

ENDOKRINOLÓGIA

pre všeobecných praktických lekárov

Stanislav Oravec
Pavel Blažíček



RAABE

Endokrinológia

**pre všeobecného
praktického lekára**

prof. MUDr. Stanislav Oravec, CSc.
doc. Ing. Pavel Blažíček, PhD.

RAABE

The logo for RAABE features the word 'RAABE' in a bold, black, sans-serif font. Below the letters 'A', 'A', and 'B' is a stylized graphic element consisting of several overlapping, horizontal, brushstroke-like shapes in shades of grey, creating a sense of motion or a signature.

Bratislava 2022

Dr. Josef Raabe Slovensko, s. r. o.

Odborné nakladateľstvo

Člen skupiny Klett

Heydukova 12 – 14, 811 08 Bratislava

telefón: 02/32 66 18 40

e-mailová adresa: raabe@raabe.sk

www.raabe.sk

Konateľka spoločnosti: Mgr. Miroslava Bianchi Schrimpelová

Copyright:

© Dr. Josef Raabe Slovensko, s. r. o.

© Autori

Všetky práva vyhradené.

Všetky práva, najmä právo na titul (názov), licenčné právo a priemyslové ochranné práva, sú výhradným vlastníctvom nakladateľstva Dr. Josef Raabe Slovensko, s. r. o., a sú chránené autorským zákonom.

Reprodukcia a rozširovanie diela alebo jeho častí akýmkoľvek spôsobom sú bez písomného súhlasu nakladateľstva Dr. Josef Raabe Slovensko, s. r. o., zakázané.

Autori: prof. MUDr. Stanislav Oravec, CSc.; doc. Ing. Pavel Blažiček, PhD.

Recenzenti: prof. Ing. Zdenka Ďuračková, PhD.; prof. MUDr. RNDr. Gustáv Kováč, CSc., MBA.

Projektová manažérka:

Mgr. Monika Šerá

Grafika obálky:

Lucia Horineková

Grafika vnútorných strán:

Ing. Daniel Ďurďovič

Vydanie: prvé

ISBN: 978-80-8140-662-1

Obsah

Príhovor	8
Predslov	9
Skratky	11
1. Úvod	14
2. Charakteristika hormónov	14
3. Žľazové hormóny	14
Štítna žľaza.....	14
Prištítne telieska	16
Langerhansove ostrovčeky pankreasu	16
Nadoblička	17
Ovárioium	18
Testis – testes	19
Epifýza	20
Hypotalamus.....	20
Adenohypofýza.....	21
Neurohypofýza	23
4. Tkanivové hormóny	23
Placenta	23
Pečeň.....	24
Obličky	24
Gastrointestinálny systém	24
Srdce a cievy	25
Pľúca	25
Mozog	25
Tukové tkanivo.....	25
5. Ochorenia hypotalamo-hypofyzárneho systému.....	26
5.1 Ochorenie hypotalamu	26
5.1.1 Hypotalamické hyperfunkčné syndrómy	26
Pubertas praecox (predčasná puberta)	26
Cushingova choroba (Morbus Cushing)	27
Syndróm nadmernej sekrécie antidiuretického hormónu (ADH).....	27
5.1.2 Hypotalamické hypofunkčné syndrómy	29
Hypotalamické hypopituitarizmy.....	29
Kalmannov syndróm (olfaktogenitálna dysplázia).....	29

