

全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定



# 动物内分泌学

汪琳仙 主编

●  
●  
动物生理生化专业用



北京农业大学出版社

全国高等农业院校教材  
全国高等农业院校教材指导委员会审定

# 动物内分泌学

汪琳仙 主编

动物生理生化专业用

北京农业大学出版社

全国高等农业院校教材

动物内分泌学

汪琳仙 主编

责任编辑 孟 梅

\*

北京农业大学出版社出版

(北京市海淀区圆明园西路二号)

北京丰华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

\*

850×1168毫米 32开本 6.75印张 167千字

1993年3月第1版 1993年3月第1次印刷

印数: 1—1500

ISBN 7-81002-399-3/Q·36

---

定 价: 2.10 元

**主 编** 汪琳仙(北京农业大学)

**编 者** 张少英(北京农业大学)

夏国良(北京农业大学)

**主审人** 杨传任(北京农业大学)

## 前 言

国外内分泌学专著较多,如全面介绍内分泌领域及基本原理的《普通内分泌学》;从进化角度主要比较脊椎动物各纲内分泌异同的《比较内分泌学》;结合医学的《内分泌学》和《临床内分泌学》以及用腺体命名范围更狭窄的专著。国内有几本中文译本及少数专著如《内分泌生理学》。很多资料教学上可供借鉴。但长期以来在我国高等农业院校仍感迫切需要这方面的教材。我们自1959年建立动物生理生化专业以来,一直使用油印和铅印讲义。去年在农业部教材指导委员会为完善农业高等院校各专业教材的指令下,我们按照编写教材的各项规定,根据每学时4000字的要求,为动物生理生化专业编写了这本指令性教材。在吴允和汪琳仙编写的《动物内分泌学讲义》的基础上,又主要参考美国 Cornell 大学的《Veterinary Endocrinology》1991年讲授大纲和在美国最早出版的生理学名著 Howell's《Textbook of Physiology》第21版(1989),以及我国期刊《生理科学进展》的有关综述。希望能使本书做到文字简明、资料选新、结合家畜特点。虽然已从事内分泌教学多年,但限于我们的水平和编书经验,在本书中会有缺点和错误,请读者批评指正。

本书的编写,从拟订大纲到初稿审定都得到本校杨传任教授的指教和帮助。绘图和誊稿有动物生理生化专业的同学帮助,在此表示衷心的感谢。

## 内 容 简 介

本书比较系统地介绍了动物体内分泌腺和内分泌细胞的功能,涉及下丘脑与垂体、甲状腺、肾上腺、胰岛、甲状旁腺,胃肠激素、前列腺素、松果腺、激素与生长、激素与生殖和内分泌与免疫等内容。本书的特点是在介绍实验动物研究成果的基础上,结合畜牧、兽医实际,搜集了畜禽内分泌的资料。本书适用于高等农业院校动物生理生化专业的本科生必修和有关专业研究生选修课教材,并可供生物、畜牧、兽医等有关学科的教师以及科技人员参考。

