



#ANATOMYFLIX

SISTEMA

ENDÓCRINO

Rogério Gozzi

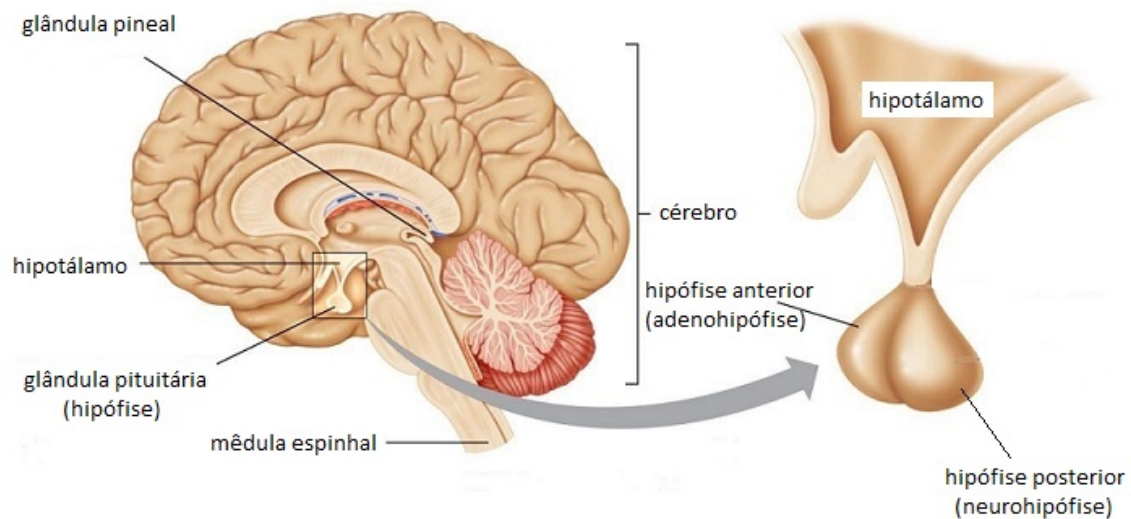
APOSTILA

Todas as funções que ocorrem no interior do nosso organismo devem ser reguladas de forma muito precisa para a manutenção da homeostase, que é o estado de equilíbrio do funcionamento de todos os sistemas corporais. Para que isto seja possível temos dois sistemas principais que agem para corrigir eventuais desequilíbrios: o **Sistema Nervoso**, através de uma substância química liberada pelos neurônios chamada neurotransmissor; e o **Sistema Endócrino**, secretando hormônios na corrente sanguínea através das glândulas endócrinas. Em ambos os casos temos a chamada regulação neuroendócrina das funções orgânicas vitais, como fome, sede, pressão arterial, batimentos cardíacos, respiração e reprodução, dentre outras. Neste tópico estudaremos somente o Sistema Endócrino e como ele reage para manter a homeostase através da secreção hormonal. É importante salientar que as respostas dadas pelo sistema nervoso são muito rápidas, porém duram pouco tempo. Por outro lado o sistema endócrino reage mais lentamente a alguns estímulos, pois seus hormônios precisam viajar pelo sistema circulatório para chegar em seu(s) órgão(s) alvo, e isso pode demorar de segundos a minutos, porém o seu efeito pode se prolongar por horas, e até mesmo por dias dependendo do hormônio em questão. Para exemplificar a forma com que o sistema endócrino trabalha vamos ter como exemplo a glândula Tireóide. A glândula Tireóide produz o hormônio Tiroxina, e este hormônio controla a velocidade do metabolismo celular, ou seja, a velocidade na qual as suas células consomem substratos energéticos como a glicose, O₂ e gordura. Portanto, em condições de funcionamento normal da glândula Tireóide, ela secreta a Tiroxina na corrente sanguínea e este hormônio estimula as células a consumirem a quantidade adequada de nutrientes para se manterem ativas, sem gastar nem muita nem pouca energia, apenas o suficiente para manter o seu metabolismo basal. Se houver algum problema na Tireóide onde ela diminua a secreção de seus hormônios (hipotireoidismo), teremos menos hormônios na corrente sanguínea para regular este consumo energético celular e a pessoa gasta menos energia, tende a ganhar peso, sentir-se cansada e ter bradicardia. Por outro lado, se a Tireóide produzir hormônios em excesso (hipertireoidismo), teremos uma quantidade excessiva de hormônios tireoidianos agindo sobre o metabolismo celular, aumentando seu consumo

energético e fazendo com que o indivíduo perca peso e tenha taquicardia, por exemplo. Então é necessário que as glândulas endócrinas secretem os seus hormônios em quantidades adequadas na corrente para que eles regulem o metabolismo e funcionamento de diversas funções em nosso organismo, para desta forma manter a homeostase. O ramo da medicina que estuda o sistema endócrino é a **Endocrinologia**.

Regulação Neuroendócrina das funções orgânicas

Para regular todas as funções do corpo de forma adequada, o Sistema Nervoso e o Sistema Endócrino devem trabalhar em harmonia, onde um complementa a ação do outro, inibindo ou estimulando o funcionamento das glândulas ou das células do tecido alvo. A conexão entre estes dois sistemas é o **eixo Hipotálamo-Hipofisário**, sendo que o **Hipotálamo** é um elemento do Sistema Nervoso Central (SNC) e a **Hipófise** é um elemento pertencente ao Sistema Endócrino. Apesar de estar localizado próximo ao Hipotálamo, dentro do SNC e também envolvido pelas meninges, a Hipófise é uma massa de tecido glandular conectada ao Hipotálamo através de neurônios, vasos sanguíneos e plexos vasculares. O elemento que une fisicamente o Hipotálamo à Hipófise é o infundíbulo, que é uma estrutura semelhante a uma haste, fazendo a ponte entre estes dois órgãos. Sendo assim, podemos considerar que o Sistema Nervoso também controla o funcionamento das glândulas endócrinas, pois existe esta conexão morfofuncional entre os dois sistemas e a Hipófise só consegue secretar os seus hormônios mediante o comando do Hipotálamo. Em termos práticos sabemos que o Hipotálamo comanda a Hipófise, e depois disso a Hipófise comanda as outras glândulas endócrinas (mas nem todas). Isso explica o desenvolvimento das doenças chamadas psicossomáticas, onde a pessoa apresenta um comprometimento neurológico ou psicológico que se manifesta fisicamente como dores corporais, edemas, alterações de batimento cardíaco, pressão arterial, gastrites, etc. A resposta para isso reside no fato de o Hipotálamo ser uma espécie de termostato para o corpo recebendo centenas de informações a cada segundo, e a forma que ele tem de reagir a essas informações para controlar as funções alteradas é estimular a Hipófise a secretar seus hormônios para desta forma retornar estas funções ao normal no menor espaço de tempo possível. As substâncias químicas produzidas e secretadas pelas glândulas endócrinas são os **hormônios**, que viajam pela corrente sanguínea para atingirem órgãos localizados distantes da glândula onde ele foi produzido, que são os **órgãos alvo** (ou células alvo) que contém receptores específicos para cada hormônio e desta forma eles exercerão suas funções na regulação do metabolismo.



