

Excreção comparada e humana

Resumo

Excreção é o mecanismo de eliminação das excretas, restos do metabolismo celular, de modo que essas excretas não acumulem no organismo e causem possíveis estragos. Entre as excretas, podem-se destacar as excretas nitrogenadas, oriundas do metabolismo dos aminoácidos. A metabolização destes aminoácidos gera amônia, que em alguns animais será convertida em outros compostos. As excretas nitrogenadas são as principais excretas do organismo.

Ao contrário do que se pensa, fezes não são excretas, e sim restos da digestão fisiológica. No corpo humano, um exemplo mais correto de excreta seria a ureia, contida na urina.

Entre as excretas nitrogenadas, destacam-se a amônia, a ureia e o ácido úrico.

Amônia: Altamente tóxica, altamente solúvel, adotada por animais que habitam ambientes aquáticos, como equinodermos, moluscos, larvas de anfíbios, peixes ósseos, crustáceos e cnidários.

Ureia: Toxicidade média, solubilidade média, adotada por alguns animais terrestres, como minhocas, mamíferos e anfíbios adultos, e também é adotada por peixes cartilaginosos, influenciando na sua osmorregulação.

Ácido Úrico: baixa toxicidade, baixa solubilidade, excreta mais adaptada ao meio terrestre, devido ao baixo gasto de água em sua eliminação, ideal para animais ovíparos, adotada por aves, répteis e insetos.

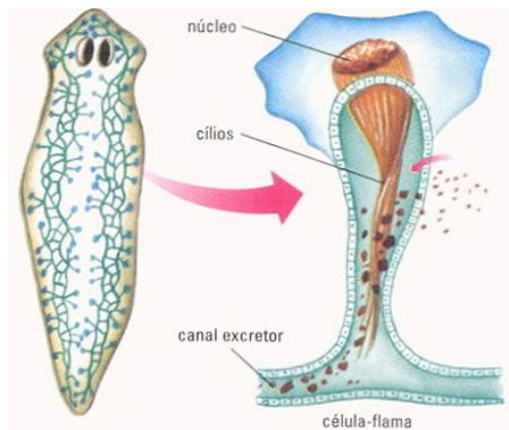
A conversão da amônia nestes compostos ocorre no fígado. Mamíferos adotam a ureia como excreta nitrogenada para economizar água (já que a amônia é tóxica demais e gasta um excesso de água em sua eliminação) e devido a sua solubilidade maior que o ácido úrico, já que há trocas entre o organismo do feto e o organismo da mãe, sendo as excretas do feto eliminadas pelo corpo da mãe, e a pouca solubilidade do ácido úrico tornaria isso inviável.

Protozoários

Protozoários de água doce fazem uso de um vacúolo pulsátil para realizar sua osmorregulação, já que são hipertônicos com relação ao meio. Isso faz com que a água adentre a célula por osmose, e esse processo poderia, com o tempo, levar ao rompimento da célula (plasmoptise). No entanto, o vacúolo pulsátil permite a expulsão de água e excretas do meio intracelular, impedindo que a água se acumule em excesso e destrua a célula.

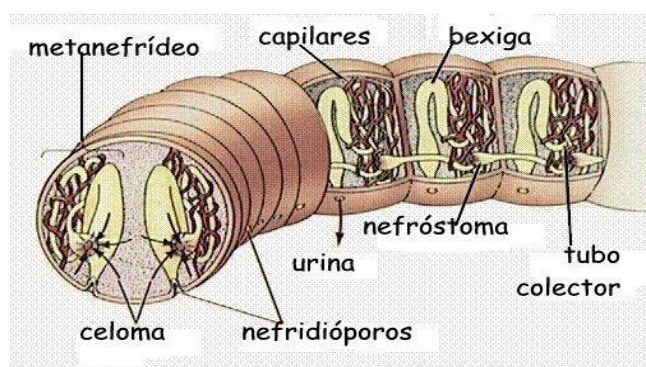
Platelmintos

Planárias apresentam protonefrídeas, também conhecidas como células-flama, que são células ciliadas ligadas a dutos. Por difusão, excretas e substâncias úteis, como sais minerais, caem nestes dutos junto a água, que chega lá por osmose. As células-flama então expulsam da célula todos os compostos que caem naqueles dutos, desempenhando então papel de osmorregulação e de excreção, ainda que de maneira pouco eficiente.