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第一章 概述 .....                 | 1  |
| 第一节 内分泌和激素 .....             | 1  |
| 一、内分泌 .....                  | 1  |
| 二、激素 .....                   | 3  |
| 第二节 激素的生物合成 .....            | 8  |
| 一、肽类激素的合成 .....              | 8  |
| 二、胺类激素的合成 .....              | 10 |
| 三、甾类激素的生物合成 .....            | 11 |
| 第三节 激素的分泌、转运、代谢及其分泌的调控 ..... | 15 |
| 一、激素的分泌 .....                | 15 |
| 二、激素的转运及血液中激素的水平 .....       | 16 |
| 三、激素的代谢 .....                | 17 |
| 四、激素分泌的调节 .....              | 18 |
| 五、激素分泌失调和内分泌疾病 .....         | 19 |
| 第四节 激素作用的机制 .....            | 19 |
| 一、激素受体 .....                 | 20 |
| 二、激素作用的机制 .....              | 22 |
| 第五节 生物时控和内分泌节律 .....         | 27 |
| 一、生物时控 .....                 | 27 |
| 二、内分泌节律 .....                | 28 |
| 第六节 内分泌学研究方法和激素定量测定 .....    | 32 |
| 一、研究方法 .....                 | 32 |
| 二、激素的定量测定方法 .....            | 33 |
| 第二章 下丘脑-垂体 .....             | 37 |
| 第一节 下丘脑与垂体在结构和功能上的联系 .....   | 37 |
| 一、下丘脑 .....                  | 37 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 二、垂体·····                | 39 |
| 第二节 垂体糖蛋白激素·····         | 41 |
| 一、糖蛋白激素的一般化学结构·····      | 41 |
| 二、垂体糖蛋白激素的作用及活性测定·····   | 43 |
| 三、糖蛋白激素的分泌调节·····        | 46 |
| 第三节 促肾上腺皮质激素及阿黑皮素原·····  | 49 |
| 一、促肾上腺皮质激素·····          | 50 |
| 二、阿黑皮素原·····             | 52 |
| 三、ACTH及其他多肽衍生物的分泌调节····· | 54 |
| 第四节 垂体蛋白质激素·····         | 54 |
| 一、垂体蛋白质激素的化学·····        | 54 |
| 二、生长激素·····              | 56 |
| 三、催乳素·····               | 60 |
| 第五节 催产素和加压素(抗利尿激素)·····  | 63 |
| 一、催产素和加压素的来源和化学·····     | 63 |
| 二、催产素的作用及分泌调节·····       | 66 |
| 三、抗利尿激素的作用及分泌调节·····     | 67 |
| 第三章 甲状腺·····             | 69 |
| 第一节 甲状腺激素·····           | 69 |
| 一、甲状腺激素的化学和生物合成·····     | 69 |
| 二、甲状腺激素的分泌、血中浓度及代谢·····  | 72 |
| 三、甲状腺激素分泌的调节·····        | 74 |
| 第二节 甲状腺激素的作用及其作用机制·····  | 75 |
| 一、甲状腺激素的作用·····          | 75 |
| 二、甲状腺激素的作用机制·····        | 77 |
| 第三节 甲状腺功能的检测和功能失调·····   | 79 |
| 一、甲状腺功能的检测·····          | 79 |
| 二、甲状腺功能失调·····           | 80 |
| 第四章 胰腺内分泌·····           | 82 |
| 第一节 胰岛·····              | 82 |