Diferença entre glândulas endócrinas e exócrinas

As glândulas endócrinas estão espalhadas por várias partes do corpo e sua função é produzir e secretar hormônios na corrente sanguínea para que eles cheguem a órgãos distantes, os órgãos-alvo. Por este motivo elas são ricamente vascularizadas, e isso facilitará o trânsito dos hormônios em direção à corrente sanguínea. O termo *endo* é dado pelo fato de que a corrente sanguínea é considerada o ambiente interno do seu organismo, portanto **o que está dentro do corpo está na corrente sanguínea e o que está fora do corpo não está na corrente sanguínea**. Tendo este conceito em mente fica fácil entender porque as glândulas exócrinas tem este nome. O termo *exo* significa externo, ou seja, o conteúdo das glândulas exócrinas está sendo secretado (ou excretado) para fora do corpo. Neste caso quando falamos que está sendo secretado para fora do corpo, significa que seu produto de secreção está saindo da corrente sanguínea em direção à superfície do corpo (como é o caso das glândulas sudoríparas) ou em direção a alguma cavidade corporal, como a boca (glândulas salivares) e o intestino delgado (pâncreas, fígado e vesícula biliar).

Feedback Hormonal Positivo e Negativo

A quantidade hormônio secretada por cada glândula endócrina é regulada por diversos fatores, como a estimulação pelo sistema nervoso, a quantidade deste hormônio na corrente sanguínea e a estimulação ou inibição por outros hormônios. Quando estivermos considerando a quantidade de determinado hormônio na corrente sanguínea, a sua regulação é feita pelo chamado feedback hormonal, e este pode ser **negativo** ou **positivo**. O feedback é também chamado de sistema de retroalimentação.

Feedback negativo: quando determinado **hormônio está em excesso** na corrente sanguínea, a glândula produtora deste hormônio é **inibida** para que a mesma diminua ou corte a produção deste hormônio, até que seus níveis sanguíneos retornem ao normal.

Feedback positivo: quando a quantidade de determinado **hormônio está muito diminuído** ou ausente na corrente sanguínea, a glândula produtora deste hormônio é **estimulada** a

produzir quantidades cada vez maiores deste hormônio, até que seus níveis sanguíneos retornem ao normal.

Tipos de Hormônios

Os hormônios podem ser classificados de várias formas, mas aqui iremos destacar as classificações de acordo com o **local de ação** e de acordo com a **sua composição**.

De acordo com o **local de ação** os hormônios podem ser classificados em **locais ou circulantes**. Os **hormônios locais** têm sua ação no mesmo local onde são produzidos. Por exemplo, a somatostatina é produzida pelas células delta do pâncreas e age sobre as células alfa e beta do próprio pâncreas. Como a somatostatina pancreática tem sua ação no mesmo local que é produzida ela é classificada como um hormônio local. **A maior parte dos hormônios são circulantes**, ou seja, são produzidos em uma glândula e agem em células-alvo distantes de onde foram produzidos. Por exemplo, o TSH é produzido e secretado pela Hipófise (no cérebro) e suas células-alvo estão na Tireóide (no pescoço). Portanto se o hormônio é produzido em um local e age em outro local, ele é classificado como circulante, pois chegará ao órgão-alvo através da corrente sanguínea.

Em relação à sua composição os hormônios são divididos em dois grandes grupos: os **hormônios lipossolúveis** e os **hormônios hidrossolúveis**.

Lipossolúveis: os hormônios lipossolúveis são solúveis em gordura, logo são facilmente absorvidos pela membrana das células, por terem a mesma composição, e seus receptores ficam localizados no interior das células. Temos 3 classes principais de hormônios lipossolúveis: os **esteróides**, os **hormônios da Tireóide** e o **óxido nítrico (NO)**. Os mais frequentes deste grupo são os esteróides, que são hormônios derivados do colesterol, e podemos destacar os hormônios sexuais (testosterona, estrogênios e progesterona). Os hormônios da Tireóide são formados pela junção da tirosina com o iodo. O NO é um gás lipossolúvel que pode agir como hormônio ou neurotransmissor dependendo do receptor ao qual ele se ligar.

Hidrossolúveis: os hormônios hidrossolúveis são solúveis em água, logo não têm afinidade com a membrana celular e por este motivo se ligam a um receptor na superfície da membrana (proteína G) para entrar na célula por difusão facilitada. Temos 3 classes de hormônios hidrossolúveis, os **protéicos**, os **aminados** e os **eicosanóides**. A maior parte dos hormônios são protéicos, formados por polímeros de aminoácidos, e podemos citar os hormônios da Hipófise, a insulina e o glucagon. Os hormônios aminados possuem um grupamento amina ($-NH_3^+$) e podemos citar as catecolaminas (adrenalina, noradrenalina e dopamina), a histamina, a serotonina e a melatonina. Os hormônios eicosanóides são os derivados do ácido araquidônico, e podemos destacar as prostaglandinas e os leucotrienos, mediadores químicos do processo inflamatório.

Glândulas Endócrinas e seus Hormônios

O Sistema Endócrino é um pouco diferente dos outros sistemas por não ter seus órgãos agregados em um local comum ou não terem continuidade entre si, como os sistemas respiratório, circulatório ou digestório, por exemplo. As glândulas endócrinas ficam espalhadas pelo corpo, mas sempre próximas a um grande eixo vascular (próximos a artérias e veias de grande calibre). Isso ocorre porque os hormônios secretados pelas glândulas endócrinas são lançados na corrente sanguínea, e desta forma podem viajar por todo o corpo até se ligarem aos seus receptores específicos nos órgãos-alvo. Sendo assim, não existe a necessidade de termos as glândulas endócrinas aglutinadas em um único local.

As glândulas endócrinas principais são a **Hipófise**, a **Tireóide**, as **Paratireóides**, o **Pâncreas**, as **Suprarrenais (Adrenais)** e as **Gônadas (Ovários e Testículos)**.

Outras glândulas também são consideradas endócrinas por conterem tecido secretor, como o timo e a glândula Pineal. Outros órgãos têm a capacidade de secretar hormônios que agirão de forma local, como o estômago, o intestino delgado, o coração, os rins e a placenta.

Necessariamente cada glândula endócrina sintetiza substâncias circulantes no sangue, produz seus hormônios e os secreta na corrente sanguínea, e estes hormônios regulam o metabolismo de vários órgãos do corpo. Abaixo a relação de cada glândula endócrina e os hormônios produzidos por elas*.

