

Sistema Endócrino

O **sistema endócrino** é formado pelo conjunto de glândulas endócrinas, as quais são responsáveis pela secreção de substâncias denominadas hormônios. As glândulas endócrinas (do grego endos, dentro, e krynos, secreção) são assim chamadas porque lançam sua secreção (hormônios) diretamente no sangue, por onde eles atingem todas as células do corpo. Cada hormônio atua apenas sobre alguns tipos de células, denominadas células-alvo.

As células alvo de determinado hormônio possuem, na membrana ou no citoplasma, proteínas denominadas receptores hormonais, capazes de se combinar especificamente com as moléculas do hormônio. É apenas quando a combinação correta ocorre que as células-alvo exibem as respostas características da ação hormonal.

A espécie humana possui diversas glândulas endócrinas, algumas delas responsáveis pela produção de mais de um tipo de hormônio.

Hipotálamo

Localizado no cérebro diretamente acima da hipófise, é conhecido por exercer controle sobre ela por meios de conexões neurais e substâncias semelhantes a hormônios chamados fatores desencadeadores (ou de liberação), o meio pelo qual o sistema nervoso controla o comportamento sexual via sistema endócrino.

O hipotálamo estimula a glândula hipófise a liberar os hormônios gonadotróficos (FSH e LH), que atuam sobre as gônadas, estimulando a liberação de hormônios gonadais na corrente sanguínea. Os hormônios gonadais são detectados pela hipófise e pelo hipotálamo, inibindo a liberação de mais hormônio pela hipófise, por feed-back. Como a hipófise secreta hormônios que controlam outras glândulas e está subordinada, por sua vez, ao sistema nervoso, pode-se dizer que o sistema endócrino é subordinado ao nervoso e que o hipotálamo é o mediador entre esses dois sistemas.

O hipotálamo também produz outros fatores de liberação que atuam sobre a adeno-hipófise, estimulando ou inibindo suas secreções. Produz também os hormônios ocitocina e ADH (antidiurético), armazenados e secretados pela neuro-hipófise.

Hipófise (ou glândula Pituitária)

A hipófise é dividida em três partes, denominadas lobos anterior, posterior e intermédio, esse último pouco desenvolvido no homem. O lobo anterior (maior) é designado adeno-hipófise e o lobo posterior, neuro-hipófise.

Hormônios produzidos no lobo anterior da hipófise

- Somatotrofina (GH) - Hormônio do crescimento.
- Hormônio tireotrófico (TSH) - Estimula a glândula tireóide.
- Hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) - Age sobre o córtex das glândulas supra-renais.
- Hormônio folículo-estimulante (FSH) - Age sobre a maturação dos folículos ovarianos e dos espermatozoides.
- Hormônio luteinizante (LH) - Estimulante das células intersticiais do ovário e do testículo; provoca a ovulação e formação do corpo amarelo.
- Hormônio lactogênico (LTH) ou prolactina - Interfere no desenvolvimento das mamas, na mulher e na produção de leite.

Hormônios secretados pelo lobo posterior da hipófise

- Ocitocina - Age particularmente na musculatura lisa da parede do útero, facilitando, assim, a expulsão do feto e da placenta.
- Hormônio antidiurético (ADH) ou vasopressina - Constitui-se em um mecanismo importante para a regulação do equilíbrio hídrico do organismo.

Tireóide

Localiza-se no pescoço, estando apoiada sobre as cartilagens da laringe e da traquéia. Seus dois hormônios, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4), requerem

iodo para sua elaboração, e são responsáveis por aumentar a velocidade dos processos de oxidação e de liberação de energia nas células do corpo, elevando a taxa metabólica e a geração de calor. Estimulam ainda a produção de RNA e a síntese de proteínas, estando relacionados ao crescimento, maturação e desenvolvimento. A calcitonina, outro hormônio secretado pela tireóide, participa do controle da concentração sanguínea de cálcio, inibindo a remoção do cálcio dos ossos e a saída dele para o plasma sanguíneo, estimulando sua incorporação pelos ossos.

Paratireóides

São pequenas glândulas, geralmente em número de quatro, localizadas na região posterior da tireóide. Secretam o paratormônio, que estimula a remoção de cálcio da matriz óssea (o qual passa para o plasma sanguíneo), a absorção de cálcio dos alimentos pelo intestino e a reabsorção de cálcio pelos túbulos renais, aumentando a concentração de cálcio no sangue. Neste contexto, o cálcio é importante na contração muscular, na coagulação sanguínea e na excitabilidade das células nervosas.