|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 一、胰岛的结构特点 .....                 | 82  |
| 二、胰岛激素 .....                    | 84  |
| 第二节 胰岛激素对物质代谢的调节 .....          | 88  |
| 一、对糖代谢 .....                    | 88  |
| 二、对脂肪代谢 .....                   | 89  |
| 三、对蛋白质代谢 .....                  | 91  |
| 四、胰岛素和胰高血糖素的作用机制 .....          | 92  |
| 第三节 胰岛机能的调控 .....               | 94  |
| 一、胰岛素和胰高血糖素的基础分泌 .....          | 94  |
| 二、胰岛激素间的相互关系 .....              | 95  |
| 三、胰岛激素分泌的调节 .....               | 95  |
| 第四节 某些生理和实验处理状态下胰岛激素分泌的变化 ..... | 99  |
| 一、饥饿 .....                      | 99  |
| 二、运动 .....                      | 99  |
| 三、葡萄糖灌流 .....                   | 100 |
| 四、进食碳水化合物食物 .....               | 101 |
| 五、注射 2-脱氧葡萄糖 .....              | 102 |
| 六、注射抗胰岛素免疫血清 .....              | 102 |
| 七、糖尿病狗施用胰岛素 .....               | 102 |
| 八、精氨酸灌流 .....                   | 102 |
| 九、蛋白质食物的消化 .....                | 102 |
| 第五节 胰岛的病理生理学 .....              | 103 |
| 一、低血糖症 .....                    | 103 |
| 二、高血糖症 .....                    | 103 |
| 三、糖尿病 .....                     | 104 |
| 第五章 肾上腺 .....                   | 105 |
| 第一节 肾上腺皮质甾类激素 .....             | 105 |
| 一、甾类激素的命名 .....                 | 105 |
| 二、皮质激素 .....                    | 106 |
| 三、皮质激素分泌的调节 .....               | 111 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 四、肾上腺皮质功能障碍 .....                    | 113 |
| 第二节 肾上腺髓质激素 .....                    | 114 |
| 一、髓质激素的作用 .....                      | 115 |
| 二、儿茶酚胺的作用原理 .....                    | 116 |
| 第六章 调节钙代谢的激素 .....                   | 118 |
| 第一节 甲状旁腺激素 .....                     | 119 |
| 一、甲状旁腺激素的生物化学及分泌调节 .....             | 119 |
| 二、甲状旁腺激素的作用 .....                    | 120 |
| 第二节 降钙素 .....                        | 124 |
| 一、降钙素的生物化学及分泌调节 .....                | 124 |
| 二、降钙素的作用 .....                       | 125 |
| 第三节 维生素 D <sub>3</sub> 及其活性代谢物 ..... | 127 |
| 一、维生素 D <sub>3</sub> 的代谢 .....       | 127 |
| 二、1,25-二羟维生素 D <sub>3</sub> .....    | 127 |
| 第四节 参与调节钙代谢的其他激素和因子 .....            | 130 |
| 一、性激素 .....                          | 130 |
| 二、糖皮质激素 .....                        | 131 |
| 三、前列腺素 .....                         | 131 |
| 四、胰岛素 .....                          | 131 |
| 五、其他因子 .....                         | 132 |
| 第五节 甲状旁腺激素和降钙素的分泌失调 .....            | 132 |
| 一、甲状旁腺激素分泌过多 .....                   | 132 |
| 二、甲状旁腺激素分泌不足 .....                   | 133 |
| 三、降钙素分泌过多 .....                      | 133 |
| 四、低血钙综合症 .....                       | 134 |
| 第七章 胃肠激素 .....                       | 135 |
| 第一节 胃肠内分泌细胞 .....                    | 135 |
| 一、胃肠内分泌细胞的特征 .....                   | 135 |
| 二、胃肠内分泌细胞的类型和分布 .....                | 135 |
| 第二节 胃肠激素 .....                       | 137 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 一、胃肠激素的作用方式 .....             | 137        |
| 二、循环着的胃肠激素及其作用 .....          | 138        |
| 三、非循环着的胃肠肽类及其作用 .....         | 142        |
| 四、胃肠激素的作用机制 .....             | 143        |
| 五、脑肠肽和 APUD 系统的概念 .....       | 144        |
| <b>第八章 前列腺素 .....</b>         | <b>147</b> |
| <b>第一节 前列腺素的化学及生物合成 .....</b> | <b>147</b> |
| 一、化学结构和分类 .....               | 147        |
| 二、生物合成和代谢 .....               | 149        |
| <b>第二节 前列腺素的作用 .....</b>      | <b>150</b> |
| 一、心血管方面 .....                 | 150        |
| 二、生殖方面 .....                  | 151        |
| <b>第三节 前列腺素的应用 .....</b>      | <b>156</b> |
| 一、发情周期的调节 .....               | 156        |
| 二、人工引产 .....                  | 157        |
| 三、繁殖疾病的治疗 .....               | 157        |
| 四、公畜繁殖 .....                  | 157        |
| <b>第九章 松果腺 .....</b>          | <b>158</b> |
| <b>第一节 松果腺的形态和结构特点 .....</b>  | <b>158</b> |
| 一、松果腺的位置和形态 .....             | 158        |
| 二、松果腺的结构特点 .....              | 159        |
| <b>第二节 松果腺激素 .....</b>        | <b>159</b> |
| 一、松果腺激素的化学 .....              | 159        |
| 二、松果腺激素的作用 .....              | 161        |
| <b>第三节 松果腺激素分泌的调节 .....</b>   | <b>162</b> |
| 一、光照对松果腺机能的调节 .....           | 162        |
| 二、交感神经对松果腺机能的调节 .....         | 164        |
| 三、性腺甾类激素对松果腺机能的调节 .....       | 164        |
| <b>第十章 激素与生长 .....</b>        | <b>165</b> |
| <b>第一节 生长曲线 .....</b>         | <b>165</b> |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 一、生长和生长曲线的概念 .....          | 165 |
| 二、组织器官的生长发育 .....           | 168 |
| 三、细胞水平的生长 .....             | 168 |
| 第二节 参与生长过程调节的激素 .....       | 171 |
| 一、生长激素及生长素介质 .....          | 172 |
| 二、胰岛素 .....                 | 177 |
| 三、糖皮质激素 .....               | 178 |
| 四、甲状腺激素 .....               | 179 |
| 五、雄激素 .....                 | 181 |
| 六、雌激素 .....                 | 181 |
| 七、维生素 D .....               | 181 |
| 八、其他生长因子 .....              | 182 |
| 第十一章 激素与生殖 .....            | 184 |
| 第一节 参与生殖调节的激素 .....         | 184 |
| 一、垂体促性腺激素 .....             | 184 |
| 二、孕马血清促性腺激素和人绒毛膜促性腺激素 ..... | 185 |
| 三、催乳素 .....                 | 185 |
| 四、雌激素和孕酮 .....              | 186 |
| 五、雄激素 .....                 | 186 |
| 六、催产素和松弛素 .....             | 187 |
| 七、其他激素样活性物质 .....           | 187 |
| 第二节 激素对生殖和泌乳调节的机制 .....     | 187 |
| 一、GnRH 对垂体促性腺激素调节的机制 .....  | 187 |
| 二、促性腺激素对性腺调节的机制 .....       | 189 |
| 三、催乳素调节作用的机制 .....          | 191 |
| 四、性腺甾类激素的反馈性调节 .....        | 192 |
| 第十二章 内分泌与免疫 .....           | 195 |
| 第一节 免疫对内分泌的影响 .....         | 195 |
| 一、免疫反应与内分泌疾病 .....          | 195 |
| 二、免疫反应对内分泌的影响 .....         | 195 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第二节 内分泌对免疫的影响 ..... | 197 |
| 一、胸腺与免疫 .....       | 197 |
| 二、肾上腺皮质激素与免疫 .....  | 200 |
| 三、性腺激素与免疫 .....     | 201 |
| 四、其他激素与免疫 .....     | 202 |

