松果体内的激素及其它物质·····	121
一、吲哚类化合物·····	121
二、肽类物质·····	126
三、其它物质·····	127
第三节 光刺激对松果体的影响·····	129
第四节 松果体的生理功能·····	130
一、松果体与生殖系统的关系·····	130
二、松果体激素的活性·····	130
三、松果体对内分泌腺和其它方面的影响·····	132
第七章 激素与脑机能·····	133
第一节 生物钟与内分泌·····	133
一、激素分泌的生物节律·····	133
二、内分泌钟的调控·····	136
三、生物钟与临床·····	137
第二节 激素与记忆和行为·····	138
一、激素对学习和记忆过程的影响·····	139
二、激素与某些特异性的行为效应·····	142
第三节 脑是激素作用的靶器官·····	143
一、类固醇激素对脑的作用机理·····	144
二、性激素对脑的作用·····	145
三、肾上腺皮质激素与脑的机能·····	146
第三篇 内分泌腺体及其激素·····	147
第八章 肾上腺髓质与儿茶酚胺·····	147
第一节 肾上腺的机能形态学·····	147
一、胚胎学·····	147
二、解剖学·····	147
三、组织学·····	148
四、肾上腺的血液供应·····	150
五、肾上腺的神经支配·····	150
第二节 肾上腺髓质激素——儿茶酚胺·····	151
一、儿茶酚胺的生物化学·····	151
二、儿茶酚胺的生物合成·····	152
三、儿茶酚胺的贮存和释放·····	155
四、儿茶酚胺的消除·····	158
五、肾上腺髓质儿茶酚胺的生物学作用·····	161
第三节 儿茶酚胺与临床·····	171
一、儿茶酚胺与高血压病·····	171

二、儿茶酚胺与嗜铬细胞瘤·····	173
第四节 肾上腺髓质功能检查·····	173
一、以血压为指标的试验·····	173
二、生物化学指标的试验·····	174
第九章 肾上腺皮质与皮质类固醇激素·····	176
第一节 肾上腺皮质的机能形态学·····	176
第二节 肾上腺皮质类固醇(甾体)激素的结构、分类及命名·····	177
一、皮质激素的结构和分类·····	177
二、皮质类固醇的命名·····	179
三、类固醇化学结构与生物学作用的关系·····	180
第三节 肾上腺皮质类固醇激素的生物合成·····	183
一、肾上腺皮质类固醇激素的生物合成过程·····	183
二、肾上腺皮质类固醇合成酶类缺乏所致疾病·····	187
第四节 肾上腺皮质类固醇激素的运输、代谢及排泄·····	187
一、皮质激素在血液中的运输·····	187
二、皮质激素的代谢·····	188
三、皮质激素代谢物的排泄·····	190
第五节 肾上腺皮质激素的作用·····	190
一、肾上腺皮质激素的作用机理·····	190
二、糖皮质激素的作用·····	193
三、盐皮质激素的作用·····	193
四、皮质性激素的生理意义·····	199
第六节 肾上腺皮质机能调节·····	200
一、糖皮质激素分泌的调节·····	200
二、盐皮质激素分泌的调节·····	200
第七节 下丘脑-垂体-肾上腺轴的功能判定·····	203
一、肾上腺皮质类固醇及其代谢产物的测定·····	203
二、下丘脑-垂体-肾上腺轴的功能试验·····	205
第十章 甲状腺·····	207
第一节 甲状腺的机能形态学·····	207
第二节 甲状腺激素的生物化学·····	209
第三节 碘代谢与甲状腺激素的代谢·····	211
一、甲状腺外的碘代谢·····	211
二、甲状腺激素的合成·····	211
三、甲状腺激素的贮存与分泌·····	215
四、运输与代谢途径·····	216
第四节 甲状腺激素的生理作用·····	220
一、甲状腺激素的生理效应·····	221
二、甲状腺激素的受体·····	224
第五节 甲状腺机能的调节·····	225
一、下丘脑-腺垂体-甲状腺轴·····	225
二、自身调节·····	228