Anelídeos e Moluscos

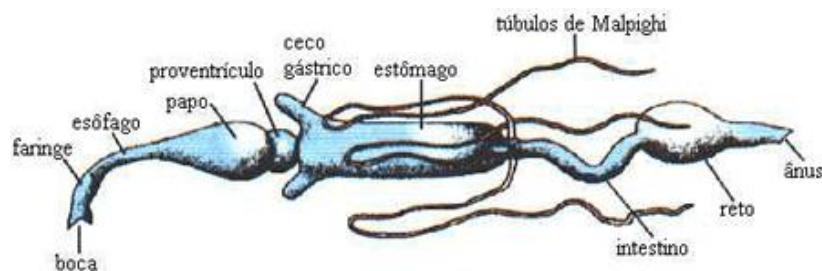
Em anelídeos e moluscos, há o surgimento de metanefrídeas. As metanefrídeas apresentam uma extremidade ciliada que puxa tanto excretas quanto água quanto substâncias úteis do celoma do animal. No entanto, o duto condutor destas nefrídeas é contorcido, aumentando a superfície de contato e permitindo assim a reabsorção de substâncias úteis, como sais, glicose e água. Sendo assim, somente excretas e substâncias em excesso são eliminadas pelo nefridiódoro, a extremidade que leva ao meio extracorpóreo.



Artrópodes

Em artrópodes, as estruturas secretoras são variadas. Nos insetos, dutos coletores captam excretas na hemolinfa do animal, e esses túbulos levam ao intestino, por onde serão eliminadas as excretas junto as fezes. Esses túbulos são conhecidos como Túbulos de Malpighi, também presentes em miriápodes (gongolos e lacraias).

Aracnídeos apresentam glândulas coxais, que eliminam as excretas destes animais na região das pernas que seria equivalente a coxa, enquanto crustáceos excretam pelas glândulas verdes, também conhecidas como glândulas subantenasais, localizadas abaixo das antenas.



Vertebrados

Nos vertebrados, o principal órgão excretor é o rim. O rim surge primeiro nas lampreias, com um rim pronéfreo, ou cefálico, bem primitivo, que se assemelha a um conjunto de nefrídeas. As excretas passam do sangue a uma cavidade corpórea e só depois são captadas pelo rim, ou seja, não é um mecanismo muito eficaz. O rim mesonéfro, ou torácico, está presente em peixes e larvas de anfíbios, e capta excretas do celoma, mas já apresenta a estrutura de néfrons. Anfíbios adultos, répteis, aves e mamíferos apresentam rins metanéfricos, ou abdominais, captando excretas direto da corrente sanguínea, sendo o mais eficiente de todos.

Peixes Cartilaginosos

Quanto a osmorregulação, tubarões e outros peixes cartilaginosos são capazes de se manter isotônicos com relação ao meio aquático marinho, garantindo assim que não desidratem por osmose. Realizam isso através do acúmulo de ureia no corpo. O excesso de sais é eliminado através de uma glândula localizada no intestino, liberando esses sais pelo ânus.

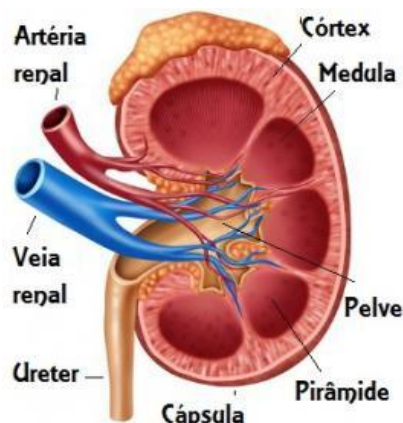
Peixes Ósseos

Peixes ósseos de água salgada estão constantemente perdendo água por osmose para o meio, já que estão em meio hipertônico. Para compensar isso, eles ingerem a água salgada e eliminam o excesso de sal através das brânquias, permitindo assim manter sua hidratação. Eles urinam pouco, como outra medida para evitar a perda de água.