	Fröhlichov syndróm (hypotalamická obezita).....	29
	Prader-Williho syndróm.....	29
	Laurence-Moon-Biedlov syndróm	29
	Anorexia mentalis, mentálna anorexia	29
	Diabetes insipidus centrálny (DI centralis)	30
5.2	Ochorenia hypofýzy	32
5.2.1	Hypofyzárne hyperfunkčné stavy	32
	Hyperpituitarizmy	32
	Gigantismus (hypersomatotropizmus)	32
	Akromegália	33
	Hyperprolaktinémia	34
	Cushingova choroba	35
	Adenómy z tyreotropných buniek	37
	Adenómy z gonadotropných buniek (zriedkavé).....	37
5.2.2	Hypofyzárne hypofunkčné stavy	38
	Hypopituitarizmy.....	38
	Rozdelenie a charakteristika hypopituitarizmov	38
	Hyposomatotropný hypopituitarizmus	39
	Hypogonadotropný hypopituitarizmus	39
	Hypotyreotropný hypopituitarizmus	39
	Adrenokortikotropný hypopituitarizmus	39
5.2.2.2	Hypopituitarizmus v detskom veku	40
	Hypopituitárny nanizmus	40
6.	Ochorenia štítnej žľazy	44
	Klasifikácia – prehľad	45
6.1	Hypertyreóza	46
	Toxická difúzna struma – M. Basedow, M. Graves, M. Graves-Basedow	46
	Oligosymptomatická hypertyreóza.....	51
	Toxická nodózna struma	51
	Hypertyreóza pri zápale štítnej žľazy	55
	Akútna tyreoiditída (akútny hnisavý zápal štítnej žľazy).....	55
	Subakútna tyreoiditída (de Quervain strumitída).....	55
	Tyreotoxická kríza	57
6.2	Hypotyreóza	58
	Kongenitálna novorodenecká hypotyreóza.....	58
	Hypotyreóza detského veku.....	59

	Hypotyreóza v dospelosti	59
	Myxedémová kóma	61
	Chronická lymfoidná tyreoiditída (autoimúnna tyreoiditída, Hashimotova strumitída)	62
	Riedlova fibrózna tyreoiditída	62
6.3	Nádory štítnej žľazy	63
	Benígne nádory	63
	Malígne nádory.....	63
6.3.1	Diferencované karcinómy	64
	Papilárny a folikulárny karcinóm	64
	Medulárny karcinóm	66
6.3.2	Nediferencovaný karcinóm	67
	Anaplastický karcinóm	67
6.3.3	Ostatné malígne nádory	68
	Lymfóm	68
	MEN I Wernerov syndróm	68
	MEN IIa Sippleho syndróm	69
	MEN IIb	71
6.3.4	Metastázy karcinómov do štítnej žľazy	71
7.	Ochorenia prištítnych teliesok	72
7.1	Fyziológia prištítnych teliesok	72
7.2	Komponenty kalcotropného systému	72
	Parathormón	72
	Kalcitonín	73
	Vitamín D	74
7.3	Hyperparatyreóza	75
	Klasifikácia	75
7.3.1	Primárna hyperparatyreóza (pHPT)	75
	Hyperplázia	80
	Karcinóm prištítnych teliesok	80
	Asymptomatická hyperparatyreóza	80
7.3.2	Sekundárna hyperparatyreóza	81
7.3.3	Terciárna hyperparatyreóza	82
7.3.4	Hyperkalcemická kríza – akútna hyperparatyreóza	82
7.4	Hypoparatyreóza	83
	Pseudohypoparatyreóza	85

8.	Ochorenia nadobličky	86
8.1	Ochorenia kôry nadobličky	86
	Fyziológia kôry nadobličky	86
	Biologické účinky glukokortikoidov (kortizol)	81
	Biologické účinky mineralokortikoidov (aldosterón)	88
	Biologické účinky androgenov (testosterón, DHEA, androstendión) ...	88
	Klasifikácia endokrinných ochorení nadobličky	
8.1.1	Nadprodukcia hormónov kôry nadobličky	89
	Cushingov syndróm (periférny)	89
	Connov syndróm	92
	Adrenogenitálny syndróm (AGS)	93
8.1.2	Nedostatočná tvorba hormónov kôry nadobličky	94
	Addisonova choroba (hypokorticismus)	94
	Akútna adrenokortikálna kríza (Addisonská kríza)	95
8.2	Ochorenia drene nadobličky	96
8.2.1	Nadprodukcia hormónov drene nadobličky	96
	Fyziológia drene nadobličky	96
	Biologické účinky hormónov drene nadobličky	96
	Feochromocytóm	97
9.	Ochorenia gonád	100
9.1	Ochorenia testes	100
9.1.1	Mužský hypogonadizmus	100
	Fyziologická regulácia tvorby hormónov testes	100
	Klasifikácia a príčiny mužského hypogonadizmu	
	(deficit testikulárnych androgénov)	102
9.1.1.A	Hypotalamo-hypofýzárny (centrálny) hypogonadizmus	104
A.1	Kongenitálne poruchy	104
A.1.a	Kongenitálny izolovaný deficit LH, FSH	104
A.1.b	Kongenitálny selektívny deficit LH	105
A.1.c	Kongenitálny panhypopituitarizmus	105
9.1.1.A	Hypotalamo-hypofýzárne (centrálne) hypogonadizmy	105
A.2	Akvirované poruchy	105
A.2.a	Hyperprolaktinémia	105
A.2.b	Kraniofaryngeóm a iné neoplázie a organické lézie hypotalamu a hypofýzy	106
9.1.1.B	Gonadálny (primárny, testikulárny) hypogonadizmus	107

