

A NUTRICIÓN NOS ANIMAIS: A CIRCULACIÓN E A EXCRECIÓN

1. O APARATO CIRCULATORIO

Na maior parte dos animais as células manteñen contacto con outras células adxacentes ou cun fluído que se denomina **medio interno**. O medio interno está constituído por auga e sales minerais e realiza unha importante función ao permitir que as células tomen os nutrientes e o osíxeno necesarios para a respiración celular e que liberen os seus refugallos nel para ser transportados ao exterior.

Ademais das funcións relacionadas coa nutrición, o medio interno participa noutras funcións importantes para o organismo, como o transporte des hormonas, na defensa do organismo ou no mantemento do equilibrio interno (**homeostase**).

Os animais con estrutura sinxela, como os cnidarios ou as esponxas, non teñen necesidade de sistemas de transporte, xa que as células poden adquirir ou expulsar substancias do medio no que viven. Non obstante, os animais con grande complexidade interior necesitan un aparato circulatorio capaz de transportar os nutrientes, os gases e os residuos metabólicos.

1.1 Compoñentes do aparato circulatorio

Para que un aparato circulatorio funcione son necesarios os seguintes elementos:

- **Líquido circulatorio.**
- **Rede de condutos:** vasos (arterias, veas e capilares) que canalizan o líquido circulatorio por todo o corpo do organismo.
- **Bomba de transporte:** unha ou varias bombas impulsoras ou de succión (corazóns) que mobilizan o líquido circulatorio.

Líquido circulatorio

O medio interno é o líquido que transporta as substancias nutritivas. Na súa composición están presente sempre os sales minerais e a auga, mais o resto de compoñentes o e a súa cor varía en función do grupo animal xa que pode conter células, pigmentos respiratorios, gases, etc.

Nos animais podemos distinguir os seguintes líquidos circulatorios:

- **Hidrolinfa:** é o medio interno dos equinodermos. A súa composición é moi similar á da auga do mar, podendo conter células transportadoras ou fagocíticas. Transporta nutrientes e substancias sobrantes pero carece de pigmentos transportadores de osíxeno.
- **Hemolinfa:** atópase en moluscos e artrópodos. Nos moluscos e crustáceos aparece un pigmento transportador de osíxeno, a **hemocianina**, que contén cobre. En arácnidos, miriápodos e insectos non existe a necesidade de transportar o osíxeno polo medio interno xa que a respiración traqueal conduce o aire directamente ás células do corpo.
- **Sangue:** numerosos anélidos e vertebrados teñen un medio interno cun pigmento de cor vermella denominado **hemoglobina**. O sangue en vertebrados é especialmente complexo, con gran cantidade de funcións e células como glóbulos vermellos cargados de hemoglobina que transportan osíxeno, leucocitos ou células de defensa e trombocitos ou plaquetas, encargadas da coagulación do sangue.

- **Linfa:** é un líquido circulatorio exclusivo dos vertebrados. Carece de pigmentos transportadores de osíxeno. Deriva do sangue, pero non contén glóbulos vermellos, e circula polo sistema linfático, comunicado co sanguíneo. O sistema linfático é aberto, lineal e unidireccional e está constituído por vasos, capilares e ganglios linfáticos por onde circula a linfa. A linfa contén células de tipo leucocitos e as funcións que desempeña son a drenaxe do líquido intersticial, o transporte de graxas e a formación das células do sistema inmunitario.

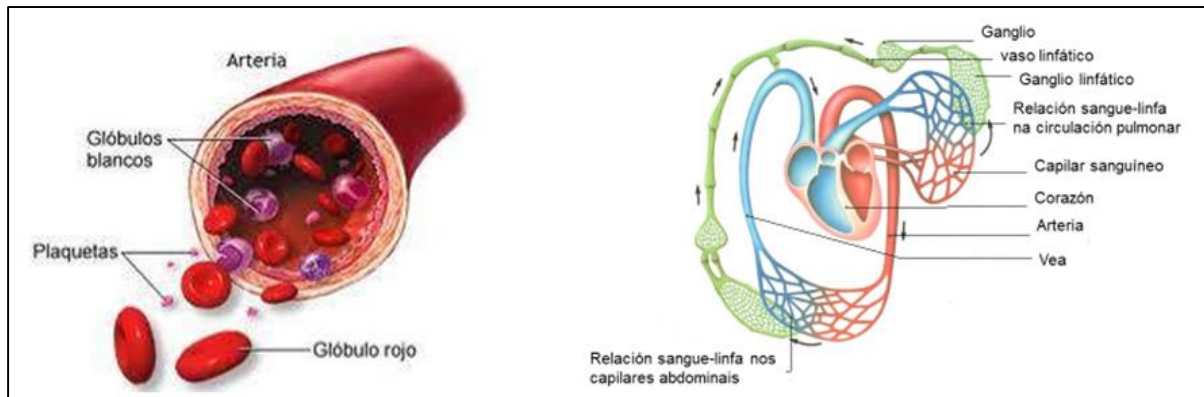


Ilustración 1. Tipos celulares no sangue e relación entre a circulación sanguínea e linfática

Rede de condutos

Son os vasos polos que circula o líquido circulatorio. En moitos animais inclúe cámaras denominadas **seos** ou **lagoas** onde o líquido circulatorio baña os tecidos.

