

内分泌腺机能的 相互关系与调节

刘桂馨编著

上海科学技术出版社

內分泌腺机能的相互关系与調节

刘 桂 馨 編 著

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本书系根据近十年来大量有关內分泌腺机能的文献資料編写而成,系統地論述了內分泌腺机能的相互关系与調节,并提出了作者自己的看法。

內容分为三章。第一章闡述各內分泌腺机能之間的相互关系;第二章闡述內分泌腺机能与神經系統的相互关系;第三章介紹內分泌腺机能的調节形式、調节机制和內分泌系統的整合,以及內分泌腺机能的相互关系与整合調节,和中枢神經系統在內分泌腺机能調节中的作用。

本书可供生理学、病理生理学、生物化学与药理学工作者及临床医师参考。

內分泌腺机能的相互关系与調节

刘 桂 驛 編 著

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业許可証出 093 号

商务印书馆上海厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 850×1168 1/32 印张 15 20/32 排版字数 411,000

1964 年 9 月第 1 版 1964 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—6,500

統一书号 14119·501 定价(科七) 2.60 元

序

內分泌腺机能的相互关系与調节是內分泌学和人及动物生理学中的重要課題。要了解內分泌机能和机体其他机能的調节，必須闡明內分泌系統的平衡協調过程。近十年来，这方面的研究有很大的进展，已經从整体水平、細胞水平、以至分子水平获得广泛而深入的資料。如果把已有的研究成果加以闡述，就现有材料論証內分泌系統的平衡協調，从而得出一些新的概念，或者对于学者不无裨益。作者为此根据十年来的国内外資料，就客观事实，推論客观规律；对于不同的事实材料，兼收并用，以便取得比較客观的結論。

作者除收集了有关的主要文献外，并引用了一些自己的工作資料，以专册形式闡述和論証了这个問題。限于个人知識和学术修养，立論取材，容有未当，尚希同道先进和广大讀者指正。

刘 桂 馨 1963.5.

目 录

緒 言	1
第一章 內分泌腺机能的相互关系	9
第一节 神經垂体同其他內分泌腺机能的相互关系	12
一、同腺垂体机能的关系	13
(一)神經垂体对腺垂体机能的影响	13
1. 对促肾上腺皮质素的分泌	13
2. 对促甲状腺素的分泌	16
3. 对生长激素的分泌	16
4. 对催乳激素的分泌	17
5. 对促性腺激素的分泌	18
(二)腺垂体对神經垂体机能的影响	18
二、同肾上腺髓质机能的关系	20
三、同肾上腺皮质机能的关系	22
(一)神經垂体对肾上腺皮质机能的影响	22
(二)肾上腺皮质对神經垂体机能的影响	24
四、同甲状腺机能的关系	26
五、同甲状旁腺机能的关系	28
六、同胰岛机能的关系	29
七、同性腺机能的关系	29
第二节 腺垂体同其他內分泌腺机能的相互关系	41
一、同神經垂体机能的关系	43
二、同肾上腺髓质机能的关系	43
(一)腺垂体对肾上腺髓质机能的影响	44
(二)肾上腺髓质对腺垂体机能的影响	45
1. 对促肾上腺皮质素的分泌	45
2. 对促甲状腺素的分泌	46
3. 对促性腺激素的分泌	47

4. 对生长激素的分泌	48
三、同肾上腺皮质机能的关系	48
(一)腺垂体对肾上腺皮质机能的影响	49
1. 对皮质性激素的分泌	49
2. 对皮质其他类固醇的分泌	50
(二)肾上腺皮质对腺垂体机能的影响	56
1. 切除肾上腺的影响	56
2. 外源皮质激素的影响	58
四、同甲状腺机能的关系	61
(一)腺垂体对甲状腺机能的影响	62
1. 外源腺垂体激素的影响	62
2. 切除垂体的影响	63
(二)甲状腺对腺垂体机能的影响	63
五、同甲状旁腺机能的关系	68
六、同胰岛机能的关系	69
(一)腺垂体对胰岛机能的影响	70
1. 对 β 细胞胰岛素的分泌	71
(1) 生长激素的影响	71
(2) 促肾上腺皮质素的影响	75
(3) 催乳激素的影响	75
2. 对 α 细胞高血糖素的分泌	76
(二)胰岛对腺垂体机能的影响	77
七、同性腺机能的关系	77
(一)腺垂体对性腺机能的影响	78
(二)性腺对腺垂体机能的影响	83
1. 卵巢	83
(1) 动情素对腺垂体的影响	83
(2) 助孕素对腺垂体的影响	87
2. 睾丸	88
第三节 肾上腺髓质同其他内分泌腺机能的相互关系	109
一、同神经垂体机能的关系	109
二、同腺垂体机能的关系	110
三、同肾上腺皮质机能的关系	110