B.1	Kongenitálny	107
B.1.1	Gonozómové anomálie	107
B.1.1.a	Klinefelterov syndróm	107
B.1.1.b	Mužský Turnerov syndróm	108
B.1.1.c	Syndróm XX muža	109
9.1.1.B	Gonadálne poruchy (primárne poruchy testes).....	109
B.1	Kongenitálne	109
B.1.2	Negonozómové anomálie	109
B.1.2.a	Kongenitálna anorchia, Syndróm miznúceho testis.....	109
B.1.2.b	Bilaterálny kryptorchizmus	110
B.1.2.c	Defekt biosyntézy testosterónu	110
B.1.2.d	Defekt biosyntézy dihydrotestosterónu	113
9.1.1.B	Gonadálne poruchy (primárne poruchy testes).....	114
B.2	Akvirované	114
9.1.1.C	Rezistencia tkanív voči testosterónu.....	114
9.1.1.D	Následky iného neendokrinného a endokrinného ochorenia, funkčný hypogonadizmus	115
9.1.1.E	Testikulárne tumory	116
	Tumor zo Sertoliho buniek	117
	Tumor z Leydigových buniek	117
9.2	Ochorenia ovárií	118
9.2.1	Fyziologická regulácia tvorby gonadálnych hormónov	118
9.2.2	Poruchy endokrinnnej funkcie ovárií	119
9.2.3	Turnerov syndróm	120
9.2.4	Predčasné ovariálne zlyhanie	121
9.2.5	Centrálna porucha funkcie ovárií	121
	Porucha sekrécie pred pubertou	121
	Porucha sekrécie po puberte	122
9.2.6	Porucha sekrécie ovárií pri nadprodukcii androgénov.....	122
9.2.6.1	Syndróm polycystických ovárií – Stein-Leventhalov syndróm	122
9.2.6.2	Hirsutismus	123
9.2.7	Nádory vaječníkov.....	123
Doslov		125
Použitá literatúra.....		126

Príhovor

Monografia autorov Stanislav Oravec a Pavel Blažíček „**Endokrinológia pre všeobecného praktického lekára**“ sa zaoberá jednotlivými ochoreniami spojenými s poruchou v endokrinnom systéme. Monografia je rozdelená do 9 kapitol podľa poruchy tvorby hormónov v žľazách a v tkanivách súvisiacej s hypo- alebo hyperprodukciou jednotlivých hormónov. Kapitoly stručne, ale výstižne hovoria o etiológii, klinickom obraze, diagnostike ochorenia. Pri každom ochorení je uvedený principiálny terapeutický prístup k jeho liečbe.

Text monografie je napísaný na 127 stranách. Dopĺňa ho 19 názorných obrázkov, čo prispieva k lepšiemu porozumeniu písaného textu. Predložená monografia podáva vynikajúci prehľad o najdôležitejších endokrinných ochoreniach. Text monografie je napísaný stručne, výstižne a dobre sa číta.