Hipófise anterior: GH (hormônio do crescimento), TSH (hormônio estimulante da Tireóide), FSH (hormônio folículo-estimulante), LH (hormônio luteinizante), PRL (Prolactina), ACTH (hormônio adrenocorticotrófico) e MSH (hormônio estimulante dos melanócitos).

Hipófise posterior: Ocitocina e ADH (hormônio antidiurético ou vasopressina)**.

Tireóide: T3 (triiodotironina), T4 (tetraiodotironina ou tiroxina) e calcitonina.

Paratireóides: PTH (paratormônio).

Pâncreas: Glucagon, insulina, somatostatina e polipeptídeo pancreático.

Suprarrenais (Adrenais): Aldosterona, cortisol, cortisona, corticosterona e DHEA (desidroepiandrosterona).

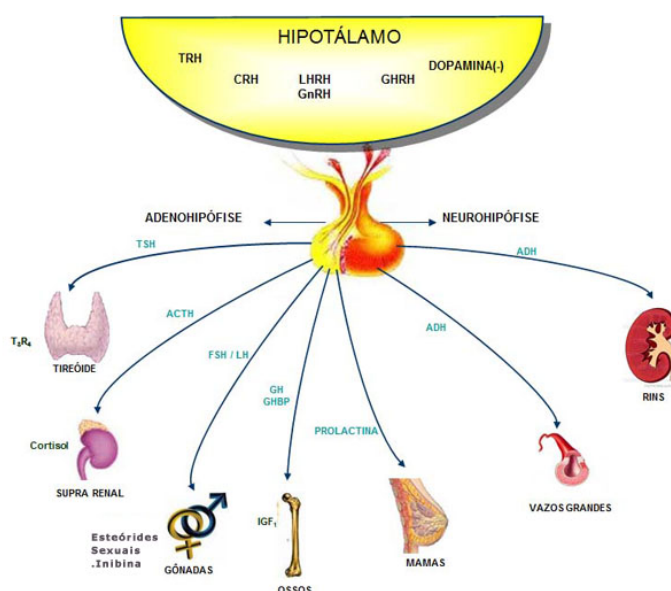
Testículos: Testosterona e inibina.

Ovários: Estrogênios (Estradiol), progesterona, relaxina e inibina.

Hipófise

A **Hipófise ou glândula Pituitária** sem sombra de dúvidas é a principal glândula do sistema endócrino, pois regula o funcionamento de quase todas as outras glândulas endócrinas. Ela controla o funcionamento da Tireóide, do córtex das Suprarrenais e das Gônadas através da secreção de hormônios que tem como órgãos-alvo estas glândulas. Por este motivo ela é também chamada **glândula mestra**. O controle das Paratireóides, do Pâncreas e da medula Suprarrenal é dado por feedback negativo, de acordo com os níveis sanguíneos de cálcio e glicose (no caso das Paratireóides e Pâncreas respectivamente) ou mediante a estimulação simpática (no caso da medula Suprarrenal).

Anatomicamente, a Hipófise é dividida em duas porções: uma **anterior**, também chamada de **Adenohipófise** e uma **posterior**, também chamada de **Neurohipófise**. A **Adenohipófise é a parte glandular e secretora** da Hipófise pois tem a capacidade de sintetizar, produzir e secretar os seus hormônios. As células secretoras da Adenohipófise são os Somatotrofos, os Tireotrofos, os Gonadotrofos, os Lactotrofos e os Corticotrofos. A **Neurohipófise não é capaz de produzir e sintetizar hormônios**, ela apenas armazena e libera na corrente sanguínea os hormônios que são produzidos e sintetizados pelos núcleos paraventricular e supraóptico do Hipotálamo por células neurosecretoras (neurônios capazes de produzir hormônios, armazena-os em vesículas e os conduzir rapidamente pelos seus axônios até a Neurohipófise). A Hipófise fica localizada logo abaixo do Hipotálamo e ambos ficam conectados através de uma estrutura denominada infundíbulo, e é através do infundíbulo que temos a conexão física entre os dois através de neurônios, vasos sanguíneos e plexos vasculares.



Algo muito importante de salientar antes de falarmos sobre a Hipófise é que ela está conectada ao Hipotálamo e segue seus comandos. Para que a Hipófise secrete seus hormônios é necessário que o Hipotálamo dê o comando secretando hormônios liberadores. São **5 hormônios liberadores secretados pelo Hipotálamo** para ativar a Adenohipófise: o **GhRH** (hormônio liberador de GH) que estimula os somatotrofos, o **TRH** (hormônio liberador de Tireotrofina) que estimula os tireotrofos, o **GnRH** (hormônio liberador de gonadotrofinas) que estimula os gonadotrofos, o **PRH** (hormônio liberador de prolactina) que estimula os lactotrofos e o **CRH** (hormônio liberador de corticotrofinas) que estimula os corticotrofos.

Hormônios da Adenohipófise

GH (hormônio do crescimento)

TSH (hormônio estimulante da Tireóide ou Tireotrofina)

FSH (hormônio folículo-estimulante)

LH (hormônio luteinizante)

PRL (Prolactina)

ACTH (hormônio adrenocorticotrófico)

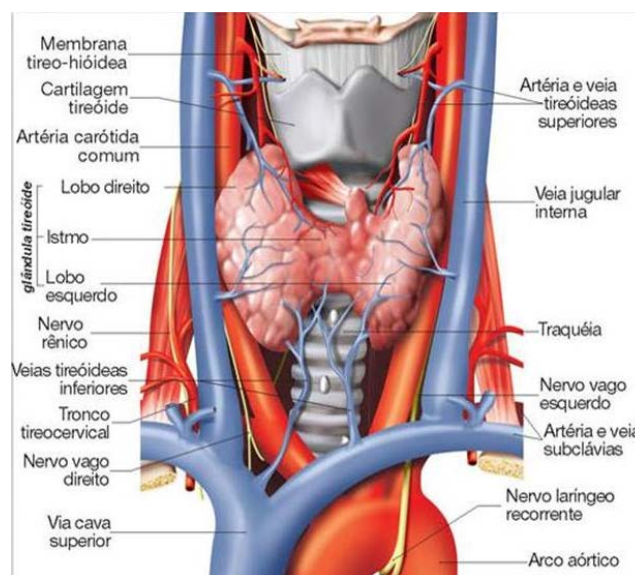
MSH (hormônio estimulante dos melanócitos)