三、交感神经、儿茶酚胺与甲状腺机能·····	230
四、其它内分泌腺与甲状腺的关系·····	232
第六节 甲状腺机能的检测·····	233
第十一章 甲状旁腺素、维生素D及降钙素·····	236
第一节 钙、磷、镁的代谢及其调节·····	236
一、钙代谢及其调节·····	236
二、无机磷酸盐的代谢及调节·····	238
三、镁的代谢·····	239
第二节 甲状旁腺素·····	239
一、甲状旁腺的机能形态学·····	240
二、甲状旁腺素的生物合成与分泌·····	240
三、甲状旁腺素分泌的调节·····	243
四、甲状旁腺素的代谢·····	244
五、甲状旁腺素的生物学作用·····	245
第三节 降钙素·····	249
一、降钙素的生物化学·····	249
二、降钙素的分泌、生物合成及其调节·····	249
三、降钙素的代谢·····	251
四、降钙素的生物作用与作用机理·····	251
第四节 维生素D ₃ ·····	253
一、维生素D ₃ 的化学与生物合成·····	253
二、维生素D ₃ 的代谢·····	254
三、维生素D的生物学作用·····	254
第五节 骨和钙、磷代谢的相对平衡·····	256
第六节 骨及钙、磷代谢状况的检测·····	257
一、测定空腹血浆及尿标本·····	257
二、测定骨周转率的方法·····	258
第十二章 胃肠内分泌学·····	260
第一节 概述·····	260
一、胃肠内分泌细胞的分类·····	260
二、关于胃肠激素和肽类的作用方式·····	262
第二节 循环着的胃肠激素及其作用·····	262
第三节 非循环着的胃肠肽类及其作用·····	266
第四节 胃肠激素的临床应用及其与疾病的关系·····	267
第十三章 胰腺·····	269
第一节 胰腺内分泌的机能形态学·····	269
一、发生学·····	269
二、胰岛的细胞类型·····	269
三、血液供应·····	271
四、神经支配·····	272
第二节 胰岛激素的生物化学·····	272
一、胰岛素·····	272

二、胰岛素的免疫化学特性	274
三、胰高血糖素	274
四、胃泌素和生长抑素	276
第三节 胰岛素的生物合成、贮存和释放	276
一、胰岛素的生物合成	276
二、胰岛素的贮存与 β 颗粒的形成	278
三、胰岛素的释放	278
四、影响和调节胰岛素合成和分泌的因素	280
第四节 胰岛素的转运、代谢和降解	286
一、血液中的胰岛素	286
二、胰岛素在体内的转运和代谢	287
三、胰岛素的降解	287
第五节 胰岛素的生物学作用	287
一、胰岛素的作用	287
二、胰岛素的作用机理	290
三、影响胰岛素作用的因素	292
第六节 胰高血糖素的生物合成、分泌和降解	294
一、胰高血糖素的生物合成和分泌	294
二、胰高血糖素的降解	294
三、影响和调节胰高血糖素分泌的因素	294
第七节 胰高血糖素的生理作用	296
一、胰高血糖素的作用	296
二、胰高血糖素的作用机理	296
三、胰高血糖素作用的生理意义	297
第八节 生长抑素的生理作用	297
第十四章 睾丸	300
第一节 睾丸的机能形态学	300
第二节 睾丸的激素	301
一、雄激素的结构与生物活性	301
二、睾丸类固醇激素的合成	301
三、雄激素的分泌和运输	304
四、雄激素的代谢	304
五、雄激素的测定	304
六、抑制素	305
第三节 睾丸激素的生物学作用及作用机理	306
一、雄激素的生物学作用	306
二、雄激素的作用机理	308
第四节 睾丸内分泌机能的调节	308
一、脑垂体对睾丸活动的调节	308
二、下丘脑对睾丸活动的调节	310
三、睾丸对下丘脑和垂体的反馈作用	310
四、睾丸内相互影响的因素	311
五、催乳素	312

第五节 精子的生成及控制·····	313
一、精子的生成·····	313
二、精子生成的控制·····	313
三、精子成熟与获能·····	314
第六节 男性避孕措施、原理及展望·····	315
第十五章 卵巢·····	317
第一节 卵巢的机能形态学·····	317
一、成年妇女的卵巢·····	317
二、胎儿的卵巢·····	318
三、青春期前的卵巢变化·····	319
四、绝经期卵巢的变化·····	319
第二节 卵巢激素的生物合成·····	319
一、卵巢激素合成的部位·····	320
二、卵巢激素合成的途径·····	321
第三节 卵巢激素的分泌与代谢·····	321
一、月经周期时的血中各种类固醇激素的浓度·····	321
二、卵巢激素在血中的运输·····	322
三、卵巢激素的代谢与排泄·····	323
第四节 卵巢激素的生物学作用·····	324
一、雌激素的生物学作用·····	324
二、孕激素的生物学作用·····	326
三、雄激素在女性的生理作用·····	327
四、性腺类固醇激素的作用机理·····	328
第五节 卵巢机能的调节·····	330
一、下丘脑-垂体-卵巢轴活动及其规律·····	330
二、青春期与月经·····	335
三、更年期及绝经·····	337
第六节 排卵·····	337
一、排卵的机理·····	337
二、其它内分泌腺对排卵的影响·····	338
三、排卵的检测·····	339
四、排卵的抑制与避孕·····	341
五、诱导排卵的方法·····	341
第七节 性激素的测定·····	342
一、几种测定方法的比较·····	342
二、测定样品的选择·····	343
三、用放射免疫测定法测定类固醇激素的几个问题·····	343
四、雌激素的测定·····	344
五、孕激素的测定·····	345
第十六章 胎盘·····	347
第一节 类固醇激素的生成·····	347
一、妊娠早期的类固醇激素生成·····	347

