

9 aula

SISTEMA ENDÓCRINO

José Aderval Aragão

META

Conhecimentos teóricos acerca do Sistema Endócrino, suas principais glândulas e funções.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- distinguir glândula exócrina de endócrina;
- descrever a ação de um hormônio em sua célula alvo;
- identificar as glândulas endócrinas que são mistas;
- fazer uma relação dos hormônios secretados pela adeno-hipófise;
- descrever a localização da glândula tireóide;
- descrever as ações da insulina e do glucagon;
- fazer uma relação dos hormônios secretados pela supra-renal.

PRÉ-REQUISITOS

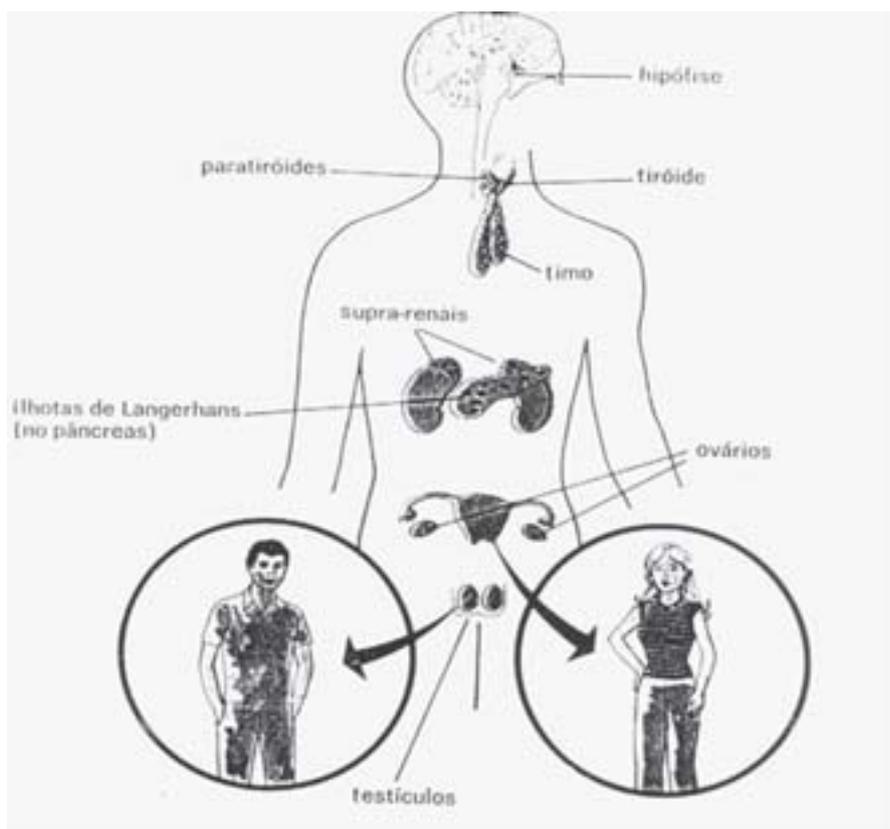
Conhecer os principais órgãos produtores de secreção.



A endocrinologia compreende o estudo de uma série de glândulas cujas secreções recebem o nome de hormônios, os quais são despejados diretamente na corrente circulatória.

INTRODUÇÃO

Os hormônios são substâncias químicas reguladoras, secretadas pelas glândulas endócrinas que, embora sejam conduzidos pela corrente sanguínea para todas as partes do corpo, apenas alguns órgãos ou tipos de células estão aptos a responder aos seus estímulos. Este órgão ou célula específica é capaz de responder a um determinado estímulo (hormônio), e é chamado órgão alvo.



(Fonte: <http://oidealista.com>).

SISTEMA ENDÓCRINO

O corpo contém dois tipos de glândulas: exócrina e endócrina. As glândulas exócrinas secretam seus produtos em ductos que transportam as secreções para as cavidades ou superfícies do corpo (glândulas sudoríparas, sebáceas, mucosas). As glândulas endócrinas não possuem ductos, elas secretam suas secreções (hormônios) no espaço extracelular ao redor das células secretoras, dali difundem-se para os capilares sanguíneos e são transportados pelo sangue até às células de todas as partes do corpo. Atualmente, sabe-se que não apenas as glândulas sem ducto secretam hormônios, pois já são conhecidas várias células capazes de fazer isso. Há hormônios secretados por vários órgãos ou células e há estímulo para sua secreção que difere de acordo com suas sedes. De acordo com Becker et al (1990), os vários tipos de secreção e transporte de hormônios para seus alvos celulares são:

Hemócrino, tipo de transporte através do sangue, o hormônio é liberado pela célula no espaço intercelular, penetra por fenestrações nos capilares, onde é conduzido pelo sangue.

Parácrino, liberação do hormônio em alta concentração no espaço intercelular e interação com receptores de células vizinhas.

Neurócrino, hormônios produzidos por neurônios. Pode ser sináptico, quando o mensageiro atravessa o espaço sináptico, ou não sináptico, quando o mensageiro é transportado por intermédio do líquido intercelular ou pelo sangue, para a sede distal de ação.

Autócrino, o hormônio é liberado por uma célula e interage com a célula que o secretou (auto-regulação de uma célula pelo seu produto).

Solenócrino, peptídeos e aminas secretados e liberados no lúmen de órgão visceral (gastrina, calcitonina, serotonina).

Os hormônios, de acordo com sua estrutura química, podem ser classificados em:

Derivados de aminoácidos (serotonina, dopamina, epinefrina, triiodotironina).

Polipeptídeos (hormônio de crescimento, hormônio antidiurético).

Esteróides (progesterona, estrógeno, andrógeno).

Derivados de ácidos graxos (prostaglandinas, leucotrienos, tromboxano).