Monografia môže byť výbornou pomôckou pre praktických lekárov, ale aj významnou literatúrou na postgraduálne vzdelávanie všeobecných lekárov, internistov a iných špecializácií, ako aj študentov doktorandského štúdia v danej oblasti, pre klinických biochemikov, farmaceutov a pracovníkov v ďalších biomedicínskych disciplínach. Po takejto publikácii iste mnohokrát siahne mladý začínajúci lekár vo svojej praxi.

prof. Ing. Zdeňka Ďuračková, PhD.

Predslov

Monografiu „Praktická endokrinológia“ pripravili prof. MUDr. Stanislav Oravec, CSc. – špecialista vo vnútornom lekárstve, endokrinológii a klinickej biochémií, a doc. Ing. Pavel Blažíček, PhD. – špecialista v klinickej biochémií a laboratórnej medicíne. Cieľom bolo konsolidovať poznatky o diagnostike, diferenciálnej diagnostike, terapii a prognóze endokrinných ochorení. Ide o praktický pohľad na pacienta s endokrinnou poruchou.

Autori rozdelili problematiku do 9 kapitol:

1. Úvod
2. Charakteristika hormónov
3. Žľazové hormóny
4. Tkanivové hormóny
5. Ochorenia hypotalamo-hypofyzárneho systému
6. Ochorenia štítnej žľazy
7. Ochorenia prištítnych teliesok
8. Ochorenia nadobličiek
9. Ochorenia gonád

Každá kapitola zdôrazňuje najvýznamnejšie črty preberanej problematiky. Pri každom ochorení sa charakterizuje podstata a diskutuje o význame a interpretácii jednotlivých nálezov – čo, ako a prečo sa vyšetruje – vrátane referenčných hodnôt. Ku každej kapitole sa treba opakovane vracieť, lebo len opakovaním je možné fixovať význam jednotlivých pojmov a dokázať ich v praxi rýchlo a kompetentne používať.

Monografiu je nutné využívať v reálnom klinickom kontexte – pri riešení konkrétneho klinického stavu. To je problém praktických lekárov, ktorí musia znalosti a skúsenosti z praktickej medicíny sklbiť so špeciálnymi zručnosťami a prístupom v endokrinológii. To môže byť problém pri vysokom pracovnom zaťažení, kde hrozí riziko sklznutia do rutiny. Učebné texty sa snažia o preklopenie vyššie spomínanej problematiky.

V predkladaných učebných textoch s definovaným zameraním a rozsahom nebolo možné diskutovať o všetkých ochoreniach, ktoré sa týkajú endokrinného systému, ani o všetkých aspektoch nálezov a ich interpretáciách. Autori vychádzali s viac ako 30-ročných skúseností a praxe a sústredili sa z ich pohľadu na tie najpodstatnejšie.

Na záver treba zdôrazniť, že pochybenie, či už z dôvodu nesprávnej indikácie alebo nesprávnej interpretácie, prípadne absencie okamžitej reakcie na varovné signály, môže viesť k závažnému poškodeniu pacienta, prípadne až k jeho smrti. Tomuto sa snaží predkladaná monografia zabrániť.

prof. MUDr. RNDr. Gustáv Kováč, CSc., MBA

Skratky

A	adrenalín
ACTH	adrenokortikotropný hormón = proopiomelanokortín
ADH	adiuretín, vasopresín
AGS	adrenogenitálny syndróm
AHO	Albright's hereditary dystrophy – hereditárna osteodystrofia Albrightovej
ALP	alkalická fosfatáza
ANP	atriový natriuretický peptid
aTG	protilátky proti tyreoglobulínu
aTPO	protilátky proti peroxyzomálnej frakcii štítnice
cAMP	cyklický adenosín monofosfát
CBG	cortisol binding globulin
CEA	karcino-embryonálny antigén
CNS	centrálny nervový systém
CRH	Corticotrophin releasing hormone, kortikoliberín
CRP	C-reaktívny proteín, proteín akútnej fázy
CT	Computed Tomography = počítačová tomografia
DA	dopamín
dDAVP	1-deamino-8-D-arginín-vasopresín, adiuretín
DHA	dokosahexaenová kyselina
DHEA	dehydroepiandrosterón
DHT	dihydrotestosterón
DI	diabetes insipidus
DM	diabetes mellitus
DNK	deoxyribonukleová kyselina
DOC	deoxykortikosterón
DOPA	dihydroxyfenylalanín
25(OH)	D3 hydroxycholekalCIFerol = kalcidiol
1,25(OH) ₂	D3 dihydroxycholekalCIFerol = kalcitriol
E ₂ 17-β	E ₂ = estradiol
EDRF	endotelový relaxačný faktor
EGF	Epithelial growth factor
EPA	eikosapentaenová kyselina
ET 1	endotelín (ET1)
18-FDOPA	18F-dihydroxyfenylalanín

