**Utilização dos materiais de que chegam às células**

Designa-se por **metabolismo celular**, oconjunto de todas as reacções que ocorrem a nível celular:

* **Anabolismo** – conjunto de reacções químicas onde há síntese de moléculas complexas a partir de moléculas mais simples, com consumo de energia.

**Exemplo**: Glicose + Frutose + Energia → Sacarose + H2O.

* **Catabolismo –** conjunto de reacções químicas onde há degradação de moléculas complexas em moléculas mais simples, com libertação de energia.

**Exemplo**: Proteína + H2O → Aminoácidos + Energia

Nos processos de anabolismo as reacções são **endoenergéticas**, sendo a energia mobilizada proveniente da **hidrólise do ATP**. Nos processos de catabolismo as reacções são **exoenergéticas**, sendo a energia libertada utilizada na **fosforilação do ADP**.

Os processos catabólicos podem efectuar-se na presença de oxigénio, isto é em **aerobiose,** ou na ausência de oxigénio, ou seja, em **anaerobiose**.

As leveduras são seres **anaeróbios facultativos** pelo facto de poderem mobilizar energia de compostos orgânicos em condições de anaerobiose e de aerobiose através de processos de fermentação e respiração aeróbia. Por outro lado, as bactérias são seres **anaeróbios obrigatórios** uma vez que mobilizam energia exclusivamente por fermentação em meios desprovidos de oxigénio.

**Fermentação**

A fermentação é um processo de obtenção de energia através de compostos orgânicos que pode ser realizado em condições anaeróbias. Existem vários tipos de fermentação de entre os quais podemos salientar a **fermentação alcoólica** utilizada pelas leveduras e a **fermentação láctica** que se efectua em bactérias lácticas e em certas situações em células de músculos esqueléticos. A fermentação compreende duas fases sequenciais:

**Glicólise**

As reacções ocorrem no citoplasma da célula, rico em enzimas. Durante esta fase, uma molécula de glicose (6C) é fosforilada dando origem à glicose-fosfato que é também fosforilada originando frutose-difosfato. Durante esta fase da glicólise são utilizadas 2 moléculas de ATP para activar a glicose sendo por isso designada fase de activação.A molécula de frutose-difosfato (6C) é desdobrada em duas moléculas de aldeído fosfoglicérico (3C) que são oxidadas cedendo electrões ao transportador NAD+ que por sua vez fica reduzido possibilitando a síntese de 4 moléculas de ATP. Desta fase resultam, portanto, 2 moléculas de ácido pirúvico, ricas em energia.

**Redução do Ácido Pirúvico**

Na **fermentação alcoólica**, o ácido pirúvico (3C) experimenta uma descarboxilação, libertando-se CO2 e originando um composto que recebe os electrões resultantes da oxidação do NADH e fica reduzido dando origem a etanol (álcool etílico - 2C). No total resultam do processo 2 moléculas de etanol, ricas em energia.

Glicose + 2 ADP + 2 Pi → 2 etanol + 2 CO2 + 2 ATP

Na **fermentação láctica**, o ácido pirúvico (3C) recebe os electrões resultantes da oxidação do NADH e fica reduzido dando origem a ácido láctico (3C). No total resultam do processo 2 moléculas de ácido láctico, ricas em energia.

Glicose + 2 ADP + 2 Pi → 2 ácido láctico + 2 ATP

**Aplicações práticas dos processos de fermentação**

A fermentação alcoólica é utilizada pelo Homem em diversas actividades, como a produção de vinho, de cerveja e de pão. A fermentação láctica tem um grande interesse para a indústria de lacticínios, nomeadamente no fabrico de iogurtes e de queijo.