MECANISMO DE AÇÃO HORMONAL

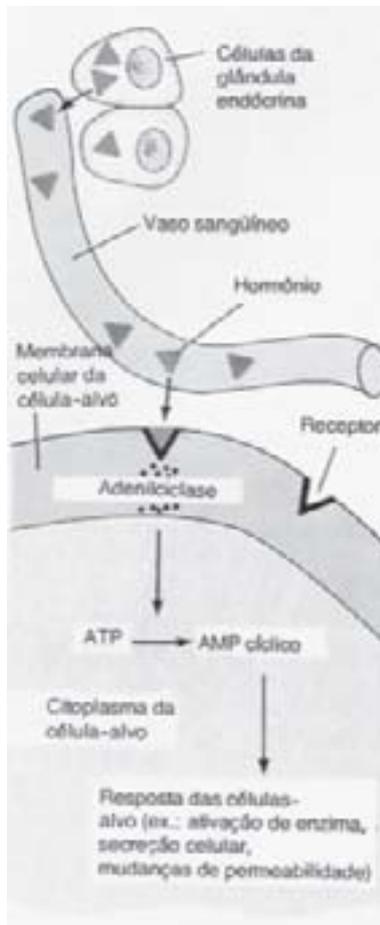


Figura 86. Ativação do AMP cíclico (SPENCE, A. P. *Anatomia humana básica*. 2 ed. São Paulo: Manole, 1991. p. 488).

Os mecanismos pelos quais os diferentes hormônios controlam os níveis de atividade de suas células-alvos diferem de um hormônio para outro. Entretanto, dois mecanismos gerais de ação dos hormônios se destacam: a ativação do sistema do mecanismo do AMP cíclico das células, ativando funções celulares específicas; e ativação dos genes na célula, que provocam a produção de proteínas intracelulares, desencadeando funções celulares específicas.

Na ativação do AMP cíclico, o hormônio ativador combina com substância receptora especial, situada na superfície da membrana celular, que ativa a enzima adenilciclase, situada na membrana celular, que por sua vez converte parte do ATP no interior da célula no AMP cíclico (adenosina monofosfato cíclico), o qual exerce efeito ativador sobre muitas reações químicas intracelulares, fazendo com que a célula aumente suas atividades funcionais específicas (ativa enzimas, altera a permeabilidade celular, produz contração e relaxamento muscular, causa secreção celular). Ex: hormônio antidiurético, hormônio tireostimulante, glucagon (figura 86).

Na ativação dos genes na célula, o hormônio ativador reage com uma substância receptora no

citoplasma celular; esta combinação migra para o núcleo, onde vai ativar um ou mais genes específicos, promovendo atividades funcionais específicas das células (figura 87). Ex: testosterona, estrógeno.

A quantidade de hormônios liberada pelas glândulas ou células endócrinas é determinada pela necessidade do corpo em relação ao hormônio em determinado momento. E seus efeitos são muito variados, e suas ações podem ser categorizadas em sete áreas:

- os hormônios regulam a composição química e o volume do fluido extracelular;

- os hormônios ajudam a regular o metabolismo e o equilíbrio energético;

- os hormônios ajudam na regulação da contração das fibras musculares lisas e cardíacas e na secreção glandular;

- os hormônios auxiliam na manutenção da homeostase;

- os hormônios regulam algumas atividades do sistema imunológico;

- os hormônios têm um papel importante na integração do crescimento e desenvolvimento;

- os hormônios contribuem nos processos de reprodução, nutrição do embrião e feto, como também na dinâmica do trabalho de parto.

As glândulas endócrinas estão distribuídas ao longo do corpo (figura 88). As cefálicas:

hipófise, pineal e hipotálamo; as que estão localizadas no pescoço: tireóide, e paratireóides; as que estão situadas no interior da cavidade abdominal: supra-renais e o pâncreas; na cavidade pélvica: ovários; e no escroto: testículos. O pâncreas e as gônadas são considerados glândulas mistas, pois têm tanto função endócrina quanto exócrina.

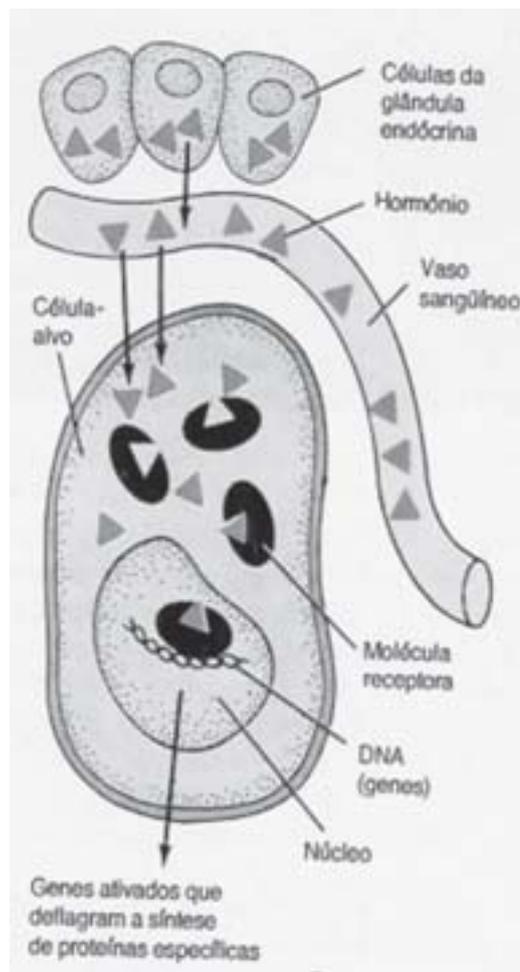


Figura 87. Ativação de genes na célula (SPENCE, A. P. *Anatomia humana básica*. 2 ed. São Paulo: Manole, 1991. p. 488).

