

# Transport intern

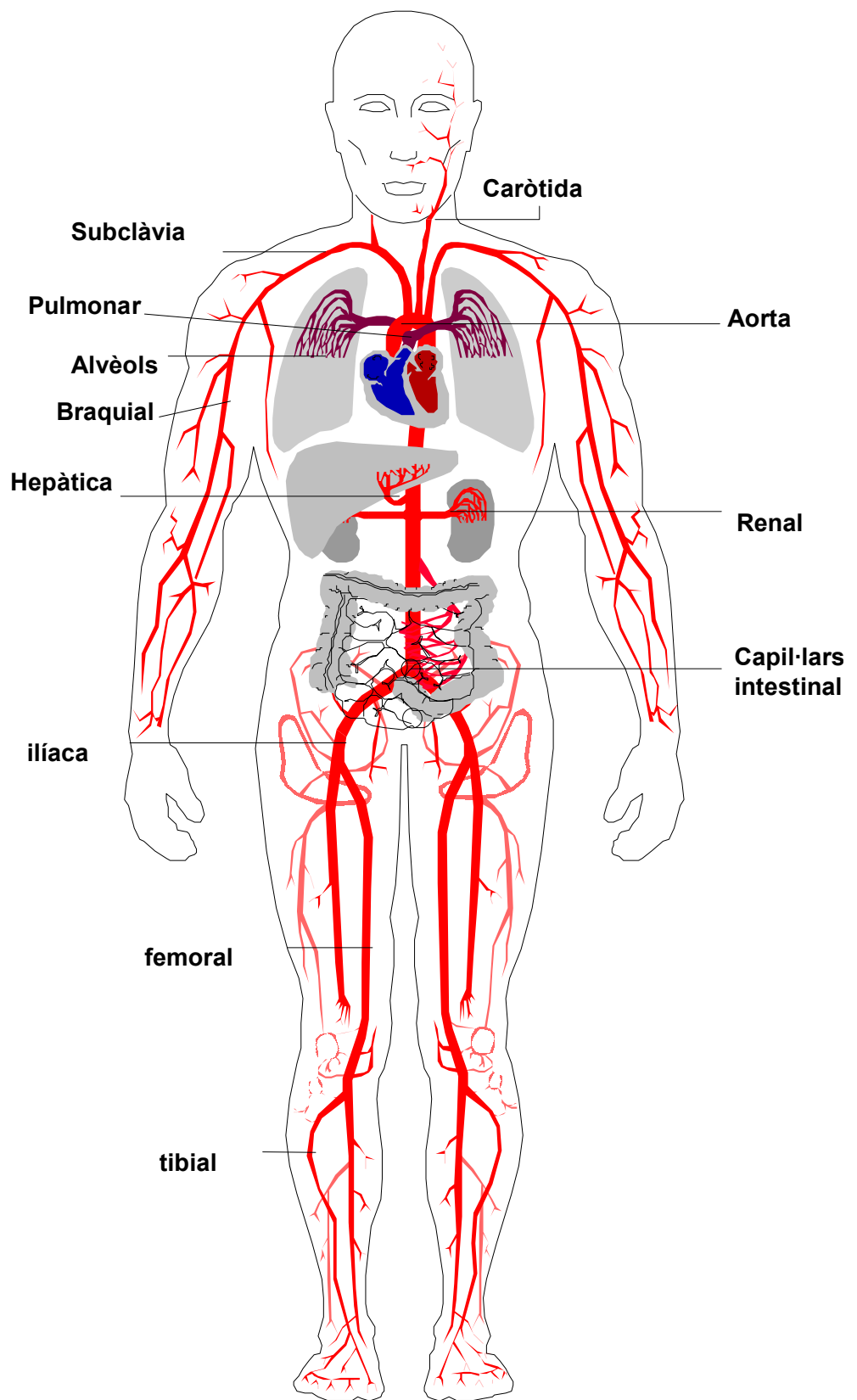
## 1. Què fa l'aparell circulatori?

Ja hem vist que les cèl·lules de tot el cos han de rebre materials (com els aliments i l'oxigen) per mantenir-se i per obtenir l'energia que els permetrà funcionar. També cal retirar d'elles els productes que s'hi produeixen (siguin necessaris o no). Cal doncs que existeixi un sistema de transport que faci aquesta feina constantment i eficaçment. És l'aparell circulatori, que utilitza com a vehicle la sang impulsada pels batecs del cor i, com a vies de distribució, els conductes o vasos sanguinis.

Hem d'afegir que la sang, a més del transport de gasos i aliments, arrossega substàncies reguladores del funcionament del cos, com són les hormones, i conserva la constància en la composició química del nostre organisme. També transporta cèl·lules que ens defendran de possibles infeccions. I, finalment, reparteix el calor corporal d'una manera uniforme.



## 2. Un cop d'ull