FGF	Fibrblast growth factor, fibroblastový rastový faktor
FSH	Follicle stimulating hormone, folikuly stimulujúci hormón
FW	sedimentácia erytrocytov, Fahraeus-Westergren
GAG	glykozoaminoglykány
GF	glomerulárna filtrácia
GH	Growth hormone = rastový hormón, somatotropný hormón (STH)
GHIH	Growth hormone inhibiting hormone, somatostatín
GHRH	Growth hormone releasing hormone, somatoliberín
GIT	gastrointestinálny trakt
GnRH	Gonadotrophins releasing hormone, gonadoliberín
GT	glukózová tolerancia
hCG	human Chorionic Gonadotrophin
hPL	human Placenta Lactogen
HDL	High density lipoprotein
IGF-I	Insulin-like growth factor I = somatomedín C
IGF-II	Insulin-like growth factor II
ICHS	ischemická choroba srdca
ICHDK	ischemická choroba dolných končatín
JIS	jednotka intenzívnej starostlivosti
LDL	Low density lipoprotein
LH	Luteinizing hormone, luteinizačný hormón
LU	lymfatická uzlina
MEN	mnohopočetná endokrinná neoplázia
^{99m} Tc-MIBI	^{99m} Tc-metoxy-izobutyl-izonitril
MIBG	meta-iodobenzyl guanidín
MN	Metanefrin
mRNK	messenger ribonukleová kyselina
MSH	Melanocyte stimulating hormone – časť ACTH
Mts	metastázy
NA	noradrenalín
NGF	Nerve growth factor
NMN	Normetanefrin
NMR	nukleárna magnetická rezonancia
NSE	neurón špecifická enoláza
PAB	punkčná aspiračná biopsia
PCO	syndróm polycystických ovárií
PDGF	Platelet derived growth factor

PGI ₂	Prostaglandín I ₂ = prostacyklín
PGE ₂	Prostaglandín E ₂
PGF _{2alfa}	Prostaglandín F ₂ alfa
PIH	Prolactin inhibiting hormone, prolaktostatín = dopamín
PRA	plazmatická renínová aktivita
PRL	prolaktín
Prog	progesterón
PTH	parathormón
RAAS	renín-angiotenzín-aldosterónový systém
RAŠ	reflex Achillovej šľachy
SHBG	Sex hormone binding globulin
TBA	Thyroxin binding albumin
TBG	Thyroxin binding globulin
TBPA	thyroxin binding prealbumin
TECH	tromboembolická choroba
TG	tyreoglobulín
TK	krvný tlak
TRH	Thyrotropin releasing hormone, thyreoliberín
TSH	Thyroid stimulating hormone, tyreotropný hormón
T4	tyroxín
T3	trijódtyronín
rT3	reverzný T3
TxA ₂	tromboxan A ₂
UV svetlo	ultrafialové svetlo
USG	ultrasonografia
VIP	vazoaktívny intestinálny peptid
46,XY	mužský genotyp
46,XX	ženský genotyp

1. Úvod

Endokrinológia je biologicko-lekárska vedná disciplína, zaoberajúca sa otázkami miesta, biosyntézy, transportu a mechanizmu účinku hormónov – osobitnej skupiny látok, ktorá vykonáva dôležitú integračnú a regulačnú funkciu v organizme.

2. Charakteristika hormónov

Hormóny sú chemické zlúčeniny produkované žľazami s vnútornou sekréciou (sú to polypeptidy, glykoproteíny, steroidy, aminohormóny), ktoré sa transportujú krvou na vzdialené miesto v organizme, kde vyvolávajú výrazné biologické účinky.

