

---

Bernhard Kleine  
Winfried G. Rossmanith

# Hormone und Hormonsystem

Eine Endokrinologie für Biowissenschaftler

Mit 82 Abbildungen und 21 Tabellen

Universitäts- und Landes-  
bibliothek Darmstadt  
Bibliothek Biologie

Inv.-Nr. 16200

 Springer

---

# Inhaltsverzeichnis

---

## Teil I Vorbemerkungen

---

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Zur Geschichte der Endokrinologie</b> .....	<b>5</b>
2.1	Altertum .....	5
2.2	Neuzeit .....	6
2.3	Moderne .....	6
2.4	Aktuelle Probleme .....	7
2.5	Tabellarischer Überblick .....	8

---

## Teil II Biochemie von Hormonen – Ein Ausflug in die Grundlagen

---

<b>3</b>	<b>Hormone – eine Definition</b> .....	<b>13</b>
3.1	Das Wesen des Hormonsystems .....	13
3.2	Was ist ein Hormon? .....	13
3.2.1	Hormonwirkung = endokrin .....	14
3.2.2	Neurotransmitter .....	15
3.2.3	Zytokine und Lymphokine .....	15
3.2.4	Prostaglandine und Tromboxane .....	16
3.2.5	Pheromone .....	16
3.3	Was charakterisiert das Hormonsystem? .....	16
3.4	Hierarchie im Hormonsystem .....	17
<b>4</b>	<b>Drei Typen von Hormonen</b> .....	<b>19</b>
4.1	Protein/Peptid-Hormone .....	21
4.1.1	Translation .....	21
4.1.2	Post-translationale Modifizierung – Hormonreifung ..	23
4.1.3	Peptidhormone des Hypothalamus und des Gehirns ..	29
4.1.4	Hormone der Adenohypophyse .....	38

4.1.5	Hormone der Neurohypophyse .....	47
4.1.6	Regulatoren des Zuckerhaushaltes .....	50
4.1.7	Leptin .....	54
4.1.8	Ghrelin .....	55
4.1.9	Hormone des Verdauungstraktes .....	56
4.1.10	Nichtsteroidale Regulatoren der Reproduktion .....	62
4.1.11	Weitere Neuropeptide .....	63
4.1.12	Angiotensine und Renin .....	65
4.1.13	Peptidhormone bei Invertebraten .....	66
4.2	Steroid-Hormone .....	67
4.2.1	Steroidogene Enzyme .....	70
4.2.2	Geschlechtshormone .....	76
4.2.3	Kortikoide .....	78
4.2.4	Steroide im Gehirn .....	81
4.2.5	Andere Steroidhormone .....	82
4.2.6	1,25-Dihydroxy-Vitamin D <sub>3</sub> (Kalzitriol) .....	84
4.3	Abkömmlinge von Aminosäuren .....	88
4.3.1	Katecholamine .....	88
4.3.2	Thyroxin – das Schilddrüsenhormon .....	90
4.3.3	Melatonin .....	94
5	<b>Hormonrezeptoren</b> .....	97
5.1	Kernrezeptoren .....	98
5.2	Rezeptoren mit sieben Membranbereichen .....	100
5.2.1	Guanosin-Triphosphat (GTP)-bindende Proteine .....	102
5.2.2	Rezeptor-G-Protein-Wechselwirkung .....	104
5.2.3	Ziele von G-Proteinen .....	105
5.2.4	Somatostatin-Rezeptoren .....	105
5.3	Rezeptoren mit Tyrosin-Kinase-Aktivität .....	106
5.4	Membran-Rezeptoren mit Serin/Threonin-Kinase-Aktivität ..	108
5.5	Membran-Rezeptoren ohne Kinase-Aktivität .....	108
5.6	Membranständige Steroid-Rezeptoren - noch unbekannt? ....	110

---

### Teil III Hormonphysiologie

---

6	<b>Bildung, Freisetzung und Wirkung</b> .....	115
6.1	Wirksame Hormonmengen der HPG-Achse .....	116
7	<b>Organe des Hormonsystems</b> .....	121
7.1	Überblick .....	121
7.2	Das Hormonsystem im Gehirn .....	122
7.2.1	Der Hypothalamus .....	122
7.2.2	Der Hypophysenstiel .....	125
7.2.3	Die Hypophyse .....	125