Neurohipófise

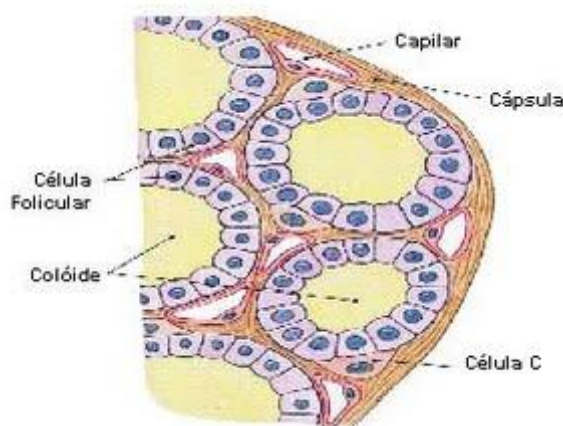
A **neurohipófise não produz nem sintetiza nenhum hormônio**, ela apenas **armazena e libera** para a corrente sanguínea os hormônios **ocitocina e ADH**, que são produzidos e secretados pelos núcleos paraventricular e supraóptico do Hipotálamo. As células neurosecretoras destes núcleos sintetizam estes dois hormônios em seu corpo celular e os encarceram em vesículas. Estas vesículas contendo os hormônios são conduzidas de forma rápida por axônios até a neurohipófise, onde as vesículas se abrem no terminal sináptico e liberam os hormônios para o interior da neurohipófise, onde ficarão armazenados e serão liberados posteriormente para a corrente sanguínea. A **ocitocina** pode ser liberada por feedback positivo durante o parto para favorecer contrações uterinas, pois o miométrio possui milhares de receptores para este hormônio. Em condições de desidratação, hipotensão, hemorragia ou diarreia o **ADH** é liberado e age nos rins diminuindo a produção de urina para reter líquidos, desta forma ocorre aumento do volume sanguíneo (volemia) com retorno da pressão arterial e osmótica aos valores normais.

Tireóide

A glândula Tireóide tem o formato de uma borboleta e está localizada logo abaixo da cartilagem de mesmo nome no pescoço. Na verdade a Tireóide tem este nome que é derivado do latim, onde *Tireo* significa escudo e *óide*, em forma de. Portanto ela tem este nome pela sua semelhança com um escudo, que “protege” a traquéia em sua porção mais superior. Possui dois lobos, um esquerdo e um direito, ligado por uma estrutura central denominada istmo. Um outro lobo denominado piramidal é observado acima do istmo em cerca de 40% das pessoas.



Histologicamente a Tireóide é formada pelas células foliculares e pelas células parafoliculares (células C). As células foliculares são responsáveis pela síntese, produção e secreção dos hormônios tireoidianos **T3 e T4**. O T3 é também chamado de triiodotironina e tem este nome por ter o aminoácido tirosina unido a 3 moléculas de iodo. O T4 é também chamado de tiroxina ou tetraiodotironina, e se origina a partir do aminoácido tirosina ligado a 4 moléculas de iodo. As células foliculares secretam maior quantidade de T4 na corrente sanguínea, e este pode sofrer a oxidação de 1 iodo e é reduzido em T3. Apesar de ser secretado em menor quantidade pelas células foliculares, o T3 é mais potente do que o T4 no que diz respeito às suas funções no controle do metabolismo basal.



A **calcitonina** é um hormônio que age no metabolismo de cálcio sanguíneo, inibindo a ação dos osteoclastos. Quando os níveis sanguíneos de cálcio estão muito elevados **a calcitonina inibe a ação dos osteoclastos** e desta forma eles reabsorvem menor quantidade de matriz mineral óssea até que os níveis sanguíneos de cálcio se restabeleçam na corrente sanguínea. Desta forma concluímos que a secreção de calcitonina pela Tireóide se dá pelo feedback negativo através das quantidade de cálcio séricas.

Paratireoides

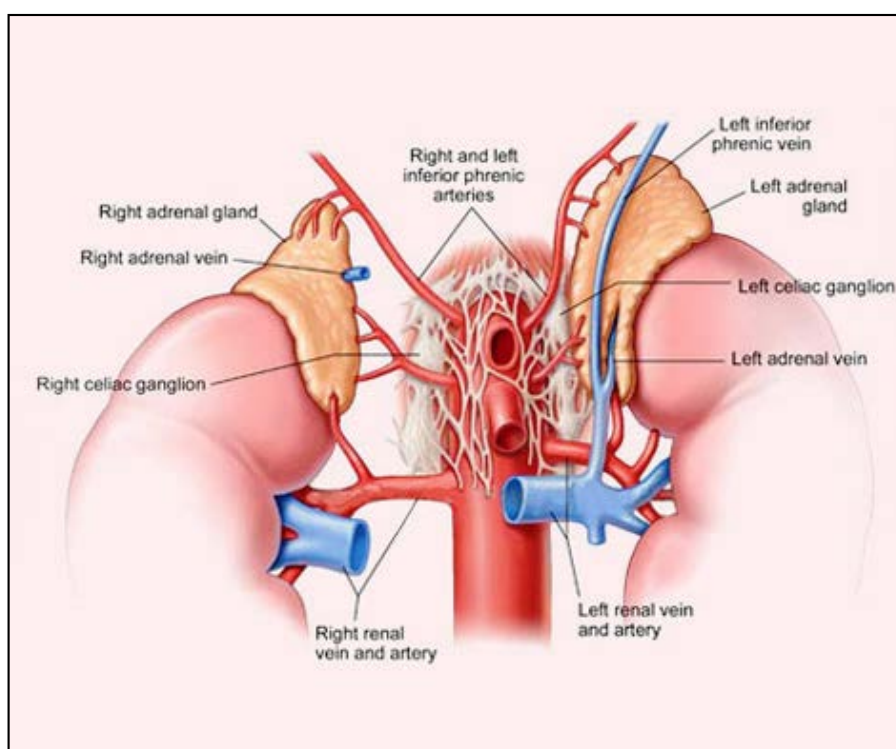
Se você observar a parte posterior da glândula Tireóide irá observar 4 pequenas glândulas aderidas aos lobos tireoidianos, são as Paratireoides. Elas estão dispostas em dois pares: um par no lobo direito (uma superior e outra inferior) e outro par no lobo esquerdo (também uma superior e outra inferior) da Tireoide. Juntas, todas as paratireóides medem pouco mais de 1g e são responsáveis pela produção do hormônio **PTH**, ou **paratormônio**. O PTH é produzido e secretado pelas células principais das Paratireóides, e este hormônio é importantíssimo na manutenção dos níveis de cálcio, fosfato e magnésio na corrente sanguínea e, de certa forma, é um "antagonista" da calcitonina, citada no capítulo anterior. Sendo assim, **o PTH aumenta a atividade dos osteoclastos**, células responsáveis pela reabsorção do cálcio nos ossos. Quando os níveis sanguíneos de Cálcio estão baixos na corrente sanguínea as células principais das paratireóides são estimuladas a produzir e secretar maior quantidade de PTH. Desta forma os osteoclastos reabsorvem maior quantidade de matriz mineral óssea elevando os níveis

sanguíneos de cálcio e magnésio, retardando a perda de cálcio pela urina. Isso será importante para a fixação do cálcio presente nos alimentos, pois o PTH irá estimular os rins a sintetizarem maior quantidade de calcitriol, a forma ativa da vitamina D. O calcitriol promove o aumento da absorção de cálcio dos alimentos no tubo digestório, aumentando ainda mais os teores de cálcio na corrente sanguínea, o que será importante na fixação do cálcio pelos ossos quando ocorrer a secreção de calcitonina, equilibrando novamente os teores sanguíneos de cálcio.