四、同甲状腺机能的关系	114
(一)肾上腺髓质对甲状腺机能的影响	114
(二)甲状腺对肾上腺髓质机能的影响	118
五、同甲状旁腺机能的关系	122
六、同胰岛机能的关系	122
(一)肾上腺髓质对胰岛机能的影响	122
(二)胰岛对肾上腺髓质机能的影响	123
七、同性腺机能的关系	127
第四节 肾上腺皮质同其他内分泌腺机能的相互关系	136
一、同神经垂体机能的关系	136
二、同腺垂体机能的关系	136
三、同肾上腺髓质机能的关系	137
四、同甲状腺机能的关系	137
(一)肾上腺皮质对甲状腺机能的影响	138
(二)甲状腺对肾上腺皮质机能的影响	142
五、同甲状旁腺机能的关系	149
六、同胰岛机能的关系	151
七、同性腺机能的关系	154
(一)在性的发育中肾上腺皮质的变化	155
(二)性周期中肾上腺皮质的变化	158
(三)性腺切除与外源性腺激素对肾上腺皮质的影响	159
1. 在雌性	160
2. 在雄性	167
(四)妊娠期肾上腺皮质的变化与作用	171
(五)肾上腺皮质机能缺乏时性腺及附性器官的变化	182
(六)肾上腺皮质激素对性腺及附性器官的影响	184
第五节 甲状腺同其他内分泌腺机能的相互关系	223
一、同神经垂体机能的关系	223
二、同腺垂体机能的关系	224
三、同肾上腺髓质机能的关系	224
四、同肾上腺皮质机能的关系	225
五、同甲状旁腺机能的关系	226
六、同胰岛机能的关系	227

七、同性腺机能的关系	231
(一)甲状腺对性腺机能的影响	231
(二)性腺对甲状腺机能的影响	239
第六节 甲状旁腺同其他内分泌腺机能的相互关系	247
一、同神经垂体机能的关系	247
二、同腺垂体机能的关系	247
三、同肾上腺髓质机能的关系	248
四、同肾上腺皮质机能的关系	248
五、同甲状腺机能的关系	248
六、同性腺机能的关系	248
第七节 胰岛同其他内分泌腺机能的相互关系	257
一、同神经垂体机能的关系	258
二、同腺垂体机能的关系	258
三、同肾上腺髓质机能的关系	258
四、同肾上腺皮质机能的关系	259
五、同甲状腺机能的关系	259
六、同甲状旁腺机能的关系	260
七、胰岛 β 细胞与 α 细胞的关系	261
八、同性腺机能的关系	263
第八节 性腺同其他内分泌腺机能的相互关系	270
一、同神经垂体机能的关系	271
二、同腺垂体机能的关系	272
三、同肾上腺髓质机能的关系	272
四、同肾上腺皮质机能的关系	272
五、同甲状腺机能的关系	274
六、同甲状旁腺机能的关系	274
七、同胰岛机能的关系	274
第九节 胸腺同其他内分泌腺机能的相互关系	275
一、同甲状腺机能的关系	275
二、同性腺机能的关系	276
三、同肾上腺皮质机能的关系	276
四、同腺垂体机能的关系	278