Supra-Renais ou Adrenais

Em cada glândula supra-renal há duas partes distintas; o córtex e a medula.

Os vários hormônios produzidos pelo córtex - as corticosteronas - controlam o metabolismo do sódio e do potássio e o aproveitamento dos açúcares, lipídios, sais e águas, entre outras funções.

A medula produz adrenalina (epinefrina) e noradrenalina (norepinefrina). Esses hormônios são importantes na ativação dos mecanismos de defesa do organismo diante de condições de emergência, tais como emoções fortes, "stress", choque entre outros; preparam o organismo para a fuga ou luta.

Hormônios produzidos pelas Ilhas Pancreáticas

Insulina - Facilita a penetração da glicose, presente no sangue circulante, nas células, em particular nas do fígado, onde é convertida em glicogênio (reserva de glicose).

Glucagon (glucagônio) - Responsável pelo desdobramento do glicogênio em glicose e pela elevação de taxa desse açúcar no sangue circulante.

Ovários

Na puberdade, a adeno-hipófise passa a produzir quantidades crescentes do hormônio folículo-estimulante (FSH). Sob a ação do FSH, os folículos imaturos do ovário continuam seu desenvolvimento, o mesmo acontecendo com os óvulos neles contidos. O folículo em desenvolvimento secreta hormônios denominados estrógenos, responsáveis pelo aparecimento das características sexuais secundárias femininas.

Outro hormônio produzido pela adeno-hipófise - hormônio luteinizante (LH) - atua sobre o ovário, determinando o rompimento do folículo maduro, com a expulsão do óvulo (ovulação).

O corpo amarelo (corpo lúteo) continua a produzir estrógenos e inicia a produção de outro hormônio - a progesterona - que atuará sobre o útero, preparando-o para receber o embrião caso tenha ocorrido a fecundação.

Testículos

Entre os túbulos seminíferos encontra-se um tecido intersticial, constituído principalmente pelas células de Leydig, onde se dá a formação dos hormônios andrógenos (hormônios sexuais masculinos), em especial a testosterona.

Os hormônios andrógenos desenvolvem e mantêm os caracteres sexuais masculinos.

Outras funções endócrinas

Além das glândulas endócrinas, a mucosa gástrica (que reveste internamente o estômago) e a mucosa duodenal (que reveste internamente o duodeno), têm células com função endócrina. As células com função endócrina da mucosa gástrica produzem o hormônio gastrina; e as da mucosa duodenal produzem os hormônios secretina e colecistoquinina.

Exercícios

1) (UERJ 2000) Técnica reverte menopausa e devolve fertilidade Mulher estéril voltou a produzir óvulos após receber um transplante de ovário congelado nos Estados Unidos (O Globo, 24/09/99)

No procedimento médico-cirúrgico acima, o tecido ovariano transplantado foi induzido por hormônios a produzir óvulos.

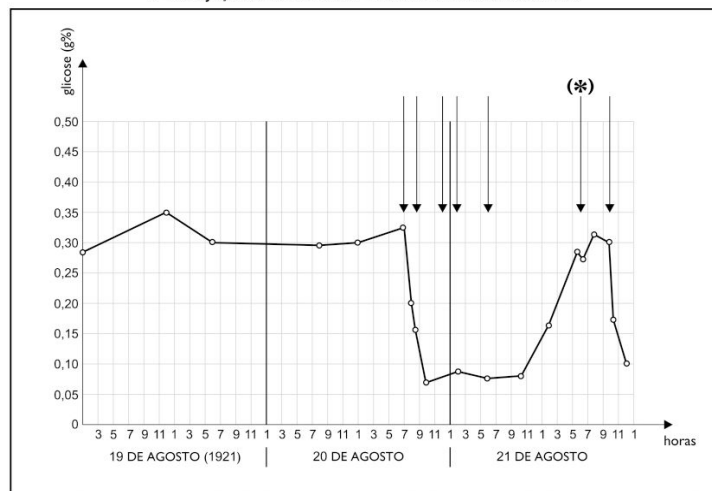
Isso foi possível porque a função ovariana é estimulada pelos seguintes hormônios secretados pela hipófise:

- (A) estrogênio e progesterona
- (B) estrogênio e hormônio luteinizante
- (C) folículo estimulante e progesterona
- (D) folículo estimulante e hormônio luteinizante