Peixes de água doce estão constantemente ganhando água do meio, já que a água doce é hipotônica em relação aos seus corpos. Para regular isso, eles evitam ingerir a água e apresentam uma grande liberação de urina, já que não precisam se preocupar com suas reservas hídricas.

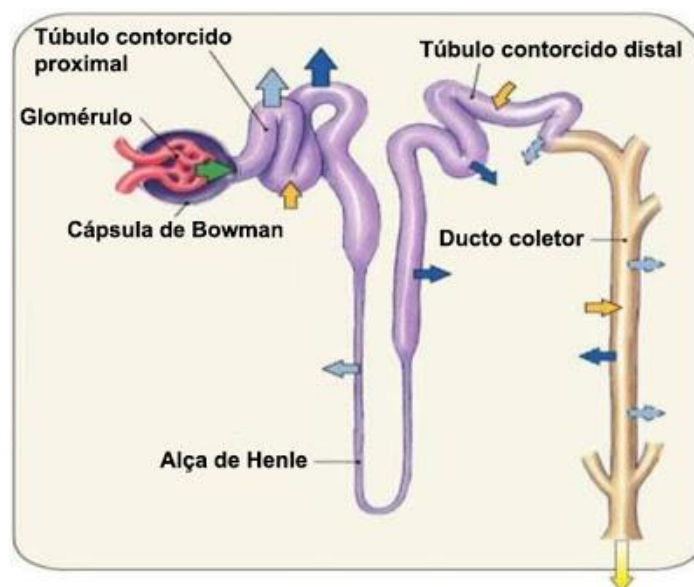
Seres Humanos

A principal excreta nitrogenada humana é a ureia, sintetizada no fígado a partir da amônia, no ciclo da ureia. O principal órgão excretor humano são os rins, que sintetizam a urina a partir de suas unidades funcionais, os néfrons.



Os rins podem ser divididos em uma região periférica (córtex) e uma região mais interna (medula). Os néfrons estão localizados no córtex, e terminam em túbulos coletores que, juntos, formam as pirâmides renais. Essa urina formada nos néfrons segue das pirâmides renais até o cálice renal, uma câmara no interior do rim, e de lá segue até a pelve renal, que forma um tubo, originando o ureter, que segue até a bexiga, onde a urina será armazenada até ser eliminada pelo canal da uretra.

Néfron



O néfron é a unidade funcional renal, onde ocorre a filtração de sangue para a eliminação da ureia pela urina. O sangue chega ao glomérulo em alta velocidade por arteríolas, e a alta pressão extravasa diversas substâncias, como água, glicose, sais minerais (como Sódio), ureia e aminoácidos (não proteínas, já que estas são moléculas grandes demais). Essas substâncias formam o filtrado glomerular, que é captado pela Cápsula de Bowman. Ao longo do túbulo contorcido proximal e da alça descendente (parte proximal da Alça de Henle) há uma reabsorção dos solutos, com exceção da ureia, mediada pelo hormônio aldosterona. O retorno destas substâncias à corrente sanguínea pode aumentar a pressão arterial, sendo então inibidores de aldosterona populares remédios contra alta pressão arterial.

A partir da segunda metade da Alça de Henle (porção da alça ascendente) e do túbulo contorcido distal, há a reabsorção de água, mediada pelo hormônio ADH, que abre canais proteicos conhecidos como aquaporinas, filtrando a água presente nessa urina semi-formada, deixando-a mais concentrada e evitando a desidratação por desperdício de água. A produção de ADH pode ser inibida pelo consumo de álcool, o que significa que a reabsorção de água estará prejudicada, o que causa a exagerada diurese quando o indivíduo está alcoolizado. A deficiência na produção ou insensibilidade ao efeito do ADH é causa resultante da doença Diabetes Insipidus, que é caracterizada por intensa diurese, sede e potencial desidratação do indivíduo.

No caso da diabetes mellitus, doença agregada a um quadro de excesso de açúcar no sangue, essa glicose excedente permanece na urina, não sendo completamente absorvida, e retendo água por ser osmoticamente ativa. Essa retenção de água é o motivo dos diabéticos terem muita vontade de urinar.