Endokrinná funkcia:

- **neurokrinná** (mozog, tvorba neurohormónov v mozgu) s vyplavením do krvného riečiska,
- **parakrinná** (bunka-bunka) vzájomné ovplyvňovanie sekrécie priamo medzi susednými bunkami, napr. pri tvorbe hormónov v Langergansových ostrovčekoch,
- **autokrinná** ovplyvnenie samotnej bunky vlastným produktom sekrécie
produkt \longleftrightarrow onkoproteín – produkt onkogénu stimuluje sekréciu onkoproteínu v samotnej bunke.

Rozdelenie hormónov podľa miesta ich tvorby:

- **žľazové hormóny** (napr. štítna žľaza, prištítna telieska, nadoblička, gonády...),
- **tkanivové hormóny** (napr. pečeň, obličky, gastrointestinálny trakt, srdce...).

3. Žľazové hormóny

Štítna žľaza

Tyroxín – T4 a trijódtyronín T3

Hormóny štítnej žľazy sú derivátmi aminokyseliny tyrozín. Dejódiou T4 vzniká účinnejší T3, ale aj neúčinný reverzný T3 (rT3) v závislosti od metabolickej potreby organizmu. Tvorba T3 však prevažuje nad tvorbou rT3.

TRH – thyreotropine releasing hormone – thyroliberin – sa tvorí v hypotalame
 TSH – thyreoidea stimulating hormone – tyreoidin – sa tvorí v adenohipofýze

TRH → TSH → periférna žľaza

T4, T3 → metabolické účinky v periférnych tkanivách

→ spätná informácia o hladine T4, T3 do hypotalamu – negatívna spätná väzba (obr. 1)

Pri zvýšenej koncentrácii hormónov štítnej žľazy v periférnej krvi sa tvorba TRH tlmí. To má za následok zníženie tvorby TSH v hypofýze a zníženie sekrécie TSH do cirkulácie, čo vedie k zníženiu tvorby hormónov v štítnej žľaze, napr. pri hyperfunkcii štítnej žľazy.

Pri nízkej koncentrácii hormónov štítnej žľazy v periférnej krvi sa tvorba TRH v hypotalame zvyšuje a to stimuluje hypofýzu k zvýšenej tvorbe TSH. Zvýšená koncentrácia TSH v periférnej krvi stimuluje štítnu žľazu k zvýšenej tvorbe hormónov štítnej žľazy (T4, T3), ale aj k rastu samotnej štítnej žľazy, t. j. k zväčšovaniu masy parenchýmu štítnej žľazy (napr. pri hypofunkcii štítnej žľazy).

V krvi sú hormóny štítnej žľazy transportované proteínmi:

TBG (thyroxin binding globulin), TBPA (thyroxin binding prealbumin) a TBA (thyroxin binding albumin). Účinky hormónov štítnej žľazy sa uskutočňujú cez jadrový receptor pre T3, čím sa aktivuje časť reťazca DNK (deoxy nukleová kyselina), dochádza k prenosu informácie, ktorý sprostredkuje mRNA (messenger ribonukleová kyselina), dochádza k transkripcii informácie a k novotvorbe špecifického proteínu, napr. enzýmu, proteínu, receptora, apoproteínu...).

T4 – dejodáza – T3 – väzba na jadrový receptor (T3 receptor) – translácia mRNK → transkripcia → novotvorba proteínu

Účinky hormónov štítnej žľazy: vývoj, diferenciácia tkanív, syntéza bielkovín, enzýmov, modulovanie vlastností imunokompetentných buniek, cez reguláciu aktivity receptorov kontrola tvorby lipidov, hormónov, menovite steroidných hormónov.

Kalcitonín – polypeptid tvorený v parafolikulárnych bunkách C v štítnej žľaze.