2) (UERJ 2002) Já no início do século passado, demonstrava-se, experimentalmente, que a retirada do pâncreas alterava o metabolismo dos glicídios em animais, provocando hiperglicemia não-reversível, mesmo com a administração de extratos integrais pancreáticos. Os cientistas Banting e Best realizaram, em 1921, uma experiência que consistiu em obstruir o duto excretor principal do pâncreas de um cão. Tal manobra destrói a parte exócrina do órgão, mas não altera as ilhotas pancreáticas responsáveis pela atividade endócrina dessa glândula. Semanas após, os cientistas retiraram o pâncreas, assim degenerado, e injetaram seu extrato integral em um outro cão pancreatetectomizado, medindo suas alterações glicêmicas ao longo de três dias.

No gráfico abaixo, elaborado pelos próprios cientistas, as setas indicam os momentos das injeções. Observe que o extrato de pâncreas de uma das injeções foi previamente incubado com suco pancreático.

VARIAÇÃO DA GLICEMIA DE CÃO PANCREATECTOMIZADO APÓS INJEÇÕES DE EXTRATO DE PÂNCREAS DEGENERADO



(*) extrato de pâncreas degenerado previamente incubado com suco pancreático

(Adaptado de BARRINGTON, E.J.W. *The chemical basis of physiological regulation*. Glenview: Scott, Foresman and Company, 1968.)

(A) Explique as causas das alterações da glicemia notadas no cão após as injeções de extrato de pâncreas e a injeção de extrato de pâncreas previamente incubado com suco pancreático.

(B) Indique a consequência da ação do hormônio pancreático envolvido neste experimento, tanto sobre a síntese quanto sobre a degradação de gorduras.

3) (UFRJ 1999) A pílula anticoncepcional feminina é composta de estrógenos e progestacionais sintéticos que impedem a formação do óvulo (ovócito II) pelo ovário. Em geral, a mulher toma a pílula por 21 dias consecutivos, interrompe o uso da pílula por alguns dias e, em seguida, inicia uma nova série. Alguns médicos, entretanto, prescrevem o uso continuado da pílula, sem interrupções. Que diferença no ciclo feminino, particularmente no útero, terá esse segundo procedimento, quando comparado ao uso interrompido do medicamento?

4) (UFRRJ 2002) A doença conhecida por *diabetes mellitus* é decorrente da disfunção da glândula mista (anfícrina) chamada pâncreas. Essa doença, quando não é controlada por dietas e medicamentos, pode levar a um quadro clínico preocupante, inclusive com risco de coma e morte.

Explique o porquê da presença de glicosúria (eliminação de glicose na urina) e de hiperglicemia (elevada taxa de glicose sanguínea), quando ocorre *diabetes mellitus*.

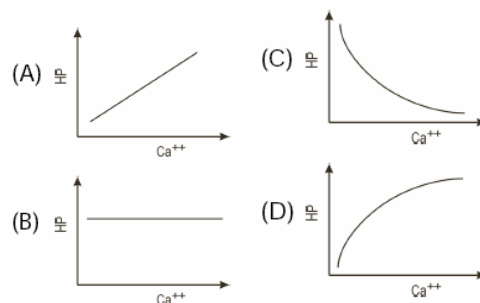
5) (UFRJ 2004) O uso da droga *tamoxifen* reduz muito as chances de desenvolvimento do câncer de mama nas mulheres que fazem parte do grupo de risco dessa doença. O câncer de mama é uma proliferação anormal de células e o uso dessa droga inibe os receptores de estrogênio da mama. Quando esse medicamento ainda não existia, o tratamento convencional para mulheres com grande risco de desenvolver câncer de mama era a retirada dos ovários.

Explique por que esse antigo procedimento de prevenção do câncer de mama era eficaz.

6) (UERJ 1998) "O balanço de cálcio é a diferença entre a quantidade de cálcio ingerida e a quantidade excretada na urina e nas fezes. É usualmente positivo durante o crescimento e a gravidez e negativo na menopausa, quando pode ocorrer a osteoporose, uma doença caracterizada pela diminuição da absorção de cálcio pelo organismo. A baixa concentração de íon cálcio (Ca^{++}) no sangue estimula as glândulas paratireóides a produzirem hormônio paratireóideo (HP). Nesta situação, o hormônio pode promover a remoção de cálcio dos ossos, aumentar sua absorção pelo intestino e reduzir sua excreção pelos rins."