**Respiração Aeróbia**

A respiração aeróbia é um processo de obtenção de energia realizado na presença de oxigénio que permite a degradação total da molécula de glicose com um rendimento energético muito superior ao da fermentação. A respiração aeróbia compreende quatro etapas:

 **Glicólise**

Esta etapa comum é à fermentação e ocorre no citoplasma da célula. Durante esta fase, uma molécula de glicose (6C) é fosforilada dando origem à glicose-fosfato que é também fosforilada originando frutose-difosfato. Durante esta fase da glicólise são utilizadas 2 moléculas de ATP para activar a glicose sendo por isso designada fase de activação.A molécula de frutose-difosfato (6C) é desdobrada em duas moléculas de aldeído fosfoglicérico (3C) que são oxidadas cedendo electrões ao transportador NAD+ que por sua vez fica reduzido possibilitando a síntese de 4 moléculas de ATP. Desta fase resultam 2 moléculas de ácido pirúvico, ricas em energia e 2 moléculas de ATP.

 **Formação de Acetil-CoA**

As reacções desta etapa ocorrem na matriz da mitocôndria. O ácido pirúvico experimenta uma reacção de descarboxilação, libertando-se CO2, e uma reacção de oxidação fornecendo electrões para a redução do NAD+ e dando origem a uma molécula de Acetil-CoA. No total resultam desta etapa 2 moléculas de CO2 e 2 moléculas de Acetil-CoA.

 **Ciclo de Krebs**

As reacções desta etapa ocorrem na matriz da mitocôndria. O ácido oxaloacético (4C) reage com a Acetil-CoA (2C) dando origem a ácido cítrico (6C). O ácido cítrico experimenta uma reacção de descarboxilação, libertando-se CO2, e uma reacção de oxidação fornecendo electrões para a redução do NAD+ e dando origem a uma molécula com 5 carbonos. Esta molécula experimenta de novo as mesmas reacções dando origem a uma molécula com 4 carbonos. Os transportadores reduzidos resultantes destas reacções vão mobilizar energia para a síntese de 1 molécula de ATP. O composto de 4 carbonos vai sofrer duas reacções de oxidação fornecendo electrões para a redução do NAD+ e do FAD e dando origem a uma nova molécula de ácido oxaloacético que entrará num novo ciclo. Tendo em conta que por cada molécula de glicólise se formam 2 moléculas de ácido pirúvico e consequentemente 2 moléculas de Acetil-CoA, por cada molécula de glicose ocorrem 2 ciclos de Krebs dos quais resultam 4 moléculas de CO2 e 2 moléculas de ATP.

 **Cadeia Transportadora de Electrões**

Esta etapa ocorre na membrana interna da mitocôndria e também toma a designação de fosforilação oxidativa uma vez que nela ocorre a síntese do ATP e a oxidação dos transportadores. Nesta última etapa da respiração aeróbia os transportadores reduzidos nas etapas anteriores vão ser oxidados e a energia libertada nessa oxidação vai ser transferida para a molécula de ATP formada através da fosforilação do ADP. O fluxo de electrões é unidireccional porque cada transportador apresenta um nível energético menor do que o transportador anterior. O aceptor final desta cadeia é o oxigénio que reage com os electrões da cadeia transportadora e os protões resultantes da oxidação dos transportadores dando origem a uma molécula de água. Desta fase resultam 32 moléculas de ATP 1 molécula de H2O.

**Rendimento energético da fermentação e da respiração aeróbia**

No que diz respeito à **fermentação**, durante a fase de rendimento da glicólise formam-se 4 moléculas de ATP mas são necessárias 2 moléculas para a activação da glicose e, por isso, o rendimento energético da fermentação é de 2 moléculas de ATP.

Durante as várias etapas da **respiração aeróbia** formam-se várias moléculas de ATP:

|  |  |
| --- | --- |
| **Fosforilação a nível do substrato** | **Fosforilação oxidativa** |
|

|  |  |
| --- | --- |
| Glicólise | 4 ATP |
| Ciclo de Krebs | 2 ATP |
| Total | 6 ATP |

 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Glicólise | 2 NADH x 2 ATP | 4 ATP |
| Formação Acetil-CoA | 2 NADH x 3 ATP | 6 ATP |
| Ciclo de Krebs | 6 NADH x 3 ATP2 FADH2 x 2 ATP | 18 ATP4 ATP |
| Total |  | 32 ATP |

 |
| Total de ATP formado por molécula de glicose | 38 ATP |
| Total de ATP necessário para desencadear o processo | 2 ATP |
| **Rendimento total da respiração aeróbia** | 36 ATP |