# 第一章 概 述

动物内分泌学是动物生理学的一个重要组成部分。其研究内容有：分泌激素的腺体和细胞，激素化学，激素合成，激素分泌及其调节，激素作用及其机制，在生理过程调节中激素的相互影响，以及内分泌疾病的病理生理学研究，并结合畜禽生长、代谢、生殖等特点介绍有关研究内容和实验方法。

## 第一节 内分泌和激素

### 一、内 分 泌

(一) 内分泌的概念 传统的内分泌概念是指内分泌腺分泌的激素进入血液，经血液循环到达靶器官发挥生理调节作用。强调内分泌腺细胞内激素的释放和转运方式，以别于沿导管流出的外分泌。

随着内分泌研究的进展，发现体内还有许多具有内分泌功能的细胞分散在下丘脑、胃、肠、心、肝、肺、肾等器官以及其它部位。因此，内分泌可以说是细胞与细胞之间传递信息的方式之一，即细胞间一种通讯方式。

(二) 内分泌学的核心——细胞间通讯 在以下各章不论是内分泌腺体或内分泌细胞，在完成细胞与细胞间通讯过程中都包含下面这些环节：

1. 在特异刺激反应时，细胞合成和分泌化学信使即激素。
2. 激素扩散到细胞间隙，通过局部毛细血管壁进入血流。

3. 血流传送信息到靶细胞。

4. 在反应细胞，激素与特异性受体分子结合。

5. 激素与受体结合后，触发靶细胞的一系列反应，包含细胞的生物化学和生物物理变化过程，例如膜对离子的通透性变化，基因转录的变化等。

6. 第二信使效应被转化成细胞反应或活动，如像平滑肌收缩，酶分泌量增加等。

动物体的实际情况比以上所述更复杂，如出现：① 某一激素或其化学相关物可以从体内多个部位和多种组织分泌；② 某一组织通常可对一种以上激素起反应；③ 在接受激素作用的细胞内，激素信息之间可以相互影响，并且作用方式通常相反；④ 激素的分泌常受反馈方式控制，发送激素的细胞对接受激素信息的细胞的反应很敏感，因此可被反馈调控。