HIPÓFISE

A hipófise é uma glândula complexa, arredondada, em forma de ervilha, medindo cerca de 1,3 cm de diâmetro, localizada na cela túrcica ou fossa hipofisária do osso esfenóide, envolvida pela dura-máter, e está em continuidade com o encéfalo por uma estrutura chamada infundíbulo.

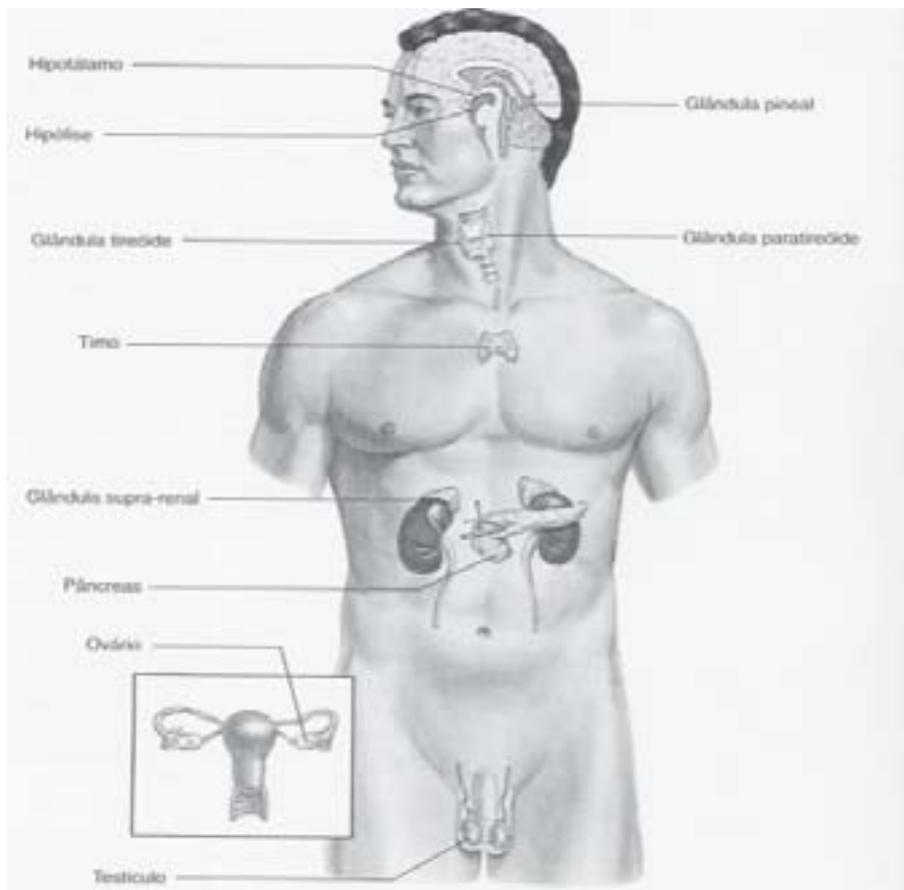


Figura 88. Localização das principais glândulas do corpo (VAN DE GRAAFF, K. M. *Anatomia humana*. São Paulo: Manole, 2003. p. 456).

A hipófise desenvolve-se embrionariamente de duas regiões ectodermicamente diferentes: o assoalho do cérebro e o teto da boca. Ela, estruturalmente e funcionalmente, está dividida em adeno-hipófise e neuro-hipófise.

A adeno-hipófise ou lobo anterior da hipófise, embriologicamente derivada de um divertículo da extremidade

superior da faringe, consiste de uma parte distal, uma parte tuberal e uma parte intermédia. A parte distal, porção bulbar, é a maior e mais importante região da adeno-hipófise, produz seis hormônios. São conhecidos dois tipos de células glandulares nessa região: cromófilas, que têm afinidade por vários corantes; e as cromófobas, e as que permanecem pálidas ou não coradas. As cromófilas são de dois tipos: acidófilas, que têm afinidade por corantes ácidos; e basófilas, as que coram por corantes básicos. As células acidófilas produzem dois hormônios (hormônio de crescimento e prolactina), e as células basófilas produzem quatro hormônios (adrenocorticotrófico, estimulante da tireóide, folículo estimulante e luteinizante) (figura 89).