**Trocas gasosas dos seres vivos com o meio**

|  |  |
| --- | --- |
| **Seres Unicelulares** | Difusão directa |
| **Plantas Superiores** | Estomas / Difusão |
| **Animais aquáticos simples** | Difusão directa |
| **Animais mais complexos** | Superfícies respiratórias → difusão directa → difusão indirecta |

**Estruturas respiratórias e sua adaptação ao meio**

As trocas gasosas entre os organismos e o meio podem efectuar-se por **difusão directa** (os gases respiratórios difundem-se directamente entre as células e o meio através da superfície respiratória) ou por **difusão indirecta** (os gases respiratórios são transportados por um fluido circulante que estabelece a comunicação entre as células e a superfície respiratória). O intercâmbio de gases no caso de difusão indirecta designa-se por **hematose**, verificando-se que o sangue perde CO2 e recebe O2 transformando-se o sangue venoso em sangue arterial.

**Características comuns das superfícies respiratórias**

* Possuem paredes de espessura muito fina;
* Apresentam-se sempre húmidas (o movimento dos gases respiratórios ocorre sempre por difusão simples em meio aquoso);
* São fortemente irrigadas por capilares sanguíneos (no caso da difusão indirecta);
* A sua morfologia permite uma grande superfície de contacto entre o meio interno e o meio externo.

**Traqueias**

O gafanhoto e outros insectos possuem um sistema respiratório com **difusão directa** constituído por um conjunto de traqueias ramificadas em **traquíolas** que se dispõem por todo o corpo do animal contactando directamente com as células e efectuando as trocas gasosas.

Nos insectos voadores existem, junto aos músculos, **sacos de ar** que funcionam como **reservas** de ar e facilitam a ventilação, pois a taxa metabólica durante o voo aumenta consideravelmente.

**Tegumento**

Em animais como a minhoca e os anfíbios (constituindo um complemento à hematose pulmonar), a superfície do corpo actua como superfície respiratória e os gases difundem-se entre a superfície do corpo do animal e o sangue. Verifica-se uma **difusão indirecta**, designada neste caso por **hematose cutânea**.

A ocorrência de hematose cutânea é possível graças à extensa vascularização existente por debaixo da superfície da pele e à manutenção da humidade no tegumento por parte das numerosas glândulas produtoras de muco e do habitat húmido destes animais.

**Brânquias**

As brânquias são os órgãos respiratórios da maior parte dos animais aquáticos, podendo considerar-se a existência de dois padrões básicos: as brânquias **externas**, expansões vascularizadas do epitélio projectadas para o exterior (evaginações), e as brânquias **internas**, constituídas por uma enorme quantidade de lamelas ricamente vascularizadas, representando uma significativa área de contacto com a água.

Nos peixes, as brânquias são internas, localizando-se, nos peixes ósseos, em duas **câmaras branquiais**, uma de cada lado da cabeça, cobertas por uma protecção, o **opérculo**. Cada brânquia é constituída por **filamentos branquiais** duplos presos a um **arco branquial** possuindo várias **lamelas** fortemente rodeadas por capilares sanguíneos.

A água entra pela boca, passa pela faringe, da faringe passa para as câmaras branquiais e depois sai pelas fendas operculares, garantindo a **ventilação** das estruturas. Nas lamelas, a água cruza-se em sentido contrário com o sangue que circula nos capilares sanguíneos garantindo o contacto do sangue, progressivamente mais rico em oxigénio, com a água, cuja pressão parcial de oxigénio é sempre superior àquela que existe no sangue o que permite um coeficiente de difusão de oxigénio e dióxido de carbono elevado. Este mecanismo, **mecanismo de** **contracorrente**, contribui para a eficiência da hematose branquial.

**Pulmões**

Os anfíbios, os répteis, as aves e os mamíferos apresentam **pulmões** embora o seu tamanho e a sua complexidade estejam relacionados com a taxa metabólica de cada animal e consequentemente com a quantidade de oxigénio necessária nas células.

O ar entra pela cavidade nasal, passando pela faringe, pela laringe, pela traqueia e pelos brônquios que se ramificam em bronquíolos cujas extremidades possuem sacos alveolares constituídos por inúmeros alvéolos pulmonares.