Exercícios

1. A degradação dos aminoácidos ingeridos na alimentação gera como subproduto a amônia. Nos mamíferos, a amônia é transformada em ureia. Esse processo ocorre
 - a) no pâncreas.
 - b) no fígado
 - c) nos rins.
 - d) na bexiga urinária
 - e) no baço.

2. “As fezes e a ureia são resíduos produzidos pelos mamíferos. Entretanto somente um deles é considerado excreção”. Escolha a alternativa que condiz com este enunciado:
 - a) as fezes, porque resultam da atividade de absorção de água pelo intestino grosso.
 - b) a ureia, porque é produzida por células flama, as quais são encontradas nos rins dos mamíferos.
 - c) as fezes, porque resultam da ação da flora intestinal.
 - d) a ureia, por ser uma substância nitrogenada tóxica produzida durante o metabolismo celular.

3. A excreção é um processo natural que tem como finalidade a eliminação de rejeitos provenientes do metabolismo, garantindo o equilíbrio interno nos animais. A fisiologia do sistema excretor e a anatomia dos órgãos que o constitui estão relacionadas ao hábito e ao nicho de cada espécie, pois funcionam de acordo com a disponibilidade de água no auxílio da excreção de substâncias nitrogenadas. Com relação à excreção, dentre as alternativas a seguir, os animais que eliminam, respectivamente, amônia, ureia e ácido úrico, são:
 - a) pargo, rato e pombo.
 - b) sapo, lambari e jacaré.
 - c) jacaré, macaco e lambari.
 - d) peixe-boi, galinha e pato.

4. Animais aquáticos e terrestres de diferentes classes possuem adaptações morfofisiológicas para excreção de compostos tóxicos do organismo de forma a manter a homeostase. Sobre este assunto, é correto afirmar que:
- mamíferos, como os golfinhos, assim como outros mamíferos terrestres, eliminam compostos nitrogenados principalmente na forma de ureia.
 - peixes, como os tubarões, eliminam principalmente amônia na água derivada do metabolismo de aminoácidos.
 - répteis, como o camaleão, eliminam principalmente ureia, esta gerada a partir da amônia, através da urina.
 - anfíbios, como as tartarugas marinhas, eliminam principalmente ácido úrico, menos tóxico que a amônia.
 - insetos eliminam amônia e ureia especialmente quando trocam o exoesqueleto durante o crescimento.

5. Leia a tira a seguir.

Níquel Náusea Fernando Gonsales



Sobre esses peixes e suas relações com o meio, é correto afirmar que os

- cartilaginosos marinhos apresentam bexiga natatória.
 - ósseos de água doce absorvem sais através das brânquias por transporte ativo.
 - cartilaginosos ocorrem, na maioria, na água doce.
 - ósseos de água doce apresentam uremia fisiológica.
 - ósseos marinhos não possuem opérculo protegendo as brânquias.
6. No homem, várias substâncias presentes no sangue chegam ao néfron, atravessam a cápsula de Bowman e atingem o túbulo renal. Várias dessas substâncias são, normalmente, reabsorvidas, isto é, do néfron elas são lançadas novamente ao sangue, retornando a outras partes do corpo. Entre essas substâncias normalmente reabsorvidas, no nível do néfron, podem ser citadas:
- água e uréia;
 - água e glicose;
 - glicose e uréia;
 - água e ácido úrico;
 - aminoácidos e ureia.