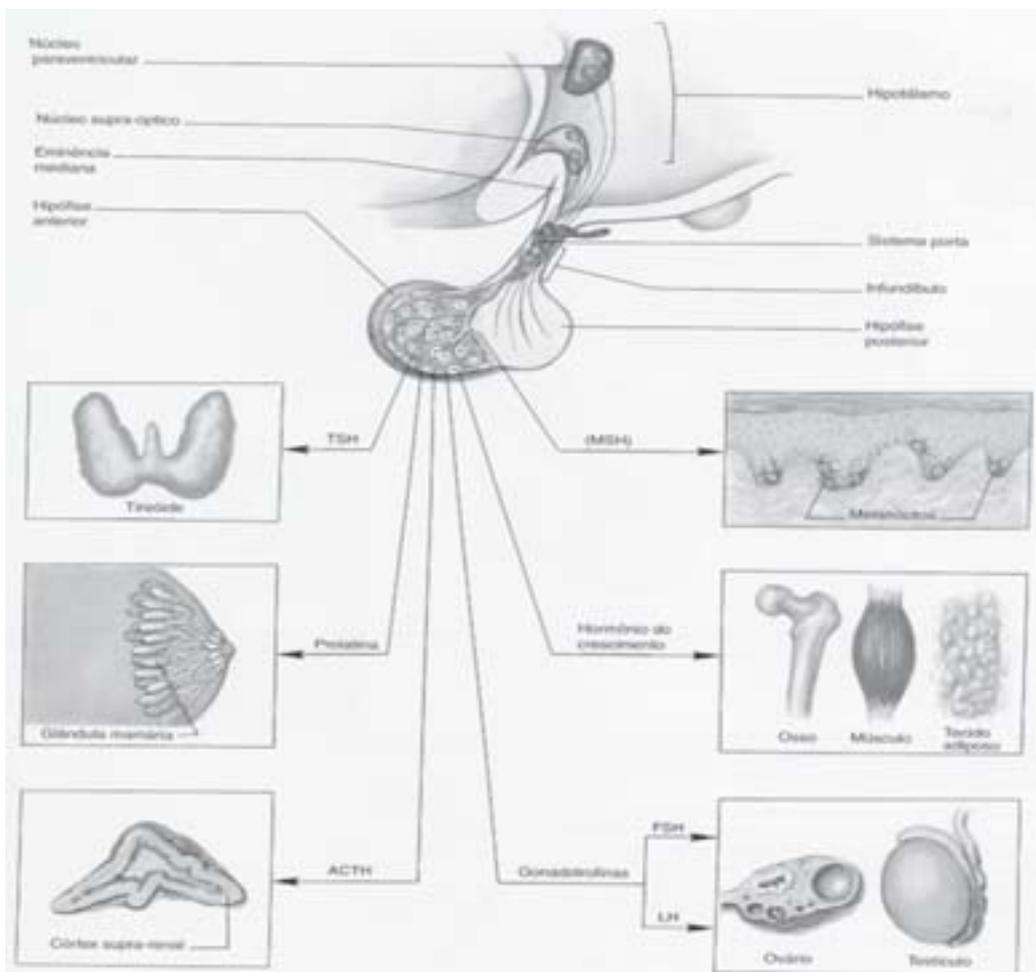


Figura 89. Hipófise (VAN DE GRAAFF, K. M. *Anatomia humana*. São Paulo: Manole, 2003. p. 465).

O hormônio de crescimento (GH) estimula o crescimento geral do corpo e regula o metabolismo.

A prolactina (PRL) inicia e mantém a produção de leite pelas glândulas mamárias.

O hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) estimula o córtex da glândula supra-renal a secretar seus hormônios.

Hormônio estimulante da glândula tireóide (TSH) estimula a glândula tireóide a secretar T3 e T4.

Hormônio folículo estimulante (FSH) estimula a produção de espermatozóides pelos testículos e ovócitos, e estrógeno pelos ovários.

Hormônio luteinizante (LH) estimula a secreção de testosterona, estrógeno e progesterona pelos testículos e ovários, respectivamente.

A neuro-hipófise, embriologicamente derivada do cérebro, é constituída pelo lobo posterior, o infundíbulo (haste) e a eminência mediana do hipotálamo. A neuro-hipófise contém terminações axonais dos neurônios secretores dos núcleos supra-óptico e paraventricular, localizados no

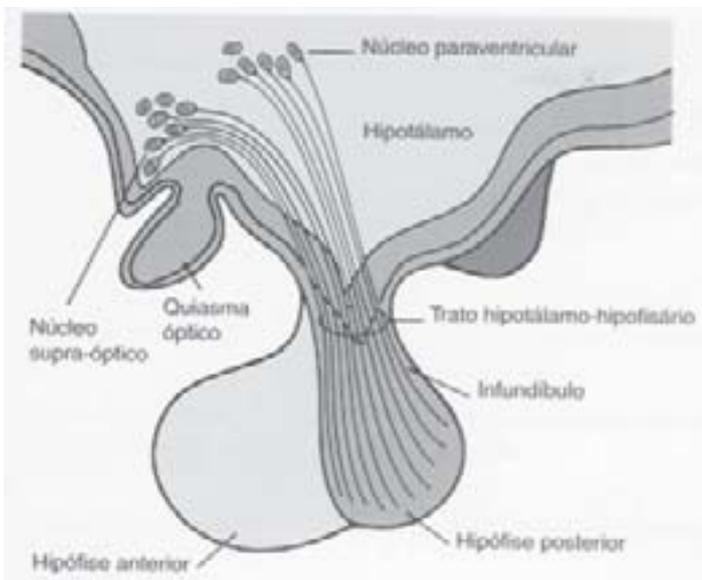


Figura 90. Neuro-hipófise (VAN DE GRAAFF, K. M. *Anatomia humana*. São Paulo: Manole, 2003. p. 463).

hipotálamo (células neurosecretoras). Estes neurônios contêm, nos seus corpos celulares e axônios, grânulos de neurosecreção. Supõe-se que os hormônios (ocitocina e antidiurético) produzidos pelos corpos celulares desses neurônios são transportados através dos axônios para a neuro-hipófise, para armazenamento e liberação, indicando que os hormônios extraídos da neuro-hipófise originam-se dessas secreções e são meramente armazenados na glândula. Por isso ela não é considerada uma glândula, pois não produz hormônios, e sim armazena e libera hormônios (figura 90).

O **hormônio antidiurético** (ADH) diminui o volume de urina e aumenta a pressão sanguínea pela constrição das arteríolas.

A **ocitocina** (OT) estimula a contração das células musculares lisas do útero durante o trabalho de parto, como também estimula a ejeção do leite pelas glândulas mamárias.

TIREÓIDE

A glândula tireóide é a maior das glândulas endócrinas, frequentemente em forma de H, pesando em torno de 20 a 25 g, localizada na região anterior do pescoço, em ambos os lados da laringe e da traquéia (figura 91).