No processo de **ventilação pulmonar** (entrada e saída de ar) intervêm o diafragma e os músculos intercostais cuja contração e relaxamento desencadeiam a inspiração e a expiração**.**

Na difusão dos gases respiratórios, quer ao nível dos alvéolos pulmonares, quer ao nível das células, o factor que condiciona o sentido dessa difusão depende das diferenças de pressão de parcial de cada um dos gases respiratórios ao nível dessas superfícies.

Nos **álveolos pulmonares**, a pressão parcial de O2 é maior do que no sangue que circula nos capilares e, por isso, o O2 difunde-se dos alvéolos para o sangue. Por outro lado, a pressão parcial de CO2 é menos nos alvéolos pulmonares do que no sangue e o CO2 difunde-se do sangue para os álveolos.

Ao **nível das células**, a pressão parcial de O2 é menor do que no sangue que circula nos capilares e o O2 difunde-se do sangue para o fluido intersticial e deste para as células. O CO2 faz o percurso inverso, difunde-se das células para o fluido intersticial e deste para o sangue uma vez que a pressão parcial de CO2 nas células é menor do que no sangue.

**Unidade 4**

**Regulação nervosa e hormonal em animais**

Qualquer factor que condicione a sobrevivência de um organismo é designado por **factor limitante.** A temperatura e a salinidade são consideradas factores limitantes, uma vez que qualquer alteração da temperatura ou da pressão osmótica do meio interno condiciona o funcionamento do organismo.

A manutenção das condições do meio interno dentro de limites suportáveis para a sobrevivência das células, bem como a situação de equilíbrio dinâmico daí recorrente, designa-se por **homeostasia.**

**Sistema Nervoso**

O sistema nervoso permite a integração das informações provenientes tanto dos receptores sensoriais que captam estímulos do meio exterior, como dos diferentes órgãos do organismo, usando-as para controlar a fisiologia e funcionamento do organismo.

**Sistema nervoso central**

(processamento e integração de informações)

* Encéfalo:
	+ bolbo raquidiano;
	+ cérebro;
	+ cerebelo.
* Medula espinal.

**Sistema nervoso periférico**

(condução de informações entre os órgãos receptores de estímulos, o SNC e os órgãos efectores)

* Nervos:
	+ nervos cranianos;
	+ nervos raquidianos.
* Gânglios.

A unidade básica do sistema nervoso é o **neurónio**, célula nervosa onde se distinguem três zonas:

* **corpo** **celular**, onde se localiza o núcleo e a maior parte do citoplasma com os restantes organelos;
* **dendrites**, ramificações citoplasmáticas que recebem o impulso nervoso de outros neurónios ou dos órgãos receptores;
* **axónio**, prolongamento citoplasmático e com ramificações terminais que conduz o impulso e o transmite a outro neurónio, a uma célula muscular ou a uma célula glandular.

O axónio de um neurónio constitui uma **fibra nervosa**. Os nervos são constituídos por conjuntos de fibras nervosas organizadas em feixes que, por sua vez, estão revestidos por um tecido onde circulam vasos sanguíneos.

**Estímulo** (externo ou interno) → **Receptores** **Sensoriais** (captam o estímulo) → **Neurónios Sensitivos** (transmitem a informação para os centros nervosos) → **Centros** **Nervosos** (os neurónios de associação integram a informação e preparam uma resposta) → **Neurónios Motores** (transmitem a resposta para os órgãos efectores) → **Órgãos Efectores** (executam a resposta).

**Transmissão de mensagens nervosas**

A transmissão de mensagens nervosas ao longo do axónio é feita através de um processo eléctrico - **impulso ou influxo nervoso.**

Nos neurónios existe uma desigual distribuição de iões negativos e positivos de um e do outro lado da membrana plasmática, verificando-se uma maior concentração de iões negativos no meio intracelular relativamente ao meio extracelular. Essa diferença faz com que a face interna da membrana seja negativa e a face externa positiva – **membrana polarizada.**

Esta diferença de potencial eléctrico entre a face interna e a face externa da membrana do neurónio mantida pela bomba Na+/K+ constitui o **potencial de repouso.**

Quando o neurónio é estimulado, a permeabilidade da membrana aos iões Na+ e K+ é alterada, o que torna a sua face interna mais positiva relativamente à externa – **despolarização da membrana.**

Assim, na zona de actuação do estímulo ocorre uma inversão na polaridade da membrana, designada por **potencial de acção**, que se propaga de modo sequencial pelas zonas vizinhas à medida que vai sendo restabelecida a polaridade nas zonas anteriores.