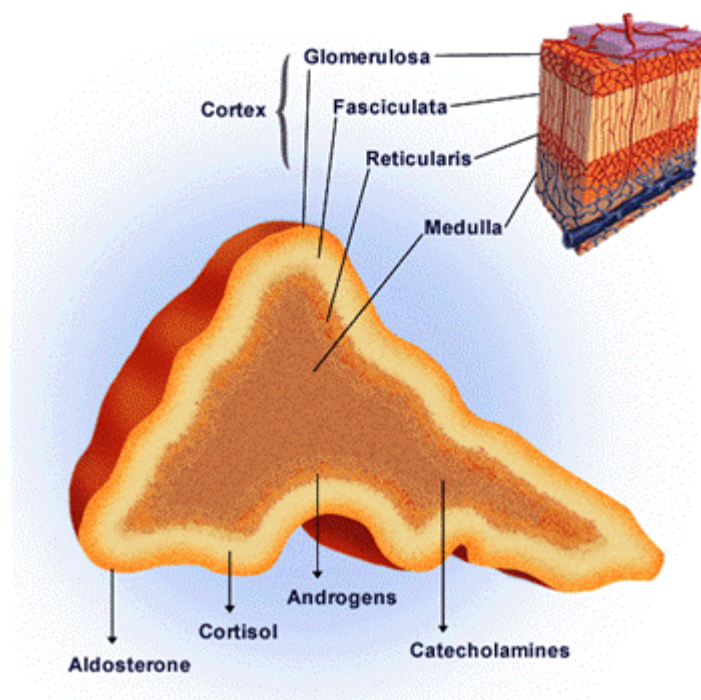


Suprarrenais (Adrenais)

Como o próprio nome já sugere, as glândulas suprarrenais ficam posicionadas no pólo superior de cada um dos rins, como se fosse um gorro em cima dos rins. Do ponto de vista anatômico, as suprarrenais possuem formato triangular, sendo maiores na altura (cerca de 3 a 5 cm) e menores em sua largura (cerca de 2 a 3 cm), pesando pouco menos de 5g. Apesar de pequenas, apresentam importantes funções no controle do equilíbrio hídrico e da pressão arterial. O fluxo sanguíneo arterial das suprarrenais se dá pelas artérias suprarrenais superiores (ramo das artérias frênicas inferiores), médias e inferiores (ramos da artéria renal).



Histologicamente, as suprarrenais apresentam uma forte cápsula de tecido conjuntivo para protegê-las, e seu parênquima é formado por **córtex** suprarrenal e **medula** suprarrenal. O **córtex suprarrenal** compreende a porção mais externa desta glândula, próxima a cápsula, e é **dividida em 3 zonas**: a **zona glomerulosa** (mais externa), a **zona fasciculada** (intermediária) e a **zona reticulada** (mais interna). Além de serem divisões histológicas bem claras das suprarrenais, são também divisões funcionais pois na zona glomerulosa teremos a secreção dos hormônios denominados mineralocorticóides, onde se destaca a **aldosterona**; na zona fasciculada teremos a secreção dos hormônios glicocorticóides, onde o mais secretado é o **cortisol**; e na zona reticular teremos a produção de uma pequena quantidade de **andrógenos**, hormônios esteróides masculinos, tanto em homens quanto em mulheres. A **medula suprarrenal** corresponde a somente 10 a 20% do volume total das suprarrenais e suas células produtoras de hormônios são chamadas **células cromafins**. As células cromafins são inervadas por neurônios pré-ganglionares do sistema nervoso autônomo SIMPÁTICO, e após serem estimuladas produzem e secretam na corrente sanguínea a **epinefrina (adrenalina)** e **anorepinefrina(noradrenalina)**. Este estímulo é muito rápido e provavelmente você já sentiu o famoso frio na barriga, que corresponde à secreção de epinefrina e norepinefrina em situações de medo e/ou risco real ou potencial.



A **aldosterona é o principal mineralocorticóide** e é responsável pela retenção de sódio (Na), eliminação de potássio (K) e eliminação de hidrogênio (H) pela urina. A secreção de aldosterona é mediada pelo sistema renina-angiotensina-aldosterona (que estudamos detalhadamente no Box 1.0, no capítulo referente ao sistema urinário). Em resumo, quando ocorre queda da pressão arterial por diminuição no volume sanguíneo (volemia) as células justaglomerulares renais secretam grande quantidade de uma enzima chamada renina. A renina converte o