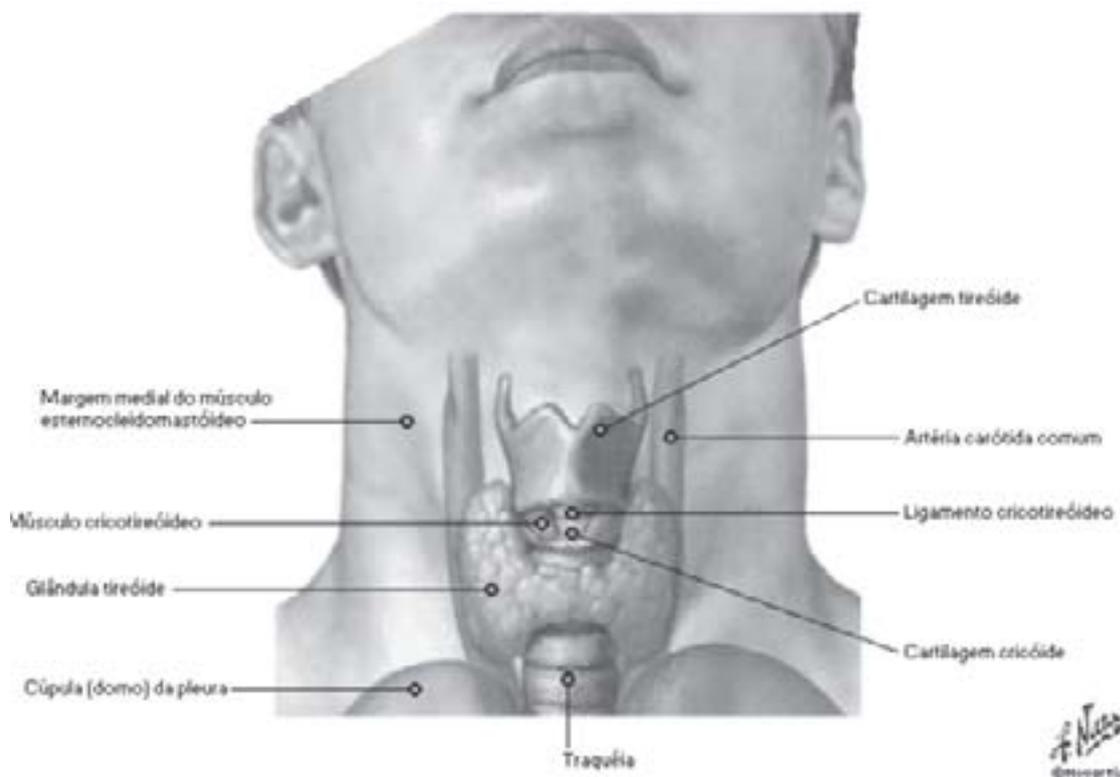


Figura 91. Glândula tireóide *in situ* - Vista anterior (Lâmina 68 B - NETTER, F. H. *Atlas de Anatomia Humana*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000).

A tireóide cresce a partir de um divertículo mediano que cresce distal e caudalmente, em forma tubular, para depois subdividir-se em uma série de cordões celulares, onde serão desenvolvi-

dos o istmo e os lobos da glândula. A existência de uma conexão do divertículo mediano com a faringe (ducto tireoglosso), logo será interrompida por um processo de degeneração, mas permanece cranialmente como forame cego da língua; e caudalmente, pelo lobo piramidal da glândula tireóide. O lobo piramidal está, com freqüência, unido diretamente ao ducto tireoglosso, que se estende superiormente ao osso hióide. Do osso hióide, o ducto tireoglosso se dirige ao forame cego da língua.

A glândula tireóide consiste de dois lobos, unidos na frente da traquéia pelo istmo, que cruza do segundo ao quarto anéis traqueais. Cada lobo tem cerca de 5 cm de comprimento, de forma cônica,

tendo seu ápice dirigido cranialmente até a junção da parte média com o terço caudal da cartilagem tireóide; e sua base, orientada caudalmente, termina ao nível do quinto ou sexto anel traqueal. O istmo seria uma faixa variável de tecido glandular, que fica unindo os lobos direito e esquerdo da glândula tireóide, de cerca de 1,25 cm de largura, e geralmente recobre o segundo e terceiro anéis da traquéia.

Microscopicamente o tecido glandular parece ser composto de uma massa de folículos, sendo que cada um é revestido por uma única camada de células epiteliais cúbicas compostas de células foliculares.

Os folículos contêm um material viscoso chamado colóide, líquido rico em proteínas, e sintetizam os dois principais hormônios da tireóide (triiodotironina e tiroxina). Entre os folículos existem células epiteliais chamadas células parafoliculares que produzem um hormônio chamado calcitonina.

Os hormônios, *triiodotironina (T3)* e *tiroxina (T4)* aumentam a intensidade do metabolismo de todas as células; no sistema circulatório, produz vasodilatação e aumenta a freqüência e a força

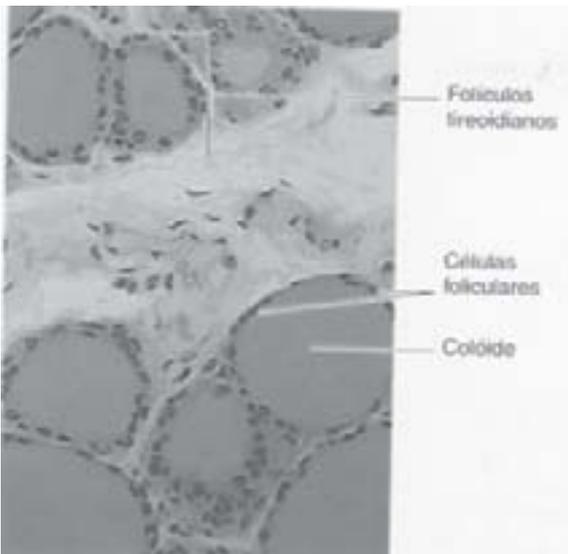


Figura 92. Tecido glandular visto ao microscópio (VAN DE GRAAFF, K. M. *Anatomia humana*. São Paulo: Manole, 2003. p. 467).

de contração cardíaca; no sistema nervoso, excitação dos reflexos ou diminuição a depender do aumento ou diminuição dos hormônios; no sistema digestório, aumenta a motilidade podendo causar diarreia ou constipação, se tiverem aumentado ou diminuído, respectivamente.