O sistema máis complexo é o dos vertebrados no que se diferencian tres tipos de vasos:

- **Arterias:** son os vasos sanguíneos polos que circula o sangue a gran velocidade procedente do corazón. As súas paredes son grosas e posúen musculatura propia.
- **Veas:** son vasos sanguíneos polos que circula o sangue cara o corazón. O seu diámetro é menor que o das arterias e a súa elasticidade máis limitada.
- **Capilares:** son os vasos sanguíneos de menor diámetro, pois a súa parede está formada por una única capa de células.

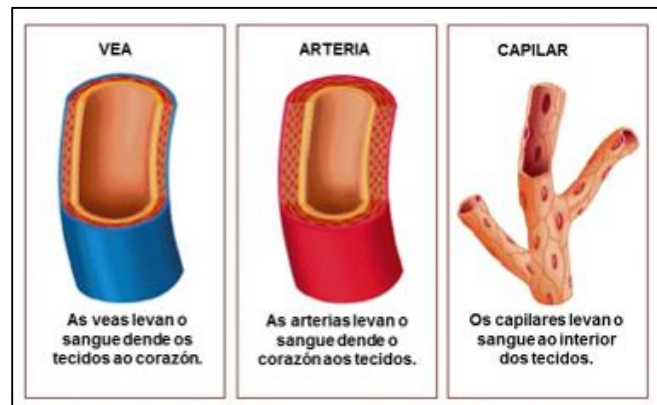


Ilustración 2. Principais tipos de vasos sanguíneos

Nos capilares realízase o intercambio de substancias, principalmente mediante difusión a través das membranas. Os capilares conectan veas e arterias.

Bomba de transporte

O elemento propulsor do aparato circulatorio pode presentarse de varias formas:

- **Vasos contráctiles:** vasos que presentan capacidade de contracción, característicos dos anélidos. Os moluscos, por exemplo, presentan corazóns accesorios formados por vasos sanguíneos contráctiles.
- **Corazón tubular:** trátase dunha cámara contráctil tubular, característica dos artrópodos.
- **Corazón tabicado:** presenta cámaras separadas denominadas aurículas (reciben sangue) e ventrículos (expulsan o sangue). Aínda que está presente nos moluscos, é o elemento propulsor propio dos vertebrados.

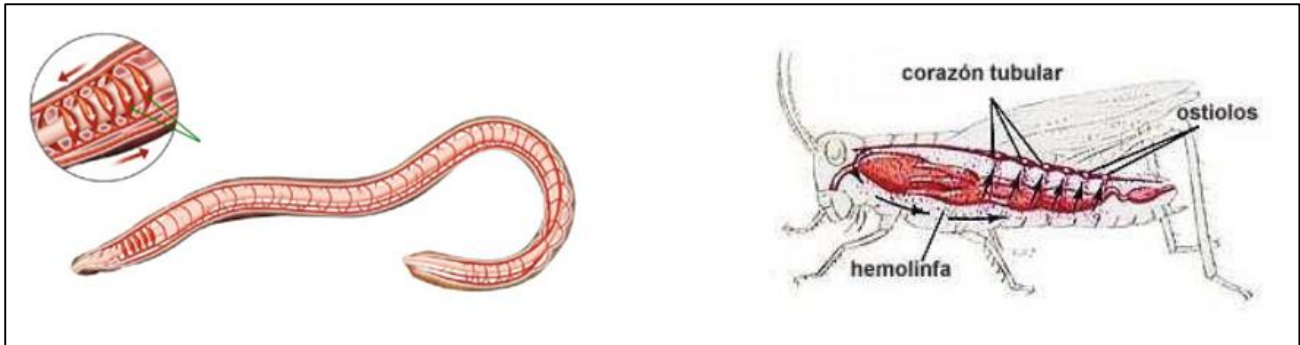


Ilustración 3. Vaso contráctil de anélidos e corazón tubular de artrópodos

1.2 Sistemas de transporte nos invertebrados

Os animais mariños máis sinxelos e os primeiros invertebrados terrestres non posuían sistemas circulatorio nin respiratorio. As células obtíñan os nutrientes e os gases directamente do exterior e realizaban o intercambio de sustancias, ben directamente ou a través dos fluídos intercelulares. A aparición do aparato circulatorio xorde xunto coa aparición da respiración branquial nos organismos acuáticos e da respiración traqueal e pulmonar nos terrestres.

Sistemas de transporte non especializados

Son propios de animais que carecen de aparato circulatorio como os **poríferos**, **cnidarios**, **platelmintos** ou **nematodos**. Nos poríferos as células intercambian os nutrientes e os gases directamente coa auga que penetra a través dos múltiples poros. O alimento é capturado por unhas células denominadas **coanocitos** e dende estas pasa ás células restantes. Nos cnidarios o transporte de refugallos e nutrientes ten lugar a través das ramificacións da cavidade gastrovascular, e nos platelmintos a difusión dos nutrientes a todas as células é facilitada por un tubo dixestivo moi ramificado e o intercambio de gases prodúcese directamente coa auga do medio.