A estimulação de um neurónio obedece à lei do **“tudo ou nada”**. Isto significa que o estímulo tem de ter uma determinada intensidade para gerar um potencial de acção. O estímulo mínimo necessário para desencadear um potencial de acção designa-se por **estímulo limiar**.

A transmissão de mensagens nervosas entre neurónios ou entre um neurónio e um órgão efector é feita através de um processo químico – **sinapse.**

O axónio de um neurónio não contacta directamente com as dendrites de outro axónio ou com a célula efectora, ocorrendo a transmissão do impulso nervoso numa zona designada por sinapse.

Quando o impulso nervoso chega à zona terminal do axónio, as **vesículas sinápticas** que contêm **neurotransmissores**, substâncias químicas produzidas pelos neurónios, fundem-se com a membrana do **neurónio pré-sináptico**, lançando os **neurotransmissores** na fenda sináptica, por exocitose.

A membrana do neurónio pós-sináptico possui **proteínas receptoras** para os neurotransmissores, que, ligando-se a eles, permitem a alteração da permeabilidade da membrana e a continuidade do impulso nesse neurónio ou o estímulo de um órgão efector.

A transmissão das mensagens nervosas é, pois, um **processo electroquímico**.

**Sistema Hormonal**

A comunicação química é assegurada pelo sistema hormonal, que promove a comunicação entre células e órgãos distanciados. Esta comunicação é assegurada por substâncias químicas mensageiras designadas por **hormonas.** Estas são sintetizadas por **glândulas endócrinas** que lançam as suas secreções directamente no sangue. As hormonas vão actuar em células específicas, as **células-alvo**, que possuem uma estrutura complementar à estrutura das hormonas, desencadeando respostas diversas.

Estas interacções são geralmente reguladas por mecanismos de **retroacção negativa** ou **feedback negativo**, processos em que a partir de um estímulo, que causa uma mudança, é gerada uma resposta que cancela a acção desse estímulo.

**Coordenação Nervosa e Coordenação Hormonal**

Tanto o sistema nervoso como o sistema hormonal utilizam **mensageiros químicos**. Porém, as células endócrinas lançam as **hormonas** na corrente sanguínea e estas podem actuar num grande número de células, a grandes distâncias, enquanto os **neurotransmissores** actuam nas células imediatamente contíguas.

A maior parte da mensagem nervosa é de **natureza eléctrica** e passa ao longo da célula, enquanto que a mensagem hormonal é de **natureza química** e é levada pela corrente sanguínea.

As razões anteriormente enumeradas implicam que a mensagem nervosa seja **rápida** e o seu efeito tenha duração curta, enquanto que a mensagem hormonal é muito mais **lenta** e o seu efeito é, em regra, mais **duradouro**.

**Coordenação neuro-hormonal**

A conexão entre o organismo e o cérebro é assegurada pelo **complexo hipotálamo-hipófise.** O hipotálamo recebe informações de diferente proveniência e envia sinais hormonais directamente para a hipófise. Esta responde através da produção de hormonas que actuam em diferentes partes do corpo, nomeadamente estimulando ou inibindo outras glândulas endócrinas.

Na **coordenação neuro-hormonal** ocorre a transmissão de mensagens de natureza electroquímica e hormonal, de forma coordenada, que desencadeiam respostas fundamentais para o controlo da homeostasia.