A *calcitonina* está envolvida na homeostase dos níveis sanguíneos de cálcio (Ca_2) e fosfato (HPO_4). Diminui a quantidade de cálcio e fosfato no sangue, acelerando a absorção de cálcio e fosfato pelos ossos (por inibição de degradação óssea, aceleração da assimilação óssea de cálcio e fosfato e aumento do movimento de cálcio e fosfato na urina).

PARATIREÓIDES

As glândulas paratireóides são dois pares de pequenas estruturas, amareladas, com 5 mm de comprimento, que se desenvolvem das metades dorsais do 3º e 4º pares de bolsas faríngeas, onde perdem essa conexão e migram para o pescoço, ficando localizadas na face posterior dos lobos da glândula tireóide (figura 93).

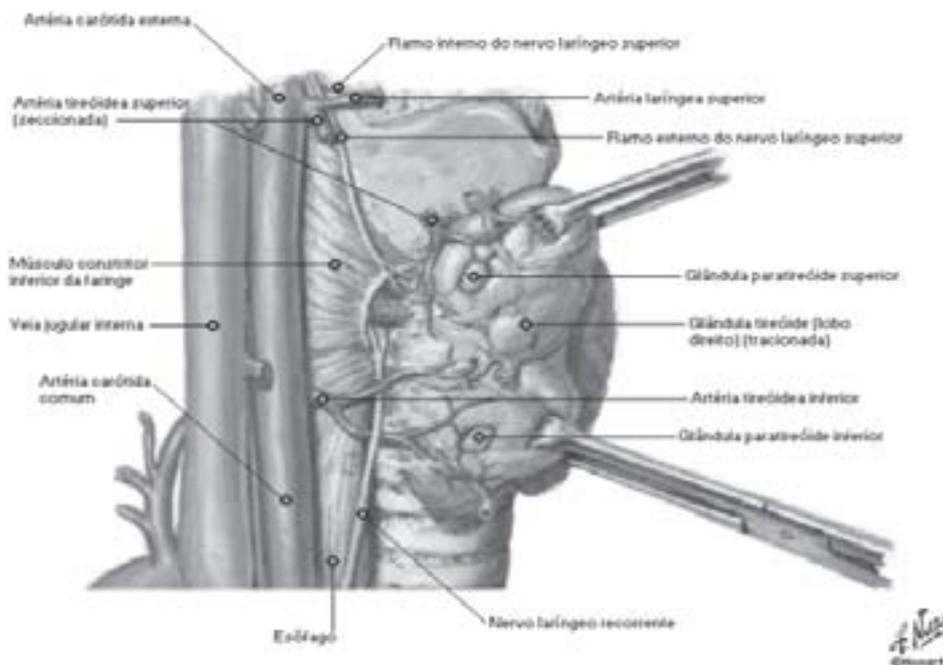


Figura 93. Glândulas paratireóides - Vista lateral direita (Lâmina 70 B - NETTER, F. H. *Atlas de Anatomia Humana*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000).

Ao nível microscópico, as glândulas paratireóides contêm dois tipos de células epiteliais: células principais, que sintetizam o hormônio paratireoideiano ou paratormônio; e as células oxifílicas, que dão sustentação às células principais.

O *hormônio paratireoideiano ou paratormônio* tem como função manter os níveis de cálcio e fósforo no sangue, atuando nos ossos, rins e intestino delgado, opondo-se aos efeitos da calcitonina liberada pela glândula tireóide.

GLÂNDULAS SUPRA-RENAIS

As glândulas supra-renais são órgãos pares, retroperitoniais, localizadas no pólo superior dos rins; sendo a direita de forma triangular e situada posteriormente à veia cava inferior e ao lobo direito do fígado; e, ventralmente, ao diafragma. Enquanto a esquerda, de forma semilunar, fica localizada atrás do estômago, separada pelo peritônio e bolsa omental (figura 94). Cada glândula supra-renal consiste de duas regiões: uma camada externa, o córtex, derivado do ectoderma, que compõe a maior parte da glândula (90%); e uma camada interna, a medula, derivada do mesoderma, que corresponde a 10% da massa glandular.

O *córtex*, constituído por cordões celulares longos e finos, separados por sinusóides, é histologicamente dividido em três zonas: uma externa, zona glomerulosa, que secreta os hormônios mineralocorticóides (aldosterona), por afetar a homeostase mineral; uma intermediária, zona fasciculada, que secreta os hormônios glicocorticóides (cortisol), porque eles afetam a homeostase da glicose; e outra interna, zona reticulada, que sintetiza pequena quantidade de andrógenos (hormônios sexuais masculinos) (figura 95).

A *aldosterona*, hormônio secretado pela zona glomerulosa, é o mais importante e responsável por 95% da atividade mineralocorticóide. Atua no rim, causando a reabsorção de sódio e aumentando a eliminação de potássio, promovendo a reabsorção de água e reduzindo a produção de urina.