(Adaptado de ALBERTS, B. et al., *Biologia Molecular da Célula*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.)

O gráfico que melhor pode expressar a relação entre a produção do hormônio pelas paratireóides e a concentração de íon cálcio no sangue, é:



7) (Unicamp 2003) No futuro, pacientes com deficiência na produção de hormônios poderão se beneficiar de novas técnicas de tratamento, atualmente em fase experimental, como é o caso do implante das células β (beta) das ilhas pancreáticas.

a) Qual a consequência da deficiência do funcionamento das células β (beta) no homem? Explique.

b) Além das secreções de hormônios (endócrinas), o pâncreas apresenta também secreções exócrinas. Dê um exemplo de secreção pancreática exócrina e sua função.

c) Por que neste caso a secreção é chamada exócrina?

8) (Unicamp 2005) O texto abaixo se refere ao relato de um viajante inglês que esteve em Minas Gerais entre 1873 e 1875: O bócio é muito comum entre os camponeses mais pobres, mas raramente é visto nos fazendeiros mais prósperos. A presença de cal nas águas dos córregos e uma atmosfera úmida são consideradas as causas primárias do mal, mas hábitos indolentes e uma ausência de toda higiene e limpeza, seja na própria pessoa ou na casa, são sem dúvida grandes promotores da doença. Pode ser, e possivelmente é, hereditária, pois está principalmente confinada àqueles nascidos nas áreas afetadas, e os colonos vindos de outras localidades não são muito sujeitos a ela. (Adaptado de James W. Wells, *Explorando e viajando três mil milhas através do Brasil, do Rio de Janeiro ao Maranhão*. v. 1. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1995).

a) Das causas mencionadas pelo autor, alguma é realmente responsável pelo aparecimento do bócio? Justifique.

b) Qual a consequência do aparecimento do bócio para o organismo?

c) Que medida foi tomada pelos órgãos de saúde brasileiros para combater o bócio endêmico?

GABARITO

1) D

2) a) Após as injeções de extrato de pâncreas degenerado, a glicemia foi mantida baixa algum tempo, por ação da insulina. Quando, porém, foi injetado extrato de pâncreas degenerado pré-incubado com suco pancreático, a insulina, sendo um hormônio polipeptídico, foi degradado pela ação das enzimas proteolíticas deste suco, não havendo resposta hipoglicêmica.

b) Aumento da síntese e diminuição da degradação de gorduras.

3) Os hormônios sintéticos inibem a ovulação e promovem o crescimento do endométrio do útero. A interrupção da pílula provoca a queda da taxa sanguínea desses hormônios, o que acarreta a menstruação. Se o uso for contínuo, sem interrupções, não ocorre a menstruação.

4) Os rins eliminam glicose na urina (glicosúria) porque esta encontra-se em excesso, uma vez que ocorre perda parcial ou total da capacidade de produzir insulina e, assim há acúmulo de glicose no sangue (hiperglicemia)

5) O estrogênio é o hormônio responsável pelo aparecimento dos caracteres sexuais secundários típicos das mulheres. Os altos níveis de estrógenos (do 6º. ao 14º. dia do ciclo menstrual) estimulam o crescimento do endométrio e a multiplicação das células das mamas, o que aumenta a probabilidade da ocorrência de células mutantes em mulheres do grupo de risco de desenvolverem a doença.

6) C

7) a) Diabetes. Baixa produção ou ausência de insulina e conseqüente elevação da glicose no sangue (deficiência na manutenção da glicemia).

b) Suco pancreático.

Enzimas digestivas proteolíticas (ou protease);

ou enzimas digestivas lipolíticas (lipase);

ou enzimas digestivas glicolíticas (amilase);

ou digestão de proteínas;

ou digestão lipídeos;

ou digestão carboidratos;

Neutralização do pH do quimo.

c) Porque ela não é lançada diretamente na circulação sanguínea, mas em um duto ou na luz do trato digestivo.

8) a) Não. O bócio é causado pela deficiência de iodo na alimentação

b) A diminuição na síntese dos hormônios tireoideanos causa diminuição da taxa metabólica e altera o sistema nervoso, o tônus muscular, a pressão sanguínea, o ritmo cardíaco.

Causa letargia, diminuição do crescimento, cretinismo, obesidade, disfunção do sistema reprodutor, diminuição da temperatura corpórea.

c) Obrigatória adição de iodo ao sal de cozinha.