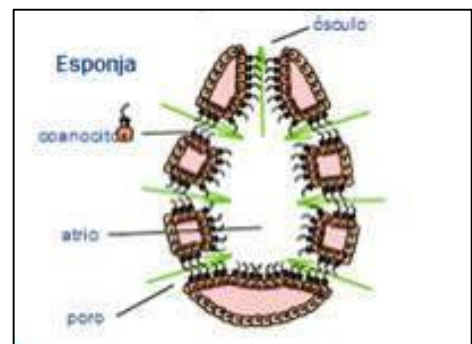


Ilustración 4. Sistema circulatorio en poríferos

Sistemas de transporte especializados abertos

É o sistema presente na maior parte dos **artrópodos** e **moluscos** (salvo cefalópodos). Caracterízase porque o líquido circulatorio, a hemolinfa, abandona os vasos sanguíneos nalgúns zonas do corpo para bañar directamente aos tecidos. O corazón con forma tubular aspira a hemolinfa da cavidade abdominal por succión, e a propulsa cara a cabeza a través dunha arteria de onde volve filtrarse aos tecidos.

A hemolinfa circula lentamente, polo que os animais que dependen deste sistema para abastecer de osíxeno ás células non poden realizar movementos rápidos. No caso dos insectos, ao presentar respiración traqueal, o seu aparato circulatorio só transporta nutrientes e substancias de refugallo, xa que o intercambio gasoso é realizado polas traqueas.

Nos **equinodermos** o aparato circulatorio está constituído por **canais contráctiles** sen paredes propias que se dispoñen paralelos ao sistema ambulacral. Este sistema colabora no transporte de substancias alimenticias.

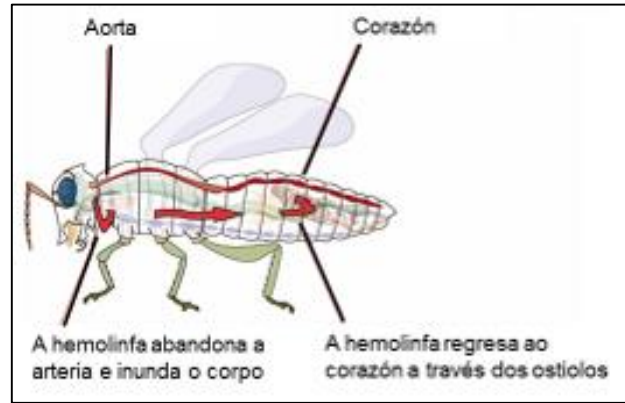


Ilustración 5. Sistema circulatorio aberto en artrópodos

Sistemas de transporte especializados pechados

Neste modelo de aparato circulatorio o medio circulante non abandona os condutos. Preséntase en anélidos e moluscos cefalópodos.

En **anélidos** o sangue circula a través dun vaso dorsal (cara diante) e a través dun vaso ventral (cara a parte posterior). Ambos están conectados transversalmente por aneis e nalgúns casos desenvolveron redes capilares. O vaso dorsal pode ser contráctil. O intercambio gasoso prodúcese cando o sangue chega á pel, dende esta diríxese aos órganos a través dos vasos.

Os **cefalópodos** posúen unha rede máis extensa de vasos, con arterias, veas e capilares. O sangue osixenado diríxese dende as branquias ao corazón (composto de dúas aurículas e un ventrículo) e dende este distribúese ás arterias e capilares de todo o corpo. O regreso do sangue ás branquias para ser novamente osixenado é favorecido pola presenza de corazóns secundarios dispostos na base das branquias, pois incrementan a velocidade do fluxo sanguíneo para promover o intercambio gasoso.

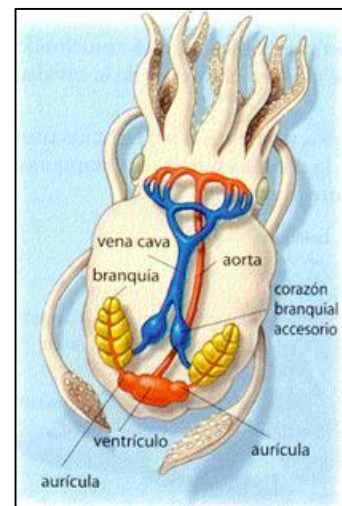


Ilustración 6. Sistema circulatorio en cefalópodos

1.3 Sistemas de transporte nos vertebrados

Todos os vertebrados presentan un sistema de transporte especializado **pechado**, formado por dous sistemas vasculares que discorren paralelos e que están comunicados entre si: o **sistema sanguíneo** e o **sistema linfático**.

O aparato circulatorio alcanza diversos graos de complexidade, segundo o nivel de evolución que presente o animal:

- **Circulación simple:** só existe un circuíto pero a súa estrutura ramificada permite que o corazón bombee o sangue ata o sistema respiratorio e cara o resto de órganos. Nos peixes.
- **Circulación dobre:** existen dous circuítos e atópase en vertebrados terrestres. Un circuíto impulsa o sangue dende o corazón cara o sistema respiratorio e o outro abastece os restantes órganos e sistemas do corpo.

O sangue pasa dúas veces polo corazón por cada volta do circuíto. O percorrido realízase dende o corazón, saíndo polo ventrículo esquerdo, aos tecidos do corpo, para volver ingresar no corazón pola aurícula dereita (**circulación maior**). O circuíto continúa dende o ventrículo dereito aos pulmóns, para volver outra vez ao corazón pola aurícula esquerda (**circulación menor**). Á súa vez a circulación dobre pode ser de dous tipos:

- **Incompleta:** cando o sangue dos dous circuítos se mestura no corazón, normalmente porque o ventrículo non está tabicado ou o tabique non é completo. Propia de anfibios e réptiles, salvo crocodilos.
- **Completa:** presenta tabiques nas cámaras que impide que se mesture o sangue procedente dos dous circuítos. Propia de crocodilos, aves e mamíferos.