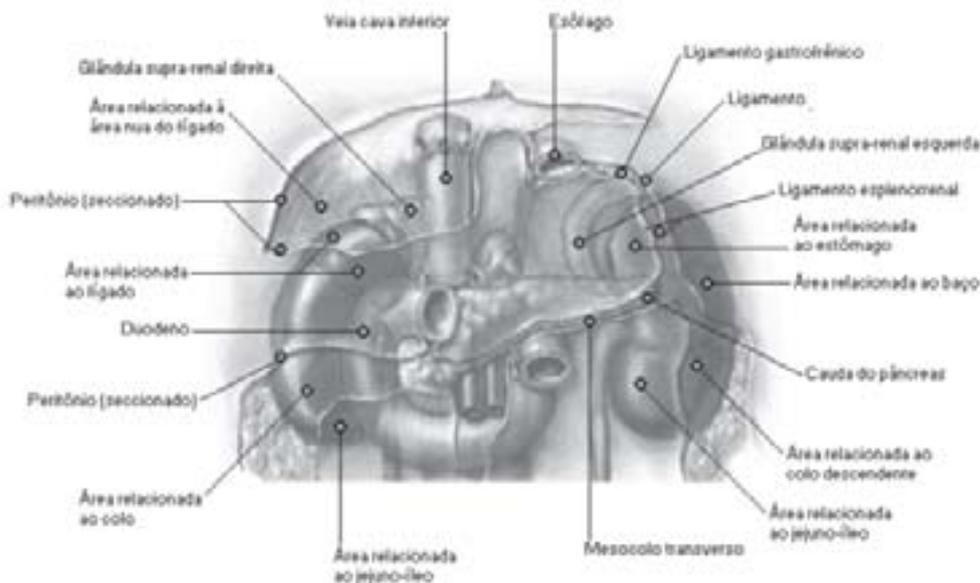


Figura 94. Rins *in situ* - Relações anteriores dos rins (Lâmina 315 B - NETTER, F. H. *Atlas de Anatomia Humana*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000).



O *cortisol*, hormônio secretado pela zona fasciculada, é o mais abundante, e responsável maior pela atividade glicocorticóide, tem um importante papel no metabolismo dos hidratos de carbono, proteínas e lipídios. Atua promovendo a disponibilidade suficiente de ATP (energia); fornece resistência ao estresse; auxilia no aumento da pressão sanguínea, principalmente se o estresse for causado por uma hemorragia; atua como antiinflamatório, inibindo a liberação de substâncias químicas que causam inflamação.

Os *andrógenos* são hormônios sexuais secretados pela zona reticulada. No homem, a testosterona secretada pela supra-renal é tão baixa que é insignificante; na mulher, contribui com o impulso sexual (libido). Embora pequenas quantidades de estrógeno e progesterona sejam produzidas também.

A *medula da glândula supra-renal* é extremamente vascularizada e consta de grandes células cromafins dispostas em redes; tem origem embrionária na crista neural. A medula produz dois hormônios intimamente relacionados: a epinefrina e norepinefrina, que são classificados como aminas (catecolaminas),

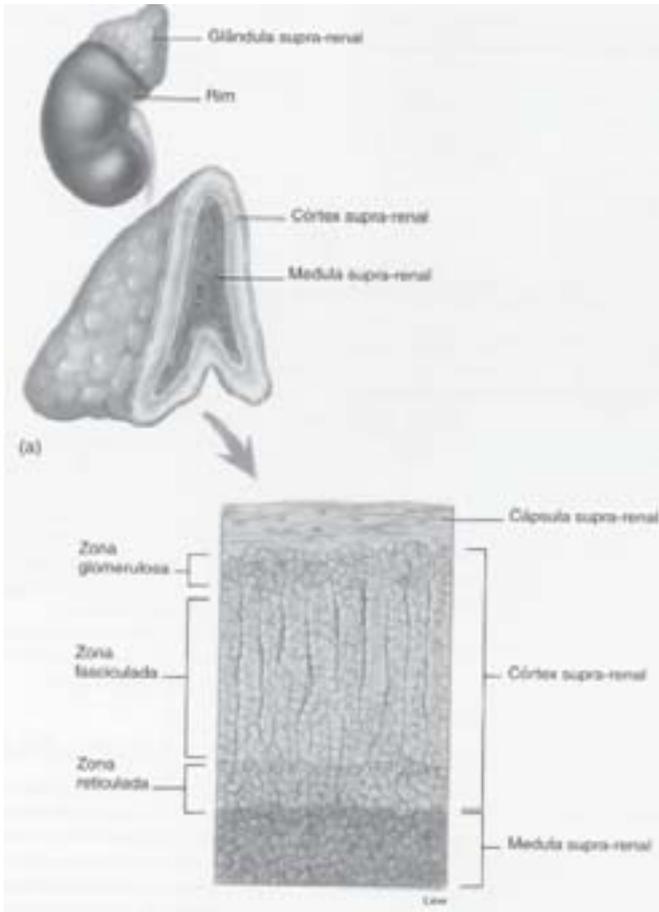


Figura 95. O córtex (VAN DE GRAAFF, K. M. *Anatomia humana*. São Paulo: Manole, 2003. p. 472).

porque contêm grupos de aminas. A epinefrina representa cerca de 80% do total da secreção da glândula e é mais potente que a norepinefrina. Estes hormônios aumentam o débito e a frequência cardíaca, aumentam a frequência respiratória e elevam a taxa do metabolismo. Eles são, em grande parte, responsáveis pela resposta de “luta-ou-fuga”. Assim como os glicocorticóides, eles auxiliam na resistência ao estresse.

PÂNCREAS

O pâncreas é uma glândula exócrina e endócrina, está localizada atrás do estômago, entre o baço e o duodeno (figura 96). A porção exócrina será descrita no sistema digestório, a porção endócrina é objeto desta seção.