**Termorregulação**

De acordo com o modo como reagem às variações de temperatura do meio externo, os animais podem ser classificados em:

* **Poiquilotérmicos**: a temperatura corporal interna varia em função da temperatura do meio exterior. Estes animais são também exotérmicos, uma vez que dependem de fontes exteriores de calor, como a radiação solar, para manter a temperatura interna do corpo dentro de limites toleráveis para a sobrevivência das células.
* **Homeotérmicos**: mantêm a temperatura corporal interna sensivelmente constante, independentemente das variações da temperatura do meio exterior verificadas dentro dos limites de tolerância. Estes animais são também endotérmicos, pois conseguem regular a temperatura interna do seu corpo através da produção de calor ou da perda de calor.

Nos seres **poiquilotérmicos**, por exemplo nos Répteis, as informações transmitidas ao hipotálamo pelos receptores térmicos, relativas á diminuição ou ao aumento da temperatura, conduzem á procura por parte do animal de um local quente ou de um local fresco, respectivamente.

Nos seres **homeotérmicos**, como o Homem, o hipotálamo funciona à semelhança de um termóstato, isto é, quando a temperatura baixa ou sobe acima de determinados valores, este desencadeia no organismo determinados mecanismos que contrariam a diminuição ou o aumento da temperatura interna. Através destes mecanismos de **retroalimentação negativa**, os efeitos produzidos actuam, no sentido de contrariar a causa que os originou, para restabelecer a homeostasia.

Os organismos homeotérmicos apresentam **vantagens** relativamente aos organismos exotérmicos, pois conservam a sua actividade normal constante uma vez que não têm grandes oscilações na sua temperatura corporal desde que as variações exteriores não sejam extremas. Por sua vez, os organismos exotérmicos passam por períodos de inactividade e mesmo de torpor quando a temperatura do seu corpo é demasiado baixa. Em contrapartida, a vantagem dos organismos homeotérmicos implica um metabolismo mais elevado e, portanto, uma necessidade maior de consumir alimentos.

**Termorregulação no organismo humano**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Estímulo** | **Órgão integrador do estímulo** | **Órgão efector** | **Resposta** | **Consequência** |
| Diminuição da Temperatura | Hipotálamo | Capilares periféricos | Vasoconstrição (contracção dos vasos sanguíneos) | Menor dissipação de calor à superfície da pele. |
| Músculos erectores dos pêlos | Erecção dos pêlos | Retenção de ar quente junto à superfície da pele. |
| Músculos esqueléticos | Contracção muscular (tremuras e arrepios) | Aumento da produção de calor. |
| Aumento da Temperatura | Hipotálamo | Capilares periféricos | Vasodilatação (dilatação dos vasos sanguíneos) | Maior dissipação de calor á superfície da pele. |
| Glândulas sudoríparas | Produção de suor (transpiração) | Queda da temperatura à superfície da pele. |

Como resultado de infecções ou de outros processos patológicos, a temperatura pode subir para valores anormais. Por vezes, é necessário intervir com medicação ou água fria no sentido de ajudar a temperatura a baixar. Isto porque, quando a temperatura se aproxima dos 42°C, os mecanismos de feedback negativo passam a mecanismos de **feedback positivo**. Isto é, á medida que a temperatura aumenta, os órgãos efectores desenvolvem acções que, em vez de fazerem baixar a temperatura, pelo contrário, fazerem-na aumentar ainda mais. Temperaturas elevadas alteram os processos vitais, nomeadamente a integridade de enzimas e proteínas, podendo conduzir à morte.

**Osmorregulação**

O conjunto de mecanismos que permitem a manutenção do equilíbrio da concentração da água e dos solutos no meio interno e, por conseguinte, a manutenção dos valores de pressão osmótica designam-se por **osmorregulação**.

Os animais **osmorreguladores** mantêm a pressão osmótica do fluido intersticial independentemente das variações da pressão osmótica externa. Os animais **osmoconformantes** não controlam a sua pressão osmótica interna, sendo o seu interior isotónico relativamente ao meio externo.

**Osmorregulação nos seres humanos**

O **sistema urinário** tem como órgãos centrais dois **rins**, de cada um dos quais parte um **ureter** que termina na bexiga. A urina produzida nos rins é transportada pelos ureteres até à bexiga, onde se acumula e periodicamente é eliminada para o exterior, através da **uretra**, pelo orifício urinário.