7.2.4	Die Zirbeldrüse .....	130
7.2.5	Die Schilddrüse .....	130
7.3	Die Nebennieren .....	133
7.3.1	Die Nebennierenrinde .....	135
7.3.2	Das Nebennierenmark .....	136
7.4	Endokrine Zellen des Magen-/Darmtraktes .....	137
7.4.1	Der Magen .....	137
7.4.2	Der Zwölffinger- und Dünndarm .....	138
7.5	Langerhans'sche Inseln des Pankreas .....	141
7.6	Endokrine Zellen in der Niere .....	141
7.7	Die Gonaden .....	143
7.7.1	Entwicklung der Keimdrüsen .....	143
7.7.2	Die männlichen Keimdrüsen – Hoden .....	144
7.7.3	Die weiblichen Keimdrüsen - Ovarien .....	146
<b>8</b>	<b>Regulationsmuster .....</b>	<b>149</b>
8.1	Rückkopplungen .....	150
8.2	Regelkreise .....	151
8.2.1	Belastung und Stress .....	151
8.2.2	Kalziumstoffwechsel .....	154
8.3	Regulation der Fortpflanzung .....	156
8.4	Zuckerstoffwechsel .....	163
8.4.1	Wo kommt der Blutzucker her? .....	163
8.4.2	Regulatoren und Stellgrößen .....	163
8.4.3	Glukose-abhängige Genexpression in der Leber .....	163
8.4.4	Glukose-abhängige Insulinsekretion im Pankreas .....	165
8.4.5	Insulin-abhängige Vorgänge .....	165
8.4.6	Glukagon und Erhöhung des Blutzuckers .....	165
8.5	Appetit und Hunger .....	166
8.6	Wachstum .....	171
8.6.1	Wachstumsfugen .....	172
8.6.2	Verschiedene Zonen in den Wachstumsfugen .....	172
8.6.3	Hormonelle Regulation .....	172
8.7	Regulation von Blutdruck, Osmolarität und Blutvolumen ....	176
8.7.1	Verschachtelung mehrerer Steuerkreise .....	176
8.7.2	Osmorezeptoren an der Blut/Hirnschranke .....	177
8.7.3	Angiotensin II-Rezeptoren an der Blut/Hirnschranke .	179
8.7.4	Arginin-Vasopressin-Freisetzung in der Neurohypophyse .....	179
8.7.5	Die Rolle von Oxytozin .....	181
8.7.6	Durst und das Hormonsystem des Gehirns .....	181
8.7.7	Biochemie der Wasser- und Natrium-Rückresorption ..	181

<b>9</b>	<b>Endokrine Musik: Sekretionsrhythmen</b>	183
9.1	Ein universeller Rhythmusgeber	184
9.2	Zirkadiane Rhythmen (Pulsfrequenz 24 Std. $\pm$ 2)	188
9.3	Ultradiane Rhythmen (Pulsfrequenz weniger als 22 Std.)	188
9.4	Jährliche Rhythmen	191
<b>10</b>	<b>Evolution der Hormonbildung</b>	195
10.1	Arbeitsteilung	197
10.2	Evolution der Neuropeptidhormone	198
10.3	Evolution der Glykoprotein-Hormone	199
10.4	Insulin und Insulin-ähnliche Proteine	199
10.5	Evolution der CYP-Enzyme und der Steroid-Hormone	200
10.6	Katecholamin-Evolution	202

---

## Teil IV Medizin und Hormone

---

<b>11</b>	<b>Krankheiten des endokrinen Systems</b>	205
11.1	Defekte des ZNS/Hypothalamus	207
11.1.1	Kallmann-Syndrom	207
11.1.2	Craniopharyngiome	207
11.2	Hypophysen-Schäden	208
11.2.1	Genetische Ausfälle	208
11.2.2	Hypophysen-Tumoren	209
11.2.3	Störungen des Wasserhaushaltes	211
11.3	Schilddrüsenkrankheiten	212
11.4	Störungen der endokrinen Pankreasfunktion	213
11.4.1	Tumoren	213
11.4.2	Diabetes mellitus	213
11.5	Nebennierenstörungen	214
11.5.1	Kongenitale adrenale Hyperplasie (CAH)	214
11.5.2	Hyperkortisolismus	216
11.5.3	Katecholamin-ausscheidende Tumoren	216
11.5.4	Autoimmune Adrenatitis (Morbus Addison)	217
11.5.5	Aldosteron-Störungen	217
11.6	Multiple Endokrine Neoplastische Syndrome	218
11.7	Fertilitätsstörungen und Organdefekte der Reproduktionsorgane	218
11.7.1	Gendefekte mit Auswirkungen auf die Bildung von Geschlechtsorganen	220
11.7.2	Gendefekte, die Hypothalamus und Hypophyse beeinflussen	223
11.7.3	Gendefekte bei GnRH-R, bei Gonadotropin-Bildung und -Erkennung	223

11.7.4	Gendefekte mit Auswirkungen auf die Bildung von Steroid-Hormonen .....	224
<b>12</b>	<b>Leistungssteigerung – legal und illegal .....</b>	<b>227</b>
12.1	Anabole Steroide .....	228
12.2	Beta-2-Agonisten .....	229
12.3	Peptidhormone .....	230
12.3.1	Gonadotropine .....	230
12.3.2	Kortikotropin .....	230
12.3.3	Wachstumshormon und IGF .....	230
12.3.4	Freisetzungshormone aus dem Hypothalamus .....	231
12.4	Beta-Blocker .....	231
12.5	Erythropoietin .....	232
<hr/>		
<b>Teil V</b>	<b>Anhang</b>	
<b>13</b>	<b>Ergänzungen .....</b>	<b>235</b>
13.1	Glossar .....	235
13.1.1	Aminosäuren .....	241
13.2	Rasmol-Skripte .....	246
13.2.1	Glykoprotein-alpha-Kette .....	246
13.2.2	HCG .....	246
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		<b>249</b>
<b>Sachverzeichnis .....</b>		<b>255</b>