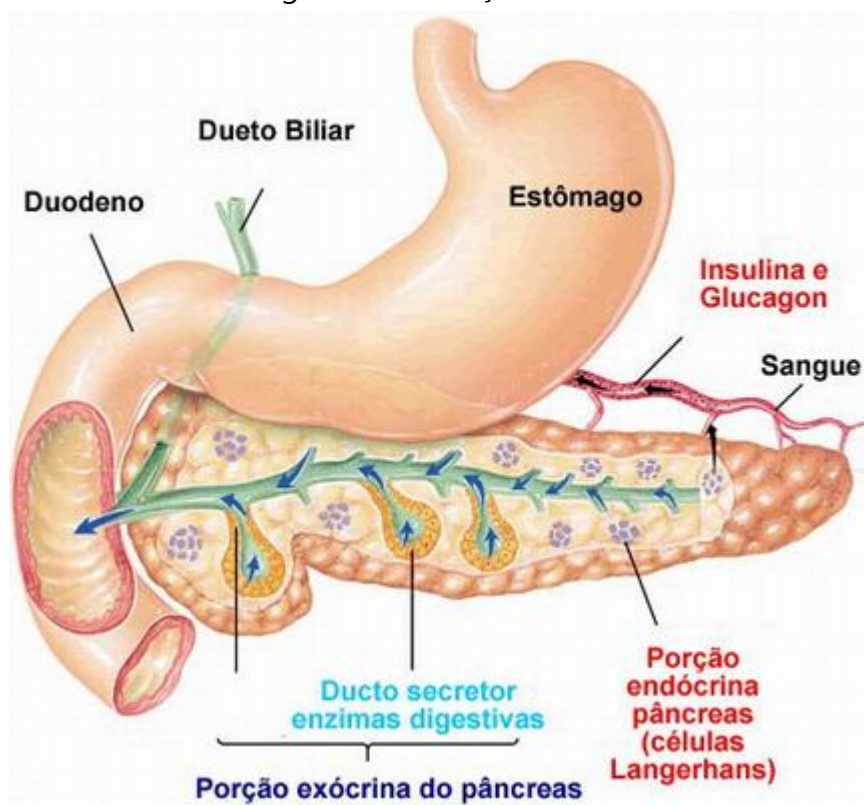
angiotensinogênio hepático em angiotensina I. Com os teores sanguíneos aumentados de angiotensina I, os pulmões convertem esta angiotensina I em angiotensina II, pela ação de uma enzima presente em grande quantidade nos pulmões chamada ECA (enzima conversora de angiotensina). A angiotensina II estimula o córtex suprarrenal a secretar aldosterona. A aldosterona age retendo sódio pelos rins, e juntamente com o sódio ocorre também reabsorção de água pelos rins, diminuindo a produção de urina. Com a reabsorção de água ocorre aumento da volemia, restabelecendo a pressão arterial, até que esta atinja novamente os seus valores normais. A aldosterona também irá eliminar potássio e hidrogênio pela urina, sendo que a eliminação do H⁺ evita que o corpo entre em acidose metabólica (pH abaixo de 7,35). A aldosterona também é secretada em resposta a aumentos abruptos nos níveis de potássio no sangue. Os glicocorticóides são responsáveis pela regulação do metabolismo dos nutrientes, resistência ao estresse, processos inflamatórios e imunossupressão. **Os 3 principais glicocorticóides são o cortisol, a corticosterona e a cortisona**, sendo que o cortisol representa 95% de todos os glicocorticóides secretados pela zona fasciculada. Os **androgênios** são hormônios masculinizantes, porém a zona reticular tanto de homens quanto de mulheres é capaz de secretar uma pequena quantidade deste tipo de hormônio, sendo que **o principal é a desidroepiandrosterona (DHEA)**. Nos homens a secreção de testosterona (o principal androgênio masculino) faz com que os efeitos da DHEA sejam praticamente imperceptíveis. Nas mulheres o DHEA pode estimular o crescimento de pelos, a libido e podem ser convertidos em estrogênios em alguns tecidos do corpo. Este efeito do DHEA nas mulheres é mais facilmente observado durante a menopausa, onde ocorre uma queda abrupta da produção de estrogênios e a ação do DHEA fica mais evidente, ocorrendo crescimento de pelos na face e queda de cabelos, dentre outras alterações.

A medula suprarrenal é um gânglio simpático modificado, pois como é uma glândula endócrina e possui células secretoras de hormônios, não pertence ao sistema nervoso, por isso a estudamos no sistema endócrino. Os neurônios pré ganglionares que têm origem no hipotálamo estimulam as células cromafins da medula suprarrenal a secretarem epinefrina e norepinefrina em situações de risco ou perigo. A secreção destes hormônios potencializam os efeitos gerados pelo sistema nervoso autônomo simpático durante a chamada reação de luta/fuga (fight or flight) onde temos aumento da frequência cardíaca, frequência respiratória, força de contração cardíaca e músculo-esquelética, broncodilatação, vasoconstrição periférica, dentre outros efeitos da secreção destes hormônios. Estes efeitos são importantes na manutenção de seu instinto de sobrevivência, lutando ou fugindo da situação que lhe causa medo.

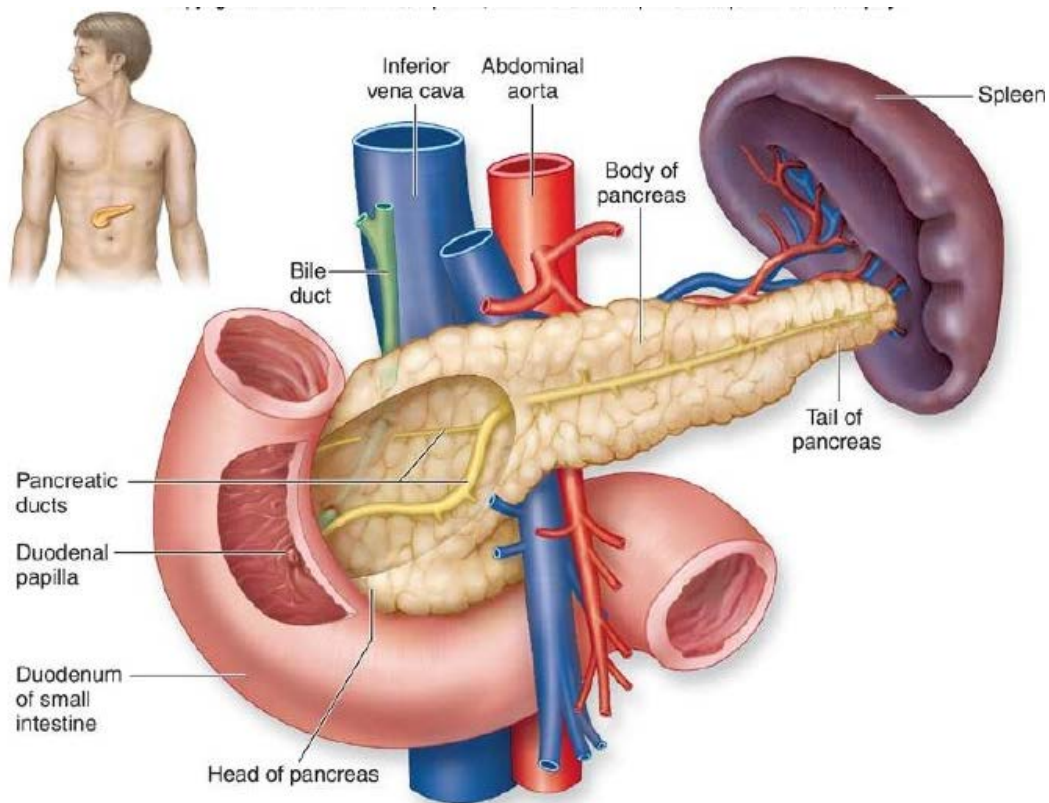
Pâncreas Endócrino

O Pâncreas é um órgão misto, pois pode servir tanto ao sistema endócrino (Pâncreas endócrino) secretando hormônios, quanto ao sistema digestório (Pâncreas exócrino) produzindo o suco pancreático. Neste capítulo abordaremos somente as características do Pâncreas endócrino e no