第二章 内分泌腺机能与神经系统的相互关系	281
第一节 内分泌腺机能的神經控制.....	282
一、神經系統对神經垂体机能的影响.....	283
(一)对加压-抗利尿素分泌的影响.....	284
(二)对催产-排乳素分泌的影响.....	290
二、神經系統对腺垂体机能的影响.....	296
(一)对促肾上腺皮质激素分泌的影响.....	302
(二)对促甲状腺素分泌的影响.....	310
(三)对促性腺激素分泌的影响.....	315
(四)对催乳激素分泌的影响.....	338
(五)对生长激素分泌的影响.....	340
三、神經系統对肾上腺髓质机能的影响.....	341
四、神經系統对肾上腺皮质机能的影响.....	347
五、神經系統对甲状腺机能的影响.....	356
六、神經系統对甲状旁腺机能的影响.....	363
七、神經系統对胰島机能的影响.....	365
八、神經系統对性腺机能的影响.....	372
第二节 内分泌激素对神經系統的影响.....	411
一、神經垂体激素的影响.....	412
二、促肾上腺皮质激素与肾上腺皮质激素的影响.....	414
三、促甲状腺素与甲状腺激素的影响.....	418
四、促性腺激素与性腺激素的影响.....	428
五、肾上腺髓质激素的影响.....	435
六、胰島素的影响.....	437
七、甲状旁腺激素的影响.....	441
第三章 内分泌腺机能的調节	450
第一节 内分泌腺机能的調节形式.....	452
一、反射調节.....	452
二、自我調节.....	453
三、相互調节.....	455
四、交互代償調节.....	456

五、化学調节	457
六、理化調节	459
七、器官調节	459
第二节 內分泌腺机能的調节机制	461
一、反射机制	461
二、反饋机制	463
三、烏枪作用或散射作用	469
四、激素的对抗与協調	471
五、激素的失活与复活	472
第三节 內分泌系統的整合	474
第四节 內分泌腺机能的相互关系与整合調节	477
第五节 中枢神經系統在內分泌腺机能調节中的作用	478
結 語	485

緒 言

越来越多的事实表明,人及动物机体机能的內分泌調节,不是由单一激素,而是由激素間的平衡来調节的;沒有一种机能的正常活动取决于单一激素。就內分泌系統來說,只有激素間处于平衡状态,才能体现其正常的調节机能。例如,只有当脑垂体与卵巢处于平衡状态,才有正常的性周期。当某一內分泌不足或过多,以致內分泌平衡失調时,就将导致正常机体发生一系列的异常变化,形成所謂內分泌症候群或綜合病征。在这种情况下,神經系統也发生变化,失去其正常的控制作用。激素間的平衡是靠各个內分泌活动的相互影响与神經系統的調节来維持的。因此,內分泌腺机能的相互关系与調节,就成为內分泌学的重要課題。

內分泌腺机能的相互关系,体现在两个方面:腺体的分泌活动与激素的作用。这一腺体同另一腺体的分泌活动常相互影响,这一激素同另一激素的作用又相互影响。根据现在的了解,几乎各个內分泌腺間的分泌活动,都有相互关系;各种激素間的作用,也有相互关系;似乎每一激素发挥作用,需有其他激素来配合。在某些场合,激素間必須浓度比例适宜,出現的時間和次序适宜,才能发生最大的效应。例如,卵泡刺激素和黄体生成素在这种条件下,才能引起排卵(見第一章)。內分泌腺間分泌活动的相互影响,似乎就是要使各自的分泌,互相配合,以达适宜。这种适宜的配合活动,在完整机体內,是与神經系統的調节分不开的。尽管許多內分泌腺还可能沒有分泌运动神經支配,但可肯定,內分泌系統受神經系統的調节。內分泌腺間的相互影响过程是有神經系統参与的;并且通过神經系統的調节,使內分泌机能更好地适应机体机能調节的需要。

另一方面,神經系統也受內分泌系統的影响,甚至可以說,也

受內分泌系統的調節。至少，神經細胞的新陳代謝是在激素的控制之下进行的；神經系統的正常机能，有賴于內分泌激素的平衡協調。在某種程度上，血中激素浓度的改变，可以导致神經系統使动物的行为反应发生变化。在整个性周期不同时相中所出現的精神状态的变化，以及甲状腺素浓度变化所發生的神經现象可为这种作用的示例。甲状腺素分泌不足，可能变为呆子（在幼年）；分泌过多，可发生譫狂。实验証明，許多激素都能影响神經系統的机能，并出現各种各样的变化（見第二章）。产生这种影响的詳細机制，所知尙少。但已明了，中枢神經系統各部分具有不同的化学特异性，不同化学物质对于不同类型的神經原有不同的作用。激素的反馈作用于神經系統，是內分泌机能的重要的調節机制。通过反馈作用，又轉而調節內分泌腺自己的分泌活动。