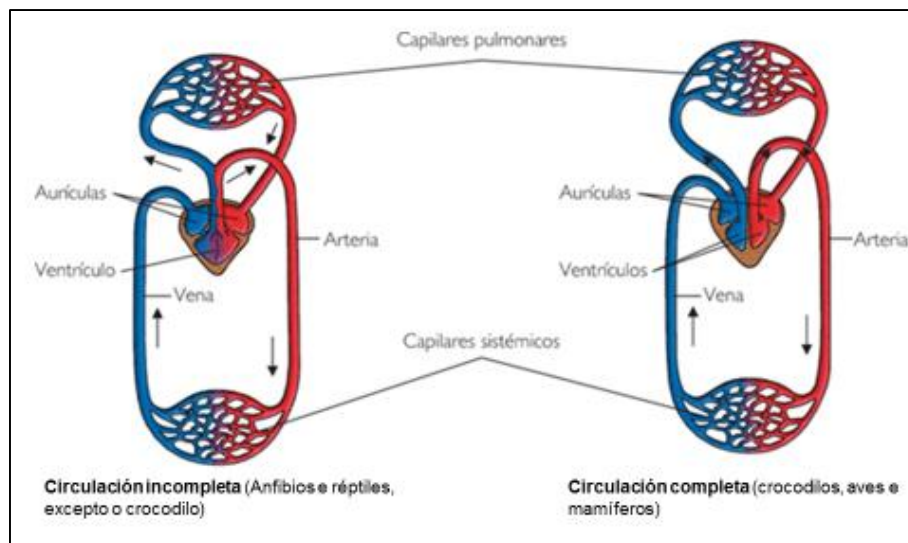


Ilustración 7. Circulación dobre incompleta e completa

Circulación en peixes

Nos peixes a circulación é simple, o sangue só pasa unha vez polo corazón en cada volta. O corazón é tubular e bicameral, mostra un seo venoso que recolle o sangue, unha aurícula e un ventrículo impulsor. O sangue vén das veas do corpo cargada de CO₂ cara ao corazón. O ventrículo impulsa o sangue cara ás branquias, onde se oxixena e circula por arterias para repartirse polo corpo. O retorno do sangue ao corazón realízase mediante veas.

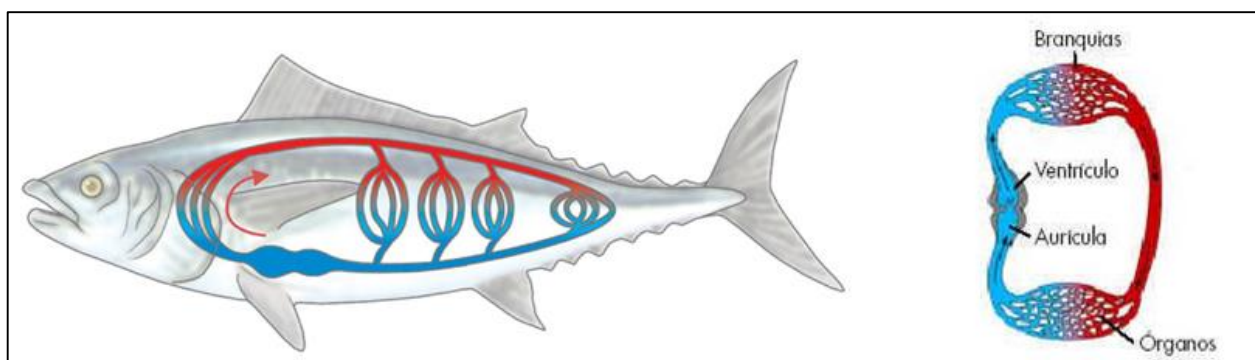


Ilustración 8. Circulación en peixes

Circulación en anfibios

Nos anfibios a circulación é dobre, cun circuíto pulmonar (menor) e un circuíto xeral (maior). O corazón en anfibios adultos está tabicado, formando tres cavidades, dúas aurículas e un ventrículo. No único ventrículo prodúcese a mestura de sangue osixenado e carboxilado, polo que a circulación é dobre e incompleta.

Circulación en réptiles

A circulación nos réptiles (excepto nos crocodilos) é dobre e incompleta, semellante á dos anfibios. Non obstante, o ventrículo está parcialmente dividido, co que a mestura de sangue osixenado e carboxilado é menor e a eficacia do corazón é maior que nos anfibios. Nos crocodilos o tabique dentro do ventrículo é completo, polo que o seu corazón consta de dúas aurículas e dous ventrículos.

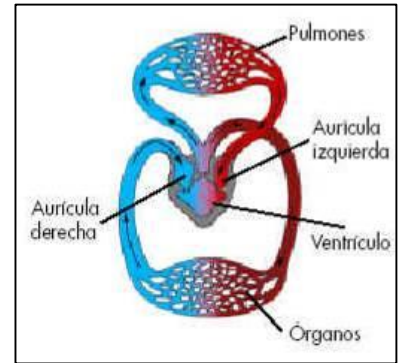


Ilustración 10.. Circulación en réptiles

Circulación en crocodilos, aves e mamíferos

Estes vertebrados presentan circulación dobre e completa. O sangue carboxilado recollido polas veas que conflúen nas veas cavas, entra no corazón pola aurícula dereita e atravesa a válvula tricúspide para entrar no ventrículo dereito. Emerxe do corazón polas arterias pulmonares cara os pulmóns, onde se osixena e regresa á aurícula esquerda polas veas pulmonares (**circulación pulmonar**). O sangue osixenado da aurícula esquerda atravesa a válvula mitral para entrar no ventrículo esquerdo. Sae do corazón a través da arteria aorta cara aos tecidos corporais transportando osíxeno e nutrientes necesarios para o funcionamento das células (**circulación sistémica**).