二、孕酮的生成·····	347
三、雌激素的生成·····	348
第二节 蛋白质激素的生成·····	349
一、人绒毛膜促性腺激素 (hCG)·····	349
二、人胎盘催乳素 (hPL)·····	351
三、胎盘 ACTH·····	352
四、其它的蛋白激素·····	352
第十七章 前列腺素·····	354
一、前列腺素的合成与代谢·····	355
二、前列腺素的生物学作用·····	357
三、前列腺素的作用原理·····	364
第十八章 激肽·····	366
第一节 激肽的形成·····	366
一、激肽原·····	367
二、激肽释放酶·····	368
三、激肽酶·····	370
第二节 激肽的生理作用·····	370
一、对心血管的作用·····	370
二、对平滑肌的作用·····	371
三、其他·····	371
第三节 肾脏的激肽·····	371
一、肾脏激肽代谢·····	371
二、影响肾脏激肽释放酶分泌的因素·····	372
三、肾脏激肽生理作用·····	372
四、肾脏激肽与前列腺素·····	373
第四节 激肽系统与血浆蛋白水解系统的关系·····	374
第四篇 激素与代谢、免疫及生长·····	375
第十九章 激素与代谢·····	375
第一节 激素与糖代谢·····	375
一、糖原合成与分解·····	375
二、糖酵解与糖的有氧氧化·····	376
三、糖原异生与激素·····	378
第二节 激素与脂类代谢·····	379
一、甘油的氧化·····	380
二、脂肪酸的氧化·····	381
三、脂肪酸的合成·····	381
四、类脂的代谢·····	385
第三节 激素与蛋白质代谢·····	385
一、氨基酸及其在体内的动态·····	385
二、蛋白质的生物合成·····	387
三、蛋白质代谢的激素调节·····	391
第四节 激素与核酸代谢·····	395

一、激素与DNA代谢·····	395
二、激素与RNA代谢·····	401
第五节 激素对水和电解质代谢的调节·····	403
一、垂体激素·····	403
二、肾上腺皮质激素及有关的类固醇·····	406
三、影响钙、磷代谢的激素·····	412
四、甲状腺激素与胰岛素·····	413
五、前列腺素·····	413
六、水和电解质的体内平衡·····	414
第二十章 内分泌与免疫·····	416
第一节 内分泌学领域中的免疫学·····	416
一、特发性阿狄森氏病·····	416
二、桥本病·····	419
三、巴塞杜氏病·····	424
四、糖尿病与自身免疫·····	430
五、不孕症与免疫·····	433
第二节 免疫学领域中的内分泌学·····	436
第三节 激素对免疫机能的影响·····	442
第二十一章 激素与生长、发育及衰老·····	447
第一节 胎儿内分泌机能特点·····	448
一、胎儿的下丘脑-垂体系·····	448
二、胎儿的甲状腺功能·····	448
三、胎儿肾上腺·····	451
四、胎盘和胎儿的内分泌相互关系·····	452
五、胎儿甲状旁腺·····	452
六、胎儿胰岛素·····	453
七、胎儿性腺·····	453
第二节 生长期中激素对生长、发育的影响·····	454
一、激素对机体生长、发育的影响·····	454
二、儿童生长、发育的指标·····	455
三、激素对细胞生长的影响·····	459
第三节 青春期内分泌的变化·····	461
一、青春期内分泌功能的转变·····	461
二、青春期的生长和内分泌变化·····	462
第四节 衰老和激素·····	472
一、腺垂体：激素含量和形态学·····	472
二、下丘脑：释放激素·····	472
三、生长素·····	473
四、促甲状腺激素和促甲状腺素释放激素·····	473
五、神经垂体：抗利尿素·····	473
六、甲状腺·····	473
七、肾上腺·····	474