7. “Deixa o xixi do Maradona em paz, droga!” (*Folha de S. Paulo*, 30/08/1997). O teste *antidoping*, que frequentemente aparece nas notícias dos jornais, é feito a partir do exame da urina de atletas. Isso se torna possível porque através no néfron – unidade funcional dos rins- é executada a tarefa de:
- a) absorver glicose.
 - b) eliminar catabolitos.
 - c) secretar aminoácidos.
 - d) filtrar glóbulos sanguíneos.
8. Os consumidores de cerveja sabem que, depois de algum tempo de consumo, é inevitável o desejo de micção. Esse fenômeno é decorrente da diminuição da secreção de ADH (hormônio antidiurético), levando a um aumento do volume de urina. Os usuários de cerveja também sabem que, se tomada em excesso, o álcool nela presente causa distúrbios comportamentais que só se extinguem, paulatinamente, com a degradação metabólica do álcool. Com base nessas informações e nos conhecimentos sobre o tema, assinale a alternativa que indica, correta e respectivamente, o efeito do ADH nos túbulos renais e o local de degradação metabólica do álcool.
- a) Aumento de secreção de água para o filtrado glomerular; peroxissomos de células tubulares do rim.
 - b) Diminuição da reabsorção de água do filtrado; retículo liso de células tubulares renais.
 - c) Aumento da reabsorção de sódio do filtrado glomerular; retículo granular de macrófagos hepáticos.
 - d) Aumento da reabsorção de água do filtrado glomerular; retículo liso de células hepáticas.
- Diminuição da reabsorção de sódio do filtrado glomerular; lisossomos de células das glândulas sudoríparas.
9. O deserto é um bioma que se localiza em regiões de pouca umidade. A fauna é, predominantemente, composta por animais roedores, aves, répteis e artrópodes. Uma adaptação, associada a esse bioma, presente nos seres vivos dos grupos citados é o(a)
- a) existência de numerosas glândulas sudoríparas na epiderme.
 - b) eliminação de excretas nitrogenadas de forma concentrada.
 - c) desenvolvimento do embrião no interior de ovo com casca.
 - d) capacidade de controlar a temperatura corporal.
 - e) respiração realizada por pulmões foliáceos.

- 10.** Durante uma expedição, um grupo de estudantes perdeu-se de seu guia. Ao longo do dia em que esse grupo estava perdido, sem água e debaixo de sol, os estudantes passaram a sentir cada vez mais sede. Consequentemente, o sistema excretor desses indivíduos teve um acréscimo em um dos seus processos funcionais. Nessa situação o sistema excretor dos estudantes
- a) aumentou a filtração glomerular.
 - b) produziu maior volume de urina.
 - c) produziu urina com menos ureia.
 - d) produziu urina com maior concentração de sais.
 - e) reduziu a reabsorção de glicose e aminoácidos.

Gabarito

1. **B**
No fígado ocorre a conversão da amônia em ureia, ao longo do Ciclo da Ornitina.
2. **D**
A ureia é resultado da metabolização de aminoácidos e transformação da amônia, ou seja, é um resíduo do metabolismo celular, enquanto as fezes são apenas restos do sistema digestivo, não podendo ser chamadas excretas.
3. **A**
Pargo é um tipo de peixe ósseo, logo, excreta amônia. Mamíferos, como o rato, excretam ureia, enquanto pombos, aves, excretam ácido úrico.
4. **A**
Todos os mamíferos, incluindo mamíferos aquáticos, como baleias, golfinhos e peixes-boi, excretam ureia como principal excreta nitrogenada.
5. **B**
Como forma de manter seu equilíbrio hídrico, peixes ósseos de água doce absorvem sais pelas brânquias ativamente, ou seja, com gasto de energia.
6. **B**
Água e glicose são recursos muito úteis e importantes ao corpo, e não podem ser desperdiçados na excreção, sendo então reabsorvidos.
7. **B**
Através da eliminação de catabólitos no néfron, substâncias utilizadas pela pessoa, como entorpecentes, podem ser detectados na urina, já que após metabolizados, os resíduos destas substâncias será eliminado por meio da urina.
8. **D**
O ADH é responsável por aumentar a reabsorção de água no néfron, sendo então fundamental para a manutenção da hidratação corporal. O álcool, por sua vez, é metabolizado pelo Retículo Endoplasmático Liso dos hepatócitos.
9. **B**
A eliminação de urina mais concentrada reduz a perda de água, evitando a desidratação em ambientes secos. Isso acontece pois há liberação do hormônio ADH, que promove o aumento da permeabilidade e a reabsorção de água no sistema excretor, além de estruturas glomerulares pequenas e uma alça néfrica desenvolvida, como no caso dos roedores. Já as aves, répteis e artrópodes excretam ácido úrico, que é insolúvel em água e evita a perda deste recurso.

10. D

Por causa da necessidade de água, haverá uma maior produção do hormônio ADH, responsável pela reabsorção de água nos rins. Dessa forma, a urina terá menos água e consequentemente ficará mais concentrada.