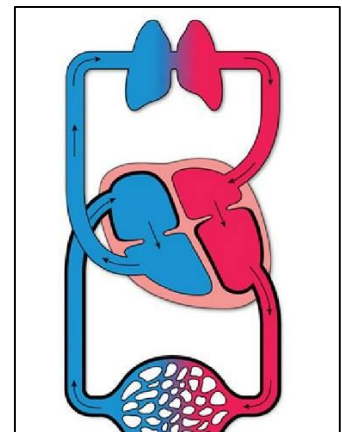


Ilustración 11. Circulación en crocodilos, aves e mamíferos

1.4 O aparato circulatorio en humanos

O ser humano posúe un aparato circulatorio pechado, cun corazón situado na cavidade torácica, entre os pulmóns, e protexido polas costelas e a circulación é dobre e completa.

O corazón consta de dúas aurículas e dous ventrículos, está formado por tecido muscular cardíaco (miocardio) e recuberto polo pericardio. A irrigación do músculo cardíaco corre a cargo das veas e as arterias coronarias.

As aurículas reciben o sangue das veas cavas e das veas pulmonares e os ventrículos impúlsano a través da arteria aorta e das arterias pulmonares.

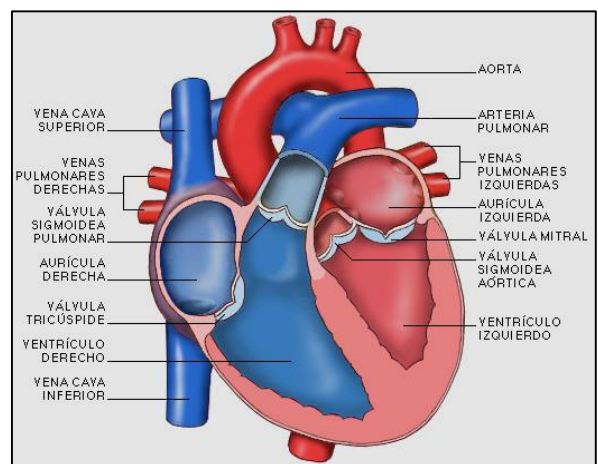


Ilustración 12. Corazón humano.

A metade dereita sempre contén sangue pobre en osíxeno, procedente das veas cava superior e inferior, mentres que a metade esquerda sempre posúe sangue rica en osíxeno procedente das veas pulmonares, que vai ser distribuída para osixenar aos tecidos do organismo a partir das ramificacións da gran arteria aorta. As válvulas tricúspide (entre aurícula e ventrículo dereitos) e mitral (entre aurícula e ventrículo esquerdos) impiden o retroceso de sangue.

O corazón late unhas 60-70 veces por minuto, aínda que esta velocidade varía segundo a actividade que se estea a desenvolver e segundo o tipo de individuo. O **ritmo cardíaco** márcalo un marcapasos natural formado por fibras musculares modificadas situadas na parede da aurícula dereita (*nódulo sinoauricular*) que produce o impulso inicial, e no septo que separa a aurícula e o ventrículo dereitos (*nódulo auriculoventricular*) que induce á contracción dos ventrículos. Estas contraccións rítmicas do corazón constitúen o **latexo cardíaco**, cuxo ritmo pode ser modificado polo bulbo raquídeo en función das necesidades enerxéticas dos tecidos.

O **ciclo cardíaco** consiste nunha fase de **sístole** (contracción) e unha fase de **diástole** (relaxación). Iníciase cunha sístole auricular seguida dunha sístole ventricular debido á demora que orixina e remata coa diástole auricular e ventricular

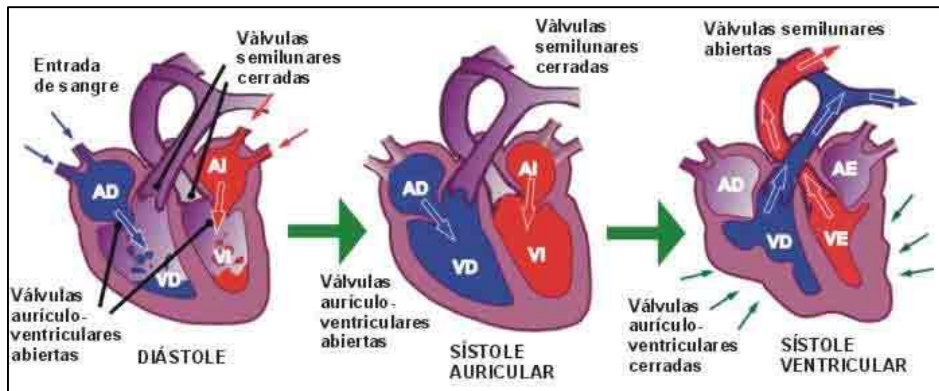


Ilustración 9. Ciclo cardíaco

1.5 Funcións do aparato circulatorio

As funcións que desempeña o aparato circulatorio dependen do tipo de organismo e do medio no que habite. En xeral podemos contemplar as seguintes:

- Transporte de nutrientes e distribución aos tecidos.
- Distribución de osíxeno aos tecidos dende as estruturas respiratorias.
- Recolección e transporte das substancias de refugallo ata os órganos excretores.
- Control da homeostase, estabiliza o pH e a concentración de ións nos líquidos corporais.
- Distribución de hormonas desde as glándulas endócrinas aos tecidos para controlar diversas funcións do organismo.
- Transporte de células e moléculas especializadas na defensa do organismo ata os tecidos infectados por microorganismos patóxenos.
- Cicatrización de feridas mediante a vasoconstrición e coagulación.
- Regulación da temperatura en certos animais como os mamíferos e as aves, redistribuíndo a calor polo organismo.

2. O APARATO EXCRETOR

No metabolismo celular fórmanse unha serie de substancias que deben ser expulsadas do organismo xa sexa pola súa toxicidade, como as bases nitroxenadas, ou polo seu exceso se afecta á homeostase, como unha cantidade moi alta de sales minerais.

Moitas substancias de refugo expúlsanse a través da pel tanto en animais pouco como moi evolucionados. Non obstante, nos máis evolucionados aparecen estruturas especializadas capaces de filtrar o medio interno que, ademais de expulsar substancias tóxicas, controlan outros parámetros do organismo como a cantidade de auga, de sales minerais ou nutrientes no interior do animal.

Os **produtos de refugallo** expulsados polos seres vivos poden clasificarse en dous tipos:

- **Produtos non nitroxenados:**
 - *Dióxido de carbono:* producido polo metabolismo celular e expulsado a través do aparato respiratorio co aire expirado.
 - *Auga e os sales minerais:* elimínanse principalmente a través do aparato excretor, en forma de ouriños ou de suor.
- **Produtos nitroxenados,** derivados da degradación de proteínas, existen varias formas de expulsalos nos diversos animais:
 - *Amoníaco:* é o produto inicial da degradación de aminoácidos. É moi tóxico pero ao ser soluble en auga os organismos acuáticos eliminano rapidamente a través das superficies de contacto coa auga. Os animais que excretan en forma de amoníaco denomínanse amoniotéticos, como os peixes óseos.
 - *Urea:* é unha forma menos tóxica e máis soluble que o amoníaco. É o principal produto nitroxenado dos peixes cartilaxinosos, anfibios adultos e mamíferos. Os organismos con este tipo de excreción denomínanse ureotéticos.
 - *Ácido úrico:* en moitos animais o amoníaco resultante da degradación dos aminoácidos forma ácido úrico, que non é tóxico. Ao ser pouco soluble, unha vez que a auga se reabsorbe precipita formando cristais que se eliminan nun estado semisólido. Os animais con este tipo de excreción denomínanse uricotéticos, e comprenden os insectos, as aves e moitos réptiles.

2.1 Excreción en invertebrados

Os invertebrados máis sinxelos como poríferos e cnidarios carecen de aparato excretor e eliminan as substancias de refugo por difusión. Non obstante, nos invertebrados é máis habitual a presenza de estruturas específicas que realizan esa función. Estas estruturas poden ser as seguintes:

- **Protonefridios:** é a estrutura excretora propia dos vermes planos. Os refugallos son eliminados polos poros excretores unha vez que pasan dende o medio interno a uns tubos ramificados que rematan en células provistas de cilios (célula flamíxera) que impulsan o líquido excretor cara os poros.

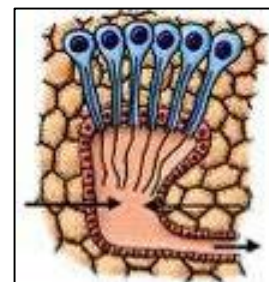


Ilustración 10. Protonefridio

- **Metanefridios:** os anélidos e os moluscos posúen un nefridio máis avanzado, cun extremo interior a modo de funil que se abre á cavidade xeral do corpo, ademais o túbulo está rodeado dun sistema de vasos circulatorios que facilita a formación dos ouriños trala reabsorción da auga e dos sales minerais.
- **Tubos de Malpighi:** presentes en insectos e arañas. Consisten nun sistema de tubos cegos ramificados que desembocan no tubo dixestivo e que captan ións e moléculas do medio interno por difusión ao tempo que arrastran auga. No interior do intestino fórmase o ácido úrico por precipitación unha vez que a auga é reabsorbida.