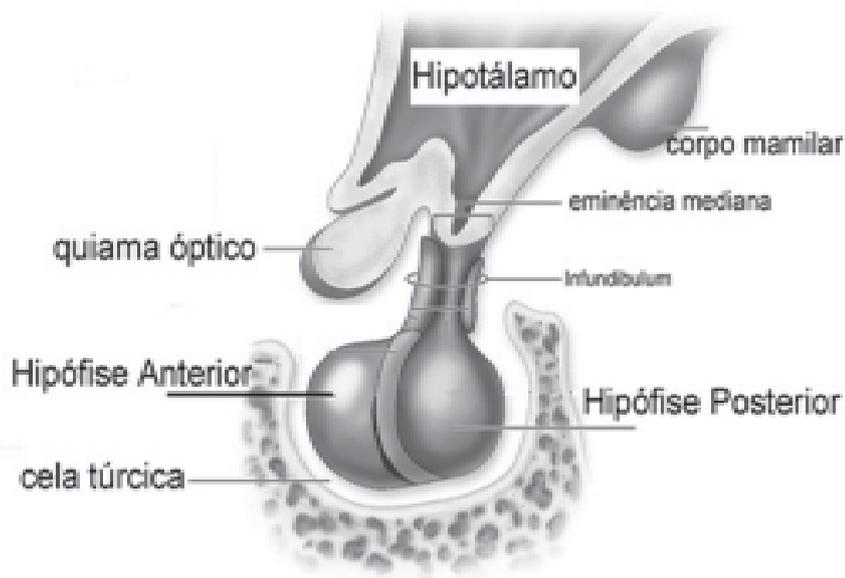
A parte endócrina do pâncreas consiste de um agrupamento de células chamadas de ilhotas pancreáticas (ilhotas de Langerhans), que variam de tamanho, estando circundadas por uma fina membrana basal e cercadas pelas células acinosas do pâncreas (parte exócrina). Do ponto de vista funcional, são encontrados quatro tipos de células nas ilhotas pancreáticas: as células alfa (secretam o glucagon); as células beta (secretam insulina); as células delta (secretam a somatostatina) e as células F (secretam um polipeptídeo que regula a liberação de enzimas digestivas pelo pâncreas).

O *glucagon* estimula o fígado a converter o glicogênio em glicose, causando o aumento do nível de glicemia na corrente sanguínea, podendo resultar numa hiperglicemia se as células alfa secretarem continuamente.

O sistema endócrino é responsável em grande parte por coordenar diversas funções dos sistemas corporais.

Libera suas moléculas mensageiras, chamadas hormônios, na corrente sanguínea, e é essa secreção que altera a atividade fisiológica de outros tecidos. No entanto, o sistema circulatório é responsável pela distribuição dos hormônios para todas as partes do corpo.

CONCLUSÃO



(Fonte: <http://virtualpsy.locaweb.com.br>).

RESUMO



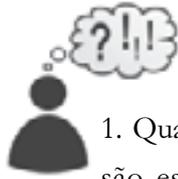
Os hormônios são substâncias químicas reguladoras, secretadas pelas glândulas endócrinas, que são conduzidos pela corrente sanguínea e estão aptos a responder aos seus estímulos. O corpo contém dois tipos de glândulas: exócrina e endócrina. As glândulas exócrinas transportam as secreções para as cavidades ou superfícies do corpo, através dos ductos. Enquanto as glândulas endócrinas difundem suas secreções (hormônios) para os capilares sanguíneos e para todas as partes do corpo. Dois mecanismos gerais estão envolvidos na ação dos hormônios: a ativação do AMP cíclico; e a ativação de genes.

A quantidade de hormônios liberada pelas glândulas ou células endócrinas é determinada pela necessidade do corpo em relação ao hormônio, em determinado momento, e seus efeitos são muito variados.

As glândulas endócrinas estão distribuídas ao longo do corpo. A hipófise, a pineal e o hipotálamo, na cavidade craniana; a tireóide e as paratireóides, no pescoço; as supra-renais e o pâncreas, na cavidade abdominal; os ovários, na cavidade pélvica; e os testículos, no escroto. O pâncreas e as gônadas são considerados glândulas mistas, pois têm tanto função endócrina como exócrina. A glândula hipófise é uma glândula complexa, que estrutural e funcionalmente está dividida em adeno-hipófise e neuro-hipófise. A glândula tireóide, localizada no pescoço, consiste de dois lobos conectados por uma massa de tecido chamado de istmo.

As glândulas supra-renais são órgãos pares, retroperitoniais, localizadas no pólo superior dos rins; sendo a direita, de forma triangular, e a esquerda, de forma semilunar, localizada atrás do estômago, separada pelo peritônio.

As gônadas são os principais órgãos sexuais, masculino e feminino, e são consideradas glândulas mistas, pelo fato de produzirem os gametas e os hormônios sexuais.



ATIVIDADES

1. Quais os modos pelos quais as glândulas endócrinas e exócrinas são estruturalmente diferentes?
2. Descreva o mecanismo de ação dos hormônios esteróides.
3. Quais as conseqüências metabólicas possíveis de uma glândula tireóide hiperativa?
4. Qual a função do glucagon e da insulina?

REFERÊNCIAS

- BECKER, K. L.; NYLEN, E. S.; SNIDER JR., R. Endocrinology and endocrine patient. In: BECKER et al. **Principles and practice of endocrinology and metabolism**. Philadelphia: Lippincott, 1990.
- DÂNGELO, J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia humana sistêmica e segmentar para o estudante de medicina**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 1998.
- DI DIO, L. J. A. **Tratado de anatomia sistêmica aplicada**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2002.
- GOSS, C. M. **Gray Anatomia**. 29 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.
- KAHLE, W.; LEONHARDT, H.; PLATZER, W. **Atlas de anatomia humana com texto comentado e aplicações em clínica médica e em cirurgia. Aparelho de movimento**. v. 1. 3 ed. São Paulo: Atheneu, 1997.
- MOORE, K. L.; DALLEY, A. F. **Anatomia orientada para clínica**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- NETTER, F. H. **Atlas de Anatomia Humana**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000
- SPENCE, A. P. **Anatomia humana básica**. 2 ed. São Paulo: Manole, 1991.

TORTORA, G. J. **Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia**. 4 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

VAN DE GRAAFF, K. M. **Anatomia humana**. São Paulo: Manole, 2003.

ZEMLIN, W. R. **Princípios de anatomia e fisiologia em fonoaudiologia**. 4 ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.