因此，內分泌腺机能的相互关系及其与神經系統的相互关系，实际上是不可分割的調節过程。

內分泌腺及其激素之間的相互关系，使內分泌形成一个完整的机能系統。在完整机体內，任一內分泌出現的效应，都可能与其他內分泌的相互影响有关。一个內分泌缺乏或过多所出現的症候群，显然标志着內分泌系統的平衡失調；某一內分泌疾病的发生或加剧，可能是另一內分泌机能失常所致。例如，临床記載糖尿病与甲状腺机能亢进常相互作用，此一病变，增加另一病变的严重性。甲状腺素与肾上腺素的外周效应，常相互增强：甲状腺机能亢进时，肾上腺素分泌增加，对肾上腺素更敏感，甲状腺机能亢进时的許多症状，只能用两种激素同时分泌过多来解释。治疗时，只有作用于两种激素系統的医治，才可能見效（見第一章）。

显而易见，闡明內分泌腺机能的相互关系与調節，对生理、病理生理、疾病的診斷、治疗，以及激素的药理和应用都有重要的意义。特別是近来激素的应用日益广泛，不仅应用于內分泌疾病的治疗，而且应用于临床各科。不少資料表明，許多非內分泌疾病，例如炎症、肿瘤、水肿、高血压以及某些传染病与慢性疾患等等，也往往与內分泌系統的机能状态有关。不难推測，为治疗目的而应用

外源激素于机体所出现的效应，是与其他内分泌的相互影响有关的；某一内分泌活动参与疾病的病理变化过程，也可能是与另一内分泌的影响有关的。如只就单一内分泌去分析，而不考虑同其他内分泌可能发生的相互影响，就难获得正确的了解。

内分泌腺机能的相互关系与调节是一极为复杂的问题。腺体之间的相互影响，不是在任何情况都是一致的；可以相互刺激，也可以相互抑制，有时须有另一腺体的参与。激素之间的拮抗或协同作用，也不是在任何场合都是一致的；在这一场合为拮抗，而在另一场合却呈协同作用。如甲状腺素与胰岛素在糖类代谢与蛋白质的合成代谢中，就有拮抗与协同的双重关系（见第一章）。腺体之间及激素之间相互关系的多样性，显示着调节的复杂性。这种复杂关系，直到现在，还不十分清楚。但已有大量事实材料，特别是新近获得的事实材料，使这个问题有可能具体地进行讨论。这些材料的获得，是与整个内分泌学的发展和新技术的发展有关的。

内分泌学是晚近发展的科学。真正成为有实验论证和有内分泌激素概念的内分泌学，还是近数十年才形成。十九世纪中叶，Berthold (1849) 首创睾丸移植的工作，被忽视了许多年。1889年，Brown Sequard 给自身注射动物睾丸提液，可说是应用内分泌提取物的开始。内分泌一词，却是这时期 Claud Bernard 了解到肝脏释放一种物质（可能是葡萄糖）而提出来的。激素概念，还是本世纪之初 Bayliss 与 Starling (1904) 报导促胰液素的实验结果才揭露。他们强调一种特殊化学物质可以由一种器官或组织形成，经血液运往远离器官，发生化学使者(messenger)的作用。而激素一词，是 W. B. Hardy 建议从拉丁字 *Opuaw* (“我激动”) 而演译出来的(Bayliss, 1915)。

内分泌学的进展，有赖于各种激素的分离及提纯，并研究其活性。肾上腺素在1901年才制成纯的晶体，并在其后的第三年用人工方法合成，算是人工合成的第一个激素。1915年，才分离出纯净的甲状腺素。1921年，才发现胰岛素。腺垂体激素的作用直到1920年才由 Smith, Evans 及其他人第一次发现(Harris, 1955)。

现在知道的許多激素,都是在这以后的年代里分离提純的,而现在所了解的有关內分泌的許多知識,很大部分也是在这个期間获得的。

蛋白质化学的新发展,带来了肽类激素研究的新成就,許多肽类激素如催产-排乳素、加压-抗利尿素、胰島素、高血糖素、促肾上腺皮质激素、色素細胞刺激素及催乳激素等的氨基酸排列順序,就在1953年以后的短短几年間被闡明了。化学和药理学的研究成就指出,激素的多种作用,可以通过化学結構的改变而加以分离,或加强它在某一方面的作用。如强皮质激素的作用优于皮质素及氢化皮质素是其一例。强皮质激素是在皮质素的第1、2位之間引入双鍵(去氢)而获得的。揭露激素化学結構与机能的关系是闡明激素作用机制的重要环节。

激素及其代謝产物的分析技术,越来越精密,許多激素的定量分析,可以微克为单位。这样,即使腺体微小的分泌变动,都可被測出。激素在血中的浓度是决定腺体分泌的重要因素。激素分析技术的进步,为研究內分泌机能的相互关系与調节提供了重要条件。

同位素的应用,給內分泌系統的研究带来很大的便利,并获得許多珍貴的資料。如利用 I^{131} , 明确地观察到甲状腺的分泌活动过程,甲状腺激素的作用机轉,及其分布和代謝轉变(Pitt-Rivers与Tata, 1959)。

应用电子显微鏡,可以直接观察腺体細胞內的分泌活动,如在甲状腺观察到促甲状腺素刺激甲状腺的各种活动。在腺体,发现垂体嗜酸細胞有二类:催乳激素为顆粒直径較大的一类所分泌,而其顆粒直径較小者分泌生长激素(見第二章)。

組織化学和組織培养方法的进步,便利了直接研究腺体的活动。如动情素对腺垂体促性腺活动的影响,得到組織化学和組織学的証明,并且确定,腺垂体释出的各种促內分泌激素(以下簡称促激素)是分別由不同的細胞分泌的,但不是一种細胞只分泌一种激素(見第二章)。

电生理学技术的发展,使学者有可能在中枢神經系統內寻找各个內分泌腺的中枢結構,并可通过描記腺体的电活动来研究它的反应。

借助于所有这些新技术的成就,使得內分泌学的各个方面都有迅速的发展。在內分泌生理学范畴內,从激素的合成过程、释放与贮存,激素的作用和作用机制及其代謝轉变,內分泌腺机能的相互关系与調节等各个方面,获得不少可貴的資料,这些資料,直接或間接地都有助于內分泌腺机能相互关系与調节的闡明。例如:

腺垂体的几种促激素,不但刺激相应的标的腺,且能刺激或抑制其他內分泌腺的活动,还有腺外的代謝作用;生长激素和催乳激素也能影响几种內分泌腺活动。标的腺激素的轉而影响腺垂体,不仅影响相应促激素的分泌,且能影响其他促激素的分泌;神經垂体和腎上腺髓质激素都能刺激腺垂体的分泌,也能直接影响其他許多內分泌腺的分泌。这样,使脑垂体之所以为內分泌系統樞紐的机制就更接近于明了,同时也显得更为复杂。由此可知,內分泌腺間的相互影响不只是两个腺体間的相互影响,而往往是几个腺体相互影响的(见第一章)。

早期关于神經系統調节的研究,多从各种外感受性因素对內分泌的影响,破坏中枢神經系統及切除分布到腺体的神經等方法来观察,仅仅証明內分泌系統受神經系統的調节。近来,借助于新技术的发展,从中枢神經系統內寻找各个內分泌腺的中枢結構,利用微电极和遙測控制,以及脑电活动記錄方法的研究表明,几乎每一內分泌腺都有一定的神經中枢調节其活动。大脑皮层、下丘脑、网状結構都参与調节;大脑皮层似乎主要集中于邊緣叶,并提出了它与下丘脑联系的可能途径的假設;大脑皮层-間脑循环路綫的完整是必要的;在下丘脑,找出了更多的神經核与內分泌系統的調节有关。中枢神經系統同脑垂体系統的直接联系部位主要是下丘脑。

值得注意的是:內分泌腺脱离神經系統后,虽然会发生机能的甚至結構的变化,但大多数內分泌腺在这种情况下仍有显著的

分泌活动，并在一定程度上保持腺体間机能的相互关系。这就不能不使人相信，大多数内分泌腺的調节基本上是体液調节。这是内分泌系統的特点，只有神經垂体与肾上腺髓质例外，而这两个腺体也有体液調节的存在。实验証明，肾上腺髓质有自我調节机制，切除神經一年以后，还有显著的分泌活动。肾上腺髓质以往认为不能移植，现在自体 and 同种移植都能成功；移植体的分泌活动且有神經支配者所含儿茶酚胺无异。血液化学成分如血糖及电解质浓度，以及血液渗透压等也决定着一定的内分泌腺的分泌。内分泌系統調节的这些特点，早在大約 30 年以前，已为学者們应用切除神經支配、腺体移植以及人工血液循环等实验观察到。新近的研究結果，繼續支持这点；但早期关于許多内分泌腺存在分泌运动神經的材料，未能为后来的实验所証实(神經垂体与肾上腺髓质例外)；分布到腺体的神經被认为是血管运动神經(见第二章)。

内分泌系統的神經調节或体液調节，爭論了許多年。主张神經調节者，鉴于上述事实的不可否认，提出了神經-体液調节的概念，把体液調节归属于神經系統調节的間接途径；甚至血液成分的影响，以及通过血管运动神經控制腺体的血液供給所发生的作用也属之 (Генес, 1955)。实际上，神經-体液調节是通过神經垂体或肾上腺髓质的分泌影响腺垂体的分泌，再由腺垂体激素影响其他内分泌腺的机能，或者通过中枢神經細胞分泌某种物质——神經激素来影响内分泌腺的机能。根据现在的了解，腺垂体主要接受来自垂体門脉的下丘脑神經激素的調节 (Harris, 1955)，神經激素以及神經垂体和肾上腺髓质激素并通过血液循环直接影响其他内分泌腺的活动(见第二章)。在这种意义上，中枢神經系統也是内分泌器官。看来神經調节与体液調节的爭辯，已无多大意义。

生物控制論的成就受到重視，根据控制論創始者 Weiner 的意见，不論工程上及生物系統上的自动控制，稳定状态的維持，或自动寻找目标的活动，基本上都是反饋机制。这种机制，不仅存在于内分泌系統，也存在于神經系統及高級神經机能。前已提及，反饋机制是内分泌机能重要的調节机制。因此，体液在內分泌腺之

間及其與神經系統之間的聯繫都是重要的，似乎體液聯繫存在體液的環形綫路。

重要的在於闡明體液調節與神經調節的相互關係和作用機制，神經系統調節的中樞部位和整合機制，內及外感受性因素通過神經系統或其他途徑影響內分泌活動的過程和機制，也即中樞機制和外周機制。所有這些，都不十分明了。

根據已有的知識，可以認為，神經調節與體液調節是相互依存的，兩者互相連續活動而發生整合調節作用。內或外感受性因素能引起內分泌腺反射性分泌，其激素一方面影響另一腺體分泌，另一方面，影響新陳代謝，引起血液成分濃度改變，又直接或間接地影響這一個或那一個內分泌腺分泌。體液因素既可直接作用於腺體細胞，也可間接通過中樞神經系統。就腺垂體與其標的腺來說，後者分泌的激素，既可反饋作用於腺垂體，也可反饋作用於下丘腦或中樞神經系統的更高部位，還可發生烏槍作用而影響腺垂體另一促激素分泌，從而影響另一內分泌腺的活動。血液代謝產物或滲透壓的影響，應該說是續發的。這樣，一個腺體的分泌，影響另一腺體的活動。神經調節，繼以體液調節，互相連續，也互相依存，內分泌系統的整合協調可能是神經與體液互相連續調節的結果。

本書收集有關內分泌腺機能的相互關係及其與神經系統相互關係的資料，論證內分泌腺機能的相互關係與神經系統的調節，提出下列論點：內分泌腺機能的相互關係與神經系統的調節是相互依存的，神經調節與體液調節也是相互依存的，內分泌系統是通過神經與體液的連續調節而整合協調的。

參考文獻

- Bayliss, W. M. Principles of General Physiology. 706, 1st. ed. Longmans, Green & Co., London. 1915.
- Bayliss, W. M. & Starling, E. R. The chemical regulation of the secretory process. Proc. Roy. Soc. B. 73, 310~322, 1904.
- Berthold, A. A. Transplantation der Hoden, Arch. Anat. Physiol. Lpz.