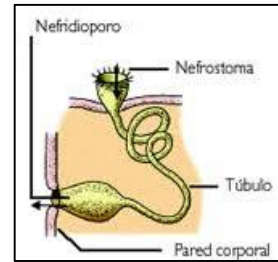


Ilustración 11. Metanefridio

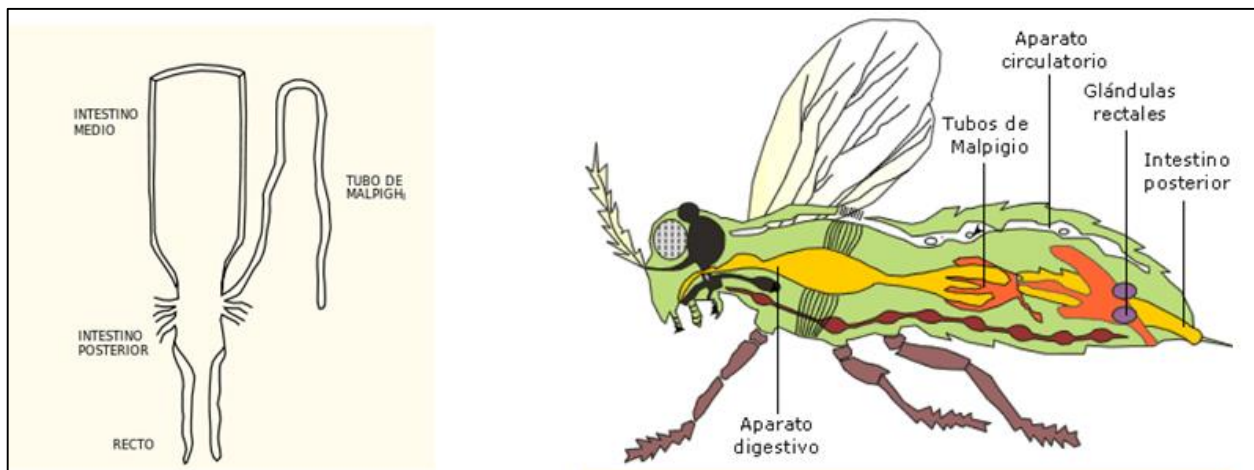


Ilustración 12. Tubos de Malpighi

- **Glándulas verdes:** presentes nos crustáceos, situadas na cabeza na base das antenas. Nestas glándulas o líquido do medio interno fíltrase a un túbulo onde se absorben as substancias de proveito. Os refugallos son expulsados a través do poro excretor no que remata a vexiga que se dispón a continuación do túbulo.

2.2 Excreción en vertebrados

Nos vertebrados existen moitas estruturas corporais poden realizar a función de excreción de substancias tóxicas. Entre elas, destacan:

- **Pel:** verte substancias de refugallo ao exterior a través das glándulas sudoríparas.
- **Aparato respiratorio:** ademais do CO₂ producido no metabolismo celular tamén expulsa outras substancias non desexadas dispersas na humidade do aire expirado.
- **Aparato urinario:** elimina substancias nitroxenadas e axuda no mantemento da homeostase ao regular a concentración de diversas substancias esenciais para a vida.
- **Outras estruturas:**
 - Fígado, verte ao intestino tóxicos metabólicos a través da bile.
 - **Glándulas do sal:** presentes en tartarugas e aves mariñas, están localizadas arredor dos ollos e eliminan o exceso de sal

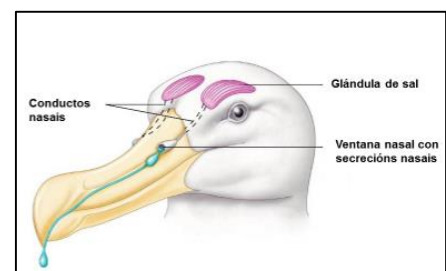


Ilustración 16. Glándulas do sal

Anatomía do aparato urinario

Os órganos encargados de filtrar o sangue e eliminar os produtos de refugo son os **riles**. Son órganos pares aloxados na cavidade abdominal, formados por túbulos renais. Neles fórmanse os ouriños por filtrado e reabsorción do sangue. Nos réptiles, aves e mamíferos, os ouriños formados discorren polos **uréteres** cara unha **vexiga** que os conduce ao exterior a través dun tubo chamado **uretra**.

Nos mamíferos os riles están constituídos por uns dous millóns de túbulos denominados **nefróns** que permitan a formación dos ouriños. Ademais os riles albergan as **arterias**, que transportan o sangue cara as nefróns para ser filtrada, e as **veas**, que recollen os produtos reabsorbidos, incorporándoos á circulación xeral.

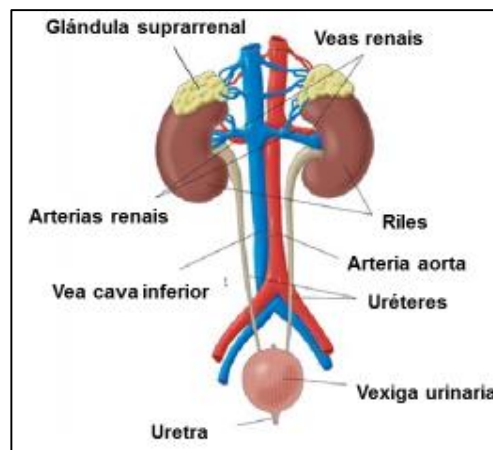


Ilustración 13. Anatomía do aparato urinario

Nun **corte lonxitudinal dun ril** diferéncianse as seguintes capas:

- **Cápsula:** capa fibrosa e transparente que se adhire directamente á superficie do ril e que proporciona unha forte barreira ante as infeccións que poidan afectar aos tecidos que están rodeando aos riles.
- **Codia:** ten aspecto granuloso e aproximadamente un centímetro de grosor. Presenta unha serie de prolongacións cara o interior denominadas columnas renais. Contén os glomérulos e os túbulos proximais e distais dos nefróns.
- **Medula:** estruturase en seccións de forma cónica denominadas pirámides renais ou de Malpighi. Estas ábrense cara o uréter para sacar os ouriños do ril. Nesta porción tamén se atopan os tubos colectores e a asa de Henle.
- **Pelve renal:** ten forma de funil. A esta zona acoden os ouriños para ser expulsados a través do uréter que se sitúa a continuación.