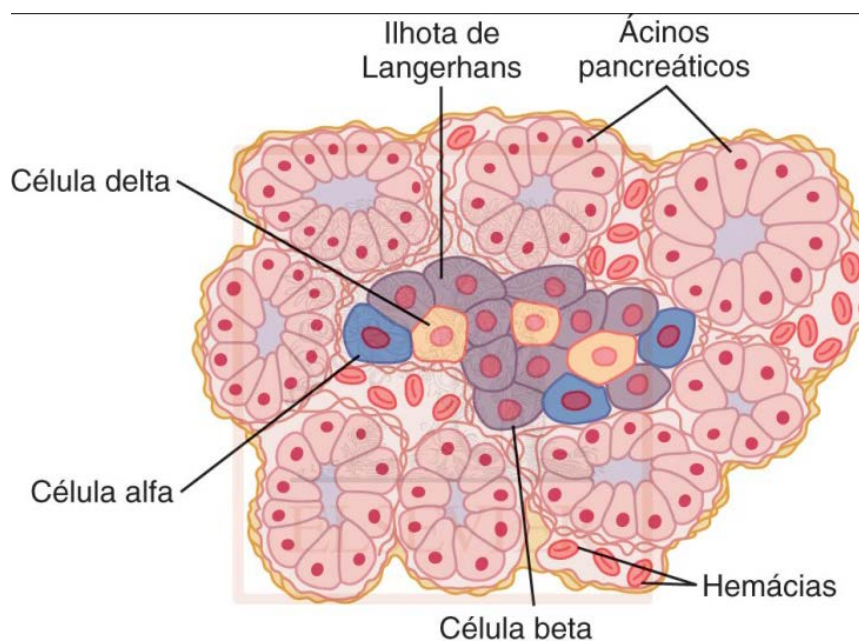
capítulo referente ao sistema digestório você encontrará todas as características referentes ao pâncreas exócrino. O Pâncreas é um órgão longo que mede cerca de 12 a 15 cm de comprimento por cerca de 2 a 3 cm de espessura que ocupa o quadrante superior esquerdo do abdômen posteriormente ao estômago, tendo relação com a curvatura maior deste órgão.



É dividido em três partes: a **cabeça**, voltada para o lado direito se encaixando na flexura do duodeno, órgão ao qual tem uma estreita relação; o **corpo**, que é a porção central; e a **cauda**, que é a porção terminal deste órgão e fica voltada para o lado esquerdo, terminando junto ao Baço.



O **Pâncreas endócrino** é representado pelas chamadas **ilhotas Pancreáticas**, ou ilhotas de *Langerhans*. As ilhotas são conjuntos de tipos celulares localizados entre os ácinos pancreáticos, e o aspecto que se tem é de uma ilha de células isoladas pelos ácinos. As células presentes nas ilhotas são as **células alfa**, as **células beta**, as **células delta** e as **células F** (ou células PP).



- **Células alfa:** secretam glucagon e constituem cerca de 20% do volume total das ilhotas
- **Células beta:** secretam insulina e são o maior volume de células das ilhotas, correspondendo a cerca de 70% desta região
- **Células delta:** secretam somatostatina

- **Células F:** secretam um hormônio denominado polipeptídeo pancreático

O controle da **secreção de insulina e glucagon na corrente sanguínea** se dá através do **feedback negativo dos teores de glicose** na corrente sanguínea, da seguinte forma:

- Quando ocorrer **hiperglicemia** (altos teores de glicose no sangue) as células beta pancreáticas são estimuladas a secretar **insulina**. A insulina age como uma espécie de carreador de glicose para o interior das células, aumentando a velocidade da difusão facilitada da glicose para o interior das células, e desta forma as células geram energia tendo como substrato a glicose realizando glicogênese (conversão de glicose em glicogênio). Além da glicogênese, a insulina acelera a lipogênese (síntese de ácidos graxos) e retarda a glicogenólise (conversão de glicogênio em glicose) e a gliconeogênese. **Depois que a glicose entrar nas células ocorrerá a queda de seus níveis sanguíneos normalizando a glicemia;**

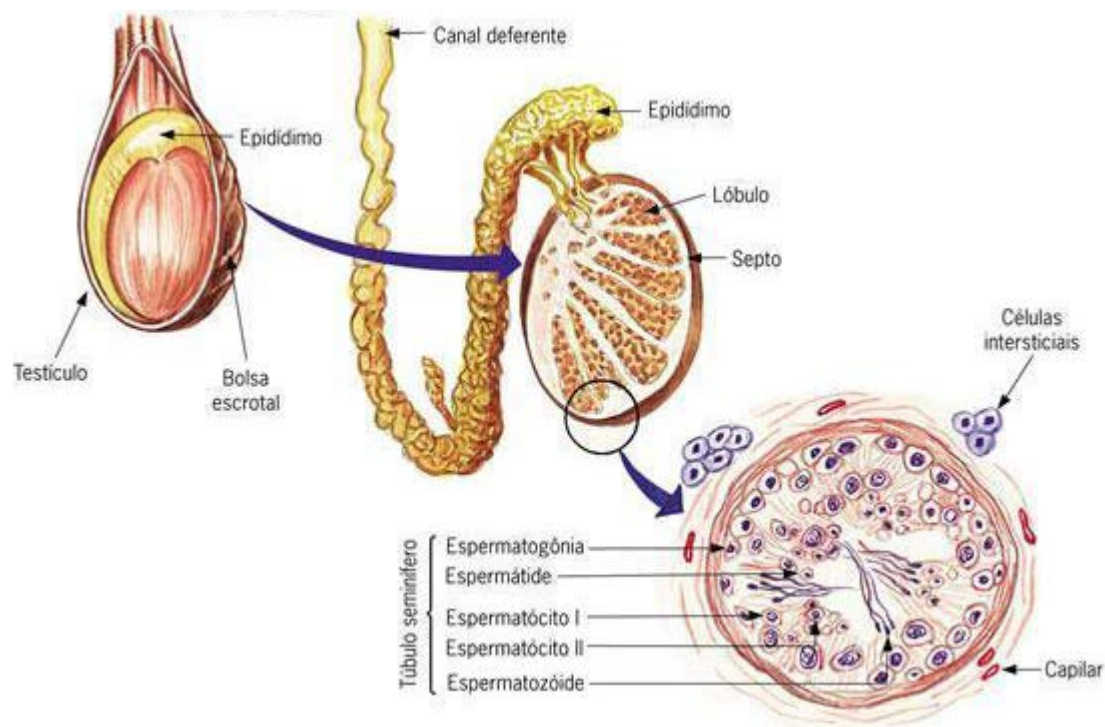
- Por outro lado, quando ocorrer **hipoglicemia** (baixos teores de glicose no sangue) as células alfa pancreáticas são estimuladas a secretar **glucagon**. A ação do glucagon se dá nos hepatócitos para que haja aumento na velocidade da glicogenólise e da gliconeogênese, e desta forma ocorra maior liberação da glicose armazenada no fígado para a corrente sanguínea aumentando novamente a glicemia, até que os teores de glicose se normalizem. O glucagon é normalmente secretado durante a atividade física, onde ocorre maior demanda metabólica da glicose pelos tecidos corpóreos, e a estimulação do sistema nervoso autônomo simpático sobre o Pâncreas endócrino é um fator de secreção do glucagon durante a prática esportiva.