Cada rim apresenta duas zonas concêntricas, a mais externa é designada **zona cortical** e a mais interna é a **zona medular**. A zona medular rodeia uma cavidade chamada **bacinete**.



Ao microscópio é possível observar cerca de um milhão de unidades funcionais, os **nefrónios**. Cada nefrónio inclui um **tubo urinífero**, unidade estrutural do rim, e uma rede de vasos sanguíneos que se relacionam com esse tubo. O rim é um órgão ricamente vascularizado cujos vasos sanguíneos assumem especificidades ao nível dos tubos uriníferos. Assim, a **cápsula de Bowman** possui no seu interior um novelo de capilares, o **glomérulo de Malpighi**, que resulta da capilarização de uma arteríola que entra na cápsula e que, por isso, se chama **arteríola aferente**. Os capilares do glomérulo voltam a reunir-se noutra arteríola, que abandona a cápsula de Bowman, a **arteríola eferente**. Toda a porção tubular do tubo urinífero, **tubo contornado proximal**, **ansa de Henle** e **tubo contornado distal**, é abundantemente irrigada por **capilares peritubulares**. Vários tubos uriníferos drenam o seu conteúdo para um tubo chamado **tubo colector**.

A formação de urina ao nível do nefrónio envolve vários mecanismos:

**Filtração –** Este processo ocorre na cápsula de Bowman devido à existência de uma elevada pressão sanguínea na rede capilar do glomérulo. Da filtração resulta a formação do filtrado glomerular, cuja composição é semelhante ao plasma. A filtração faz-se do meio interno para o meio externo.

**Reabsorção –** Ao longo do nefrónio e também do tubo colector é feita uma reabsorção para a corrente sanguínea de substâncias úteis ao organismo. Essa reabsorção pode ser total (glicose e aminoácidos) ou parcial (água e iões) podendo ocorrer quer por difusão quer por transporte activo.

As células da **porção descendente** da ansa de Henle possuem membranas impermeáveis aos sais e aos iões mas permeáveis à água. A água passa para o sangue por osmose fazendo aumentar a concentração do filtrado glomerular.

A **porção ascendente** da ansa de Henle é impermeável à água mas permeável aos sais e aos iões. Os iões passam para o fluido intersticial por transporte activo, fazendo aumentar a sua pressão ósmotica.

O **tubo contornado distal** volta a ser permeável à água e, como o fluido intersticial é muito concentrado, a água vai ser reabsorvida por osmose. Ao longo do **tubo colector** são reabsorvidas ureia e água.

**Secreção –** No tubo distal e no tubo colector pode ocorrer a secreção activa de certos iões a partir do plasma sanguíneo para a urina.

O **sistema excretor** possui um papel fundamental na osmorregulação uma vez que reabsorve água e iões nas quantidades adequadas ao meio interno e mantém constante a concentração dos fluidos corporais dentro dos limites desejáveis. Por outro lado, a água e outras substâncias são eliminadas para o exterior quando se encontram em excesso.

**Acção da hormona ADH na osmorregulação**

Os **osmorreceptores**, situados no hipotálamo, captam alterações do volume e da osmolaridade do sangue e estimulam a hipófise a libertar a **hormona antidiurética (ADH)**. Esta hormona actua em células-alvo dos tubos colectores do rim, fazendo aumentar a sua permeabilidade à água. Deste modo aumenta a reabsorção da mesma fazendo aumentar o volume de água no plasma e diminuir a pressão osmótica. A urina produzida é, portanto mais concentrada e em menor quantidade.

|  |  |
| --- | --- |
| **Baixa Ingestão de Água** | **Elevada Ingestão de Água** |
| * Diminuição do volume do plasma;
* Aumento da pressão osmótica;
* Estimulação do hipotálamo;
* Elevada produção de ADH pela hipófise;
* Aumento da permeabilidade do tubo colector;
* Aumento da reabsorção de água;
* Aumento do volume do plasma;
* Diminuição da pressão osmótica.
 | * Aumento do volume do plasma;
* Diminuição da pressão osmótica;
* Inibição do hipotálamo;
* Baixa produção de ADH pela hipófise;
* Diminuição da permeabilidade do tubo colector;
* Diminuição da reabsorção de água;
* Diminuição do volume do plasma;
* Aumento da pressão osmótica.
 |

**Osmorregulação nos peixes**

O **ambiente marinho** é hipertónico em relação aos fluidos internos, uma vez que apresenta uma salinidade superior à concentração de sais do meio interno dos animais. Nestas circunstâncias, os organismos tendem a perder água por osmose e a ganhar sais por difusão. Os seus mecanismos homeostáticos garantem-lhe, contudo, a retenção de água e a libertação de sais.