Ademais, sobre cada un dos riles existe unha **cápsula suprarrenal** que forma parte do sistema endócrino.

Os **nefróns** son tubos sinuosos rodeados dun capilar sanguíneo no que se diferencian as seguintes partes:

- **Cápsula de Bowman:** é o extremo inicial do nefrón, ensanchado e con forma de copa, que recolle o líquido filtrado dos capilares do glomérulo.
- **Túbulo contorneado proximal:** zona tortuosa onde se produce a reabsorción de substancias disoltas no líquido filtrado e que son necesarias para o organismo, polo que pasan de novo ao sangue.
- **Asa de Henle:** é un tramo estreito e curvado, en forma de U, onde se concentra o líquido que circula pola nefrón. Está rodeado de vasos sanguíneos.
- **Túbulo contorneado distal:** outra zona tortuosa, onde continúa a reabsorción de substancias e aumenta a concentración do líquido circulante. Desemboca no túbulo colector.

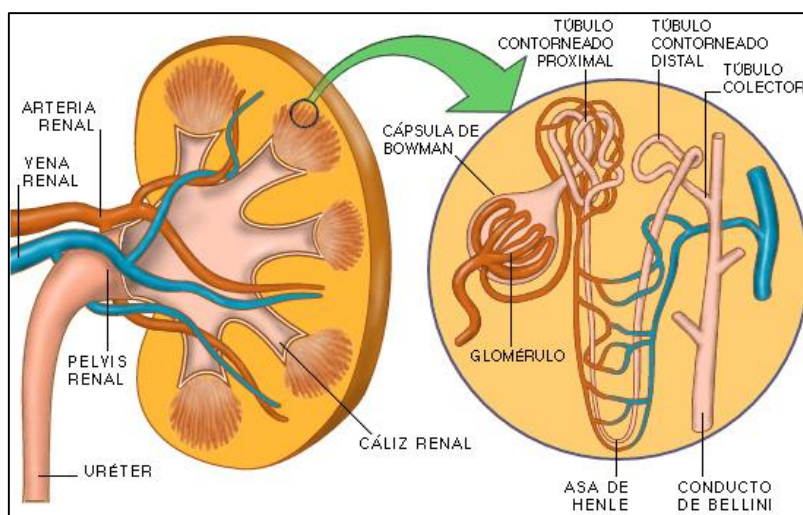


Ilustración 14. Anatomía do ril e do nefrón

Formación dos ouriños no nefrón

A excreción de produtos de refugo no ril é levado a cabo polos nefróns e consiste na filtración do sangue seguida de varias etapas de reabsorción e secreción de substancias que o organismo pode aproveitar ou que debe expulsar. As etapas son as seguintes:

- **Filtración glomerular:** o sangue que entra ao ril a través da arteria renal fítrase no glomérulo aloxado na cápsula de Bowman por diferenza de presión. O líquido filtrado cara o interior do nefrón pasa ao túbulo proximal e ten un aspecto similar ao do plasma, sanguíneo, presentando tanto substancias útiles como substancias que se deben eliminar. As partículas que quedan retidas nos capilares trala filtración son principalmente proteínas e algunhas células.
- **Reabsorción tubular:** nos túbulos proximal e distal recupéranse substancias útiles para o organismo, como a glicosa ou ións minerais. A cantidade de ións recuperados pode variar co fin de manter o equilibrio osmótico do sangue.
- **Recuperación da auga:** a elevada taxa de filtrado que ocorre a nivel dos riles implica unha perda de auga que non é tolerable polo organismo. Por este motivo, a maior parte da auga recupérase mediante osmose na asa de Henle. A cantidade de auga que se elimina ou se recupera é controlada dende o ril grazas á regulación hormonal.
- **Secreción tubular:** no túbulo contorneado distal secrétanse substancias que non foron filtradas no glomérulo pero que interesa eliminar porque teñen unha alta concentración no sangue ou porque son tóxicas (hidróxeno, potasio, substancias tóxicas). Estas substancias secretáanse desde os capilares que rodean ao túbulo contorneado ata o seu interior.

Licenzas das ilustracións

Ilustración	Recurso
Ilustración 1. <i>Tipos celulares no sangue e relación entre a circulación sanguínea e linfática.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 2. <i>Principais tipos de vasos sanguíneos.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 3. <i>Vaso contráctil de anélidos e corazón tubular de artrópodos.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 4. <i>Aparato circulatorio en poríferos.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 5. <i>Aparato circulatorio en artrópodos.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 6. <i>Aparato circulatorio en cefalópodos.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 7. <i>Circulación dobre incompleta e completa.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 8. <i>Circulación en peixes.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 9. <i>Circulación en réptiles.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 10. <i>Circulación en crocodilos, aves e mamíferos.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 11. <i>Corazón humano.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 12. <i>Ciclo cardíaco.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 13. <i>Protonefridio.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 14. <i>Metanefridio.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 15. <i>Tubos de Malpighi.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 16. <i>Glándulas do sal.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 17. <i>Anatomía do aparato urinario.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.
Ilustración 18. <i>Anatomía do ril e do nefrón.</i>	Procedencia: Guías para o bacharelato (LOMCE), Consellería de Cultura, Educación, Formación Profesional e Universidade.