体内细胞间通讯具有多种方式，除内分泌方式外，还有下面列举的其他几种方式(图1—1)这些方式的主要区别在于化学信使如何到达靶细胞。

**内分泌(endocrine)：**内分泌细胞分泌的激素进入血液，经血液循环到达靶细胞发挥作用。

**神经分泌(neurocrine)：**神经细胞分泌化学信使(神经递质)由轴突末梢释放到附近接受细胞的限定的空间内发挥作用。

**神经内分泌(neuroendocrine)：**神经细胞分泌化学信使(激素)进入周围毛细血管，通过血流运送到接受细胞起作用。

**旁分泌(paracrine)：**细胞分泌的激素通过细胞间隙扩散到邻近的细胞起作用。

**自身分泌(autocrine)：**细胞对自身分泌出来的激素产生效应，通常以负反馈形式出现。

激素的释放和转运不仅是内分泌方式，还有上述的神经内分泌、旁分泌和自身分泌等方式。此外，激素还可通过细胞间微细

的缝管连接到达另一细胞发挥作用，这种方式称为表分泌(epicrine)。

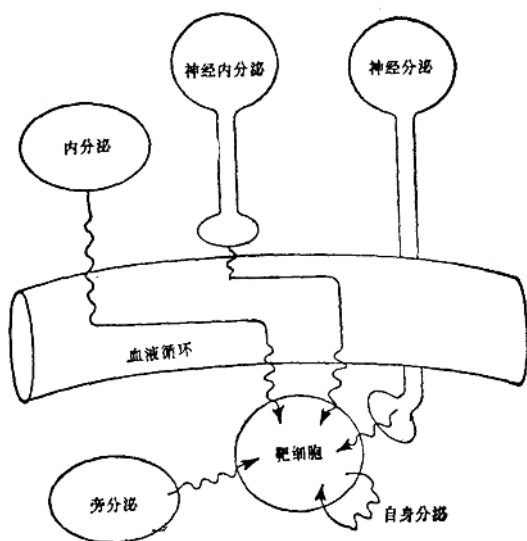


图 1—1 细胞间通讯的方式  
(引自 Howell's Textbook of physiology, 1989)

## 二、激 素

(一) 激素的概念 经典的激素定义是指内分泌腺产生的高效化学物质，由血液传送到远处的靶器官，调节其生理功能。近来提出激素是由某些特化细胞分泌的传递信息的化学物质，可以从一组细胞传到另一组细胞；或从一个细胞的一部分传至另一部分。按照这个定义，激素的范围很广，能包括在突触处传递信息的化学递质；也能包括局部激素、外激素(或称信息激素)以及单



细胞生物释放的化学物质(细胞激素)。它虽然含意更广,但与传统定义的差别较大,容易在概念上引起混乱,如把神经递质当作激素,故一直没有得到公认。所以,很难给现代激素概念下一个完全满意的定义。一般可以这样描述:激素是具有内分泌功能的细胞产生的高效能有机物质,作为化学信使,经体液传送到靶细胞,活化或抑制其固有的反应,以调节细胞的功能。

(二)激素的功能 已知调节生理功能的激素和激素样化合物的数目愈来愈多。大多数生理过程的稳态和适应性整合是依赖于多种激素的相互作用。

像神经系统的作用一样,激素起着整合和调节正常生理过程的作用,从而维持内环境稳态。但是,激素通常产生作用较慢,作用时间较长。对一种激素的应答可以是代谢的,神经的,心血管的,腺体内分泌的,免疫学的和激素的。

(三)激素的分类 按化学性质不同可将激素分为三大类:

1. 蛋白质和肽类激素 种类最多,分子结构变化大,如最小由3个氨基酸组成的促甲状腺释放激素;大到198个氨基酸组成的催乳素。

2. 胺类激素 它们都是氨基酸衍生物,即改变了的氨基酸。如褪黑激素来自色氨酸,甲状腺素和儿茶酚胺来自酪氨酸。

3. 甾类激素[类固醇激素] 分子量小,它们的分子结构中都有环戊烷多氢菲的核心,属于固醇结构。如肾上腺皮质激素、性腺激素等。

此外还有固醇类激素如1,25-二羟胆钙化醇。不饱和脂肪酸的衍生物如前列腺素类(表1-1)。

(四)激素的化学及特异性

1. 激素化学 许多激素分子的一级和二级结构以及某些激素的三级结构已确定。化学结构显然是受体识别、激素作用特异性和种间特异性的基础。

• • •