Kalcitonín kontroluje fosfokalciový metabolizmus: má hypokalcemický účinok, aktivuje osteoblasty a pomáha zabudovaniu vápnika do kostí. Synergicky pôsobí s estrogénmi na kostnú štruktúru a zabudovanie kalcia do kostí, má antagonistický účinok oproti parathormónu (resorpcia kalcia z kostí). Patologicky je zvýšená produkcia kalcitonínu pri medulárnom karcinóme štítnej žľazy – tumormarker pre malígne ochorenie štítnej žľazy a pri MEN ochoreniach – mnohopočetnej endokrinnéj neoplázii.

Prištítnne telieska

Tvoria **parathormón (PTH)**. PTH aktivuje resorpciu kalcia z kostí pri hypokalcémii cez aktiváciu osteoklastov, čo vedie k zvýšeniu hladiny kalcia v plazme (v sére). Patologická nadprodukcia PTH vedie k hyperkalcémii. PTH znižuje exkréciu kalcia cez obličky, zvyšuje resorpciu kalcia z čreva a tak zabezpečuje homeostázu kalcia v krvi pri stratách kalcia z organizmu. Zvýšená koncentrácia kalcia v plazme potláča sekréciu PTH z prištítných teliesok.

Langerhansove ostrovčeky pankreasu

Inzulín, polypeptid, proteohormón sa tvorí v B-bunkách pankreasu. Znižuje hladinu glukózy v krvi, zlepšuje utilizáciu glukózy a vstup glukózy do buniek, čím sa podieľa na homeostáze glukózy. Na homeostáze glukózy sa spolupodieľajú aj antagonisticky pôsobiace hormóny, ktoré hladinu glukózy zvyšujú (napr. glukagón, katecholamíny, kortikoidy, rastový hormón a i.).

Glukagón, polypeptid, proteohormón sa tvorí v A-bunkách pankreasu. Spôsobuje zvýšenie koncentrácie glukózy v krvi a je prirodzeným antagonistom inzulínu.

Somatostatín, polypeptid, proteohormón sa tvorí v D-bunkách pankreasu, po stimulácii glukózou má mnohopočetné inhibičné účinky: potláča sekréciu inzulínu a glukagónu, sekréciu rastového hormónu z adenohipofýzy a tiež tlmí uvoľňovanie amylázy do krvi z poškodeného pankreasu pri akútnej pankreatitíde.

Pankreatický polypeptid (PP)

Má inhibičné účinky na exokrinnú sekréciu pankreasu (amyláza, lipáza, proteolytické enzýmy), podieľa sa na kontrole sekrécie bikarbonátov a elektrolytov.

Nadoblička

• Kôra nadobličky:

Aldosterón, mineralokortikoid, steroidný hormón, ktorý je tvorený z 21 atómov uhlíka: spôsobuje retenciu sodíka (Na), kontroluje koncentráciu draslíka (K) v extracelulárnej tekutine. Sekrécia aldosterónu je kontrolovaná cez renin-angiotenzin-aldosterónový systém (RAAS).

Kortizol, glukokortikoid, steroidný hormón, tvorený z 21 atómov uhlíka (21C): zvyšuje glukoneogénu, zvyšuje lipolýzu, má protizápalové, protialergické, katabolické účinky, je stresovým hormónom.

Androgény:

- steroidné hormóny tvorené 19 atómami uhlíka (19C),
- androstendiol, dehydroepiandrosterón – skupina tzv. slabých androgénov,
- testosterón, dihydrotestosterón – silné androgény.

Estrogény, steroidné hormóny: estradiol, estriol, estrón, sú tvorené 18 atómami uhlíka: majú silne rastové, proteinanaboické účinky, zabezpečujú feminné rozloženie podkožného tuku v tele a tvorbu sekundárnych pohlavných znakov, predovšetkým u ženy. Estrogény modulujú hladinu lipidov v krvi: zvyšujú hladinu lipoproteínov vysokej hustoty (HDL) a mierne znižujú hladinu lipoproteínov nízkej hustoty (LDL) v krvi, ale neovplyvňujú hladinu triacylglycerolov v krvi.

Prekuzorom syntézy steroidných hormónov v kôre nadobličky je **cholesterol (26C)**. Všetky steroidné hormóny sa odvodzujú od cyklopentanoperhydrofenantrénového jadra (C27).