八、胰腺激素·····	476
九、性腺激素·····	477
十、甲状旁腺激素-雌激素的相互关系·····	477
十一、降钙素·····	478
十二、交感神经系统：儿茶酚胺·····	478
十三、激素-酶的诱导作用·····	478
十四、腺苷酸环化酶·····	479
第二十二章 微量元素与内分泌·····	480
第一节 微量元素过多引起的内分泌机能紊乱·····	480
第二节 微量元素不足引起的内分泌机能紊乱·····	485
第三节 激素对微量元素的影响·····	487
参考文献·····	488
英汉名词对照·····	498

第一篇 总 论

第一章 概 述

内分泌学是生物科学的一个分支,本书着重介绍与医学有关的内分泌生理学知识。下面首先把内分泌学发展过程中的一些主要史实,按年代先后列出,以示概况。

主要史实*	年代	作者
对去势雄鸡的观察	1849	Berthold
克汀病的描述	1850	Curling
肾上腺机能不全病例报告	1855	Addison
垂体巨人症的报告	1886	Marie
卵巢机能研究报告	1896	Knauwer
促胰泌素的发现	1905	Starling, Bayliss
肾上腺素的提纯与合成		Abel
肾上腺交感神经系统概念		Elliott
去垂体对肾上腺、甲状腺与性腺的影响的研究	1912	Aschner
甲状腺激素的分离、结晶	1915	Kendall
雌激素的分离、纯化	1919	Doisy
胰岛素的发现	1921	Banting 与 Best
主要代谢途径的研究与成功	1925	Emden, Meyerhof, Cori, Lipman
甲状腺素 (T_4) 结构的确立与合成	1927	Harrington 与 Barger
应急学说的提出	1929	Cannon
垂体促性腺机能反馈调节的概念	1932	Moore 与 Price
儿茶酚胺 α - β 受体学说	1948	Ahlquist
可的松首次用于临床	1949	Hench
下丘脑与腺垂体的机能形态学联系		Harris
激素作用的第二信使学说	1950	Sutherland
醛固酮的发现	1952	Simpson 与 Tait
三碘甲腺原氨酸 (T_3) 的发现	1952	Gross 与 Pitt-Rivers
激素放射免疫测定理论与方法的建立	1960	Yalow 等
下丘脑释放因子分离、纯化与合成	1960	Guillemin 与 Schally 等

* 我国在距今2300年前即有关于“瘰”的报告,相当于单纯性甲状腺肿。

成功

降钙素的发现	1961 Copp
胰岛素人工合成成功	1965 中国
胰岛素前体概念的提出	1967 Steiner
维生素D是激素的概念的提出	1968 Deluca 等
调制物 (modulator) 概念的提出	1968 Horey 等

出

APUD 概念的提出	1969 Pearse
------------	-------------

在19世纪以前,内分泌学的研究主要集中于内分泌病的临床描述与分析,发展较慢;到19世纪,开始进入一个迅速发展的阶段,这个时期工业革命推动了化学、微生物学、物理学以及生物学等自然科学的理论与技术的突出进步,这些成就使内分泌学的研究从疾病的一般分析,转为运用新的自然科学手段对病理进程与发病机理进行深入探讨;与此同时,还开展了用动物模型来研究生命现象与规律的工作,从而大大加深了人们对内分泌腺体机能的认识,如1849年,Berthold对去势雄鸡的实验观察,实验方法虽然简单,却说明问题,揭示了睾丸的主要生理机能,是用动物实验研究方法探讨内分泌腺体机能的一个典型范例,为确立实验内分泌学的基础作出了贡献。当然,动物实验在其他生物学领域以及医学方面所获得的大量科学资料,也给内分泌学的发展带来巨大的影响。Claude Bernard提出的内环境稳定学说具有特别重要的意义。在这种形势下,实验内分泌学与临床内分泌学相互促进,加快了发展的步伐。许多原来设想的“x物质”相继从不同腺体成功地分离与纯化出来,有的还搞清了化学结构并可人工合成,使人们对腺体的机能有了更加深入的了解,对有关代谢、生物合成、作用机理等问题的研究更为方便。

第二次世界大战之后,自然科学又一次出现突飞猛进的局面,特别是生物化学、组织化学、电子技术、荧光技术、机能形态学、放射免疫学以及电生理学等学科的成就再一次推动了内分泌学各个领域研究的发展,从而获得许多辉煌的进步:①激素受体学说的提出;②第二信使理论的形成;③用放射免疫技术测微量激素的成功;④从下丘脑提制促甲状腺激素释放激素(TRH)、促性腺激素释放激素(GnRH)与生长激素抑制激素(GHRIH)成功;⑤人工胰岛素合成成功。这些进展为分子内分泌学奠定了基础。