Gônadas

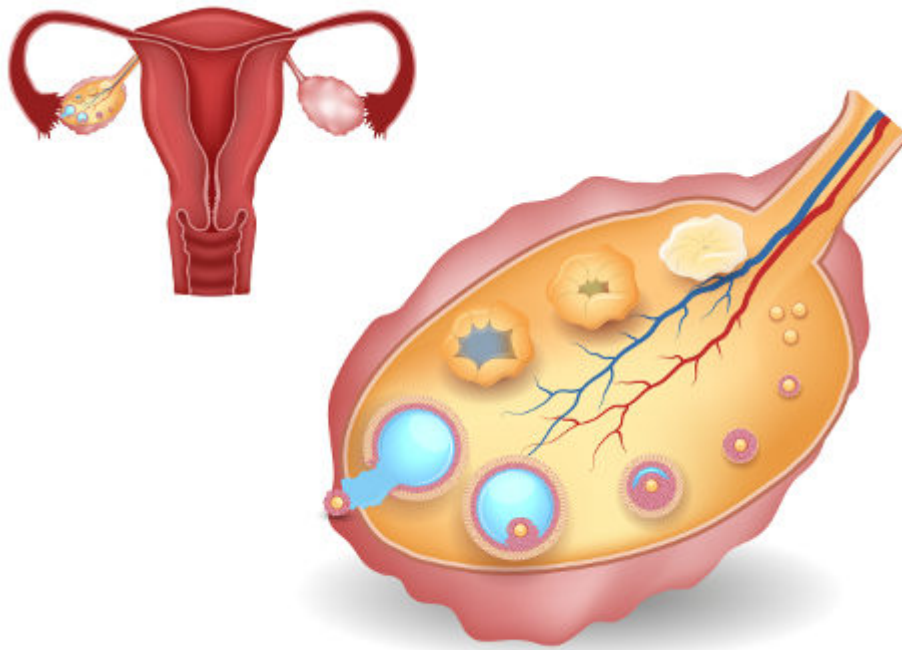
Gônada corresponde a um nome genérico para se referir às glândulas sexuais produtoras de gametas, tanto masculinas quanto femininas. **As gônadas masculinas são os Testículos e as gônadas femininas são os Ovários**, e são órgãos mistos por terem funções tanto endócrinas quanto reprodutoras. Maiores detalhes sobre a anatomia do sistema reprodutor masculino e feminino você encontra no próximo capítulo, portanto aqui vamos nos debruçar somente nos aspectos relacionados à secreção hormonal das gônadas.

Testículos: os Testículos compreendem duas massas ovais de cerca de 5 cm de comprimento por 3 cm de diâmetro, pesando cerca de 10 a 15 g, e ficam alojados no escroto. Histologicamente, a região dos Testículos onde o homem produz a **testosterona**, seu principal hormônio andrógeno, são as **células intersticiais de Leydig**. O LH secretado pela hipófise estimula as células de Leydig a produzirem e secretarem testosterona, um hormônio esteróide com efeitos anabólicos que estimula o desenvolvimento das características sexuais secundárias masculinas como o engrossamento da voz pelo desenvolvimento das pregas vocais e das cartilagens laríngeas, crescimento e desenvolvimento de pelo e barba, desenvolvimento de massa muscular, estímulo da síntese protéica, aumento da massa óssea, dentre outras características. Além destas funções anabólicas, a testosterona tem importante papel na espermatogênese estimulando as células de Sertoli e pouco antes do nascimento este hormônio

promove a descida dos Testículos da cavidade abdominal para o escroto, pois quando essa descida não ocorre há uma patologia chamada criptorquídia.



Ovários: os Ovários são semelhantes aos testículos, tanto em tamanho quanto em forma, e ficam posicionados lateralmente ao útero, nas extremidades das tubas uterinas porém não tem contato físico com as tubas, existindo um pequeno espaço entre os Ovários e as fimbrias das tubas uterinas. Os Ovários ficam presos à cavidade pélvica através dos ligamentos largo e suspensor do ovário, e a estrutura que prende o ovário ao útero é o ligamento útero-ovárico. Dentre os vários tipos celulares presentes nos Ovários podemos destacar os folículos ovarianos e o corpo lúteo para determinar suas funções endócrinas. O LH secretado pela hipófise estimulará os folículos ovarianos e o corpo lúteo a produzirem estrogênios, dos quais os mais importantes são o beta estradiol, o estriol e as estronas. Estes hormônios promovem o desenvolvimento e manutenção das características sexuais secundárias femininas como o desenvolvimento das mamas, a deposição de tecido adiposo em determinadas partes do corpo que darão contorno ao corpo feminino, tem pouco efeito anabólico sobre os músculos, ossos e o desempenho físico. Juntamente com o LH, FSH e progesterona regulam o ciclo menstrual, mantém a gravidez e aumentam o volume das mamas durante este período; o LH e o FSH estimulam o corpo lúteo a produzir progesterona, um hormônio importantíssimo no controle do ciclo menstrual e na manutenção da gravidez, caso o ovócito seja fecundado. O corpo lúteo também produz outro hormônio chamado relaxina, que como o próprio nome já sugere é responsável pelo relaxamento da musculatura uterina durante a gravidez, e em momentos que antecedem o parto ele promove maior elasticidade da sínfise púbica, aumentando a dilatação do anel pélvico para a passagem do bebê no caso de um parto normal.



“Não existem fronteiras para quem quer atingir um objetivo. Seja um pássaro e voe alto, pois seus objetivos estão mais perto do que você imagina. Faça uma pergunta para você mesmo: - Eu quero? Por que se você quer, você pode! Portanto não pergunte: - Eu quero? Afirme: -Eu posso, eu consigo!!!” – Rogério Gozzi

Bibliografia

- Ângelo Machado – Neuroanatomia Funcional
- Dorland – Dicionário Médico
- Tortora & Derrickson – Princípios de Anatomia e Fisiologia
- Guyton – Fisiologia Humana
- Fox – Fisiologia Humana
- Kapit - Anatomia: Manual para Colorir
- Netter - Atlas de Anatomia Humana
- Rohen/Yokochi - Anatomia Humana: Atlas Fotográfico
- Sobotta - Atlas de Anatomia Humana
- Spence - Anatomia Humana Básica
- Wolf-Heideger - Atlas de Anatomia Humana



ANATOMIA FÁCIL