* ingestão de grandes quantidades de água salgada;
* produção de pequenas quantidades de urina devido á existência de rins reduzidos, com glomérulos pouco desenvolvidos, o que diminui as perdas de água por filtração;
* excreção de sais pelos rins, com produção de uma urina muito concentrada (hipertónica);
* excreção de sais por transporte activo pelas brânquias.

Os **ambientes de água doce** apresentam uma salinidade inferior à concentração de sais do meio interno dos animais. Nesses meios hipotónicos, os animais tendem a absorver água por osmose pelas brânquias e a perder sais por difusão. Esta tendência é contrariada pela eliminação do excesso de água e pela absorção activa de sais do meio.

* não ingestão de água;
* produção de grandes quantidades de urina em rins com glomérulos bem desenvolvidos;
* produção de urina muito diluída (hipotónica) como resultado da grande excreção de água e reabsorção de sais pelos rins;
* captação activa de sais pelas brânquias.

**Osmorregulação nos vertebrados terrestres**

Os **répteis marinhos** e algumas aves que retiram o alimento do mar eliminam o excesso de iões através de glândulas chamadas **glândulas do sal**, situadas na cabeça.

Animais como o **camelo** e o **rato-canguru** possuem uma grande capacidade de economizar água. O rato-canguru possui **longas ansas de Henle** que reabsorvem eficazmente a água. O camelo produz urina que pode ser muito **mais concentrada** que os seus fluidos corporais e tem também a capacidade de não produzir urina quando não possui água disponível.

**Hormonas Vegetais**

As **hormonas vegetais** são substâncias químicas produzidas em determinadas zonas da planta e transportadas para outros locais, onde vão desencadear respostas fisiológicas.

Cada hormona pode ter diferentes efeitos dependendo da sua **concentração**, do **local onde actua**, do **estado de desenvolvimento** da planta e do equilíbrio que se estabelece entre diferentes tipos de hormonas.

|  |  |
| --- | --- |
| **Hormonas** | **Actividade** |
| **Auxinas** | * Estimulam:
	+ o crescimento celular;
	+ o alongamento dos caules;
	+ a formação das raízes (em baixas concentrações estimulam o seu crescimento enquanto que em altas concentrações o inibem);
	+ o desenvolvimento dos frutos.
* Controlam o gravitropismo e o fototropismo.
* Retardam a queda de frutos e de folhas.
 |
| **Giberlinas** | * Estimulam:
	+ o crescimento dos caules;
	+ a germinação das sementes;
	+ a floração, em algumas plantas;
	+ o desenvolvimento dos frutos.
 |
| **Citocininas** | * Estimulam:
	+ a divisão celular;
	+ a germinação das sementes;
	+ o desenvolvimento dos frutos;
	+ o metabolismo celular, impedindo ou retardando o envelhecimento dos órgãos da planta.
 |
| **Etileno** | * Estimula:
	+ o amadurecimento dos frutos;
	+ a queda das flores, das folhas e dos frutos;
* Inibe o alongamento dos caules.
 |
| **Ácido abscísico** | * Estimula:
	+ o fecho dos estomas;
	+ a queda das folhas.
* Inibe a germinação de sementes e o desenvolvimento da planta.
 |

A **utilização sistemática** de hormonas vegetais, nomeadamente na **agricultura**, poderá acarretar não só riscos para a saúde pública, mas também riscos ecológicos decorrentes do seu **uso abusivo**. Este tipo de uso pode provocar **desequilíbrios ecológicos**, ao favorecer o desenvolvimento de algumas espécies vegetais e inibindo o crescimento de outras.