在内分泌学迅速发展的高潮中,神经系统与内分泌系统的关系问题很自然地受到研究者的重视。近年来的资料表明,两个系统的机能相互联系、相互作用、相互补充与配合,关系极为密切,出现了一门新的边缘学科——神经内分泌学,它正蓬勃发展,方兴未艾,在今后若干年内无疑将对神经生理学与内分泌学以及有关学科产生巨大的影响。

在内分泌学的长期发展过程中,自然科学的不少分支学科起了重要的推动作用,反过来,内分泌学的成就又有益于影响着这些分支,特别是生物学与医学理论与实践的进步。影响是双方面的,这种关系将继续存在并共同发展下去。

第一节 激素与激素分类

(一) 激素

激素是内分泌细胞释放的高效能的有机物质。它由体液传送,作为“化学信使”对其他细胞发挥刺激或抑制的作用。1905年 Starling 根据促胰液素刺激胰腺的作用首先采用希腊文 Hormonein 一词(意即刺激)来描述这一物质,并把类似的物质称为 Hormonein,其中文译名便是激素。

现在知道,激素的作用不限于刺激,不少激素如肠抑胃素、生长抑素、促黑(素细胞)激素释放抑制因子等都有极明显的抑制作用;甚至同一激素在不同条件下,有时表现刺激作用,有时又表现抑制作用,如雌二醇就是如此,它在排卵前有一段较短的时期可刺激下丘脑或/和改变垂体的反应性而促进黄体生成素(LH)的分泌,但排卵后雌二醇对下丘脑与垂体的作用却是抑制。所以,激素的含义已经有所扩大,既可能是刺激,也可能是抑制。

过去还认为激素只是腺体细胞的产物,这个观念也有改变。目前已知,体内可以分泌激素的细胞很多,可概称为内分泌细胞。有的比较集中,称为内分泌腺,如垂体、甲状腺、甲状旁腺、肾上腺、胰腺和性腺等,根据新近对松果腺与胸腺的研究,它们也很可能属于这一类;另外一些内分泌细胞比较分散,如消化道的粘膜中便分散存在不少可分泌高效能物质的内分泌细胞;还有的是兼有内分泌作用的细胞,如下丘脑的某些神经细胞可分泌肽类激素,称为神经内分泌或神经激素,肾脏细胞可分泌促红细胞生成素,胎盘可分泌性激素与胎盘催乳素等,所以,内分泌细胞不仅存在于已知的少数内分泌腺体之内,连一度有争议的前列腺素,它广泛存在于几乎所有组织之中也应列为激素,有人将它与激肽称为组织激素。

还有,虽然大多数激素是由血液运输至远距离器官或组织细胞而发挥作用,即,经典的内分泌,也称“远距分泌”(telecrine);也有由细胞分泌出来后,通过弥散而作用于邻近细胞的,如消化道的某些激素,对协调各细胞之间的活动起着重要的作用,可称为旁分泌(paracrine),也可看作局部激素;另外,神经突触前膜释放的递质经狭窄的突触间隙而弥散至后膜发挥作用,过去,一般不认为是激素,近年来,这种观点也开始有了改变,在文献中逐渐有更多的人将它们当作局部激素;但须指出,它们与前面提到的神经内分泌或神经激素不同:①神经内分泌或神经激素是由神经细胞胞体产生的,或是由下丘脑垂体门脉循环,或是由特殊的神经束运输,都经过较长的距离,才达到作用点,而神经递质主要是由神经末梢产生的,不需要长距离运输;②神经内分泌或神经激素受体的敏度较高(M^{-8} 或更少)而神经递质受体的敏度较低(M^{-8} 或更多)。

激素在血液中的常见浓度一般在 10^{-6} 至 $10^{-12}M$ 之间,数量极少,是高效能生物活性物质。那些由细胞释放但浓度较大的有机或无机物质,如葡萄糖、自由脂酸、各种离子与 CO_2 等,不是激素。

(二) 激素的分类

激素可按来源(腺体)、功能与化学性质分类。激素的功能非常复杂,而且各种激素往往相互作用,密切配合,参与维持机体稳态的调节,在有关章节将一一予以论述。下面着重从激素的化学性质进行分类,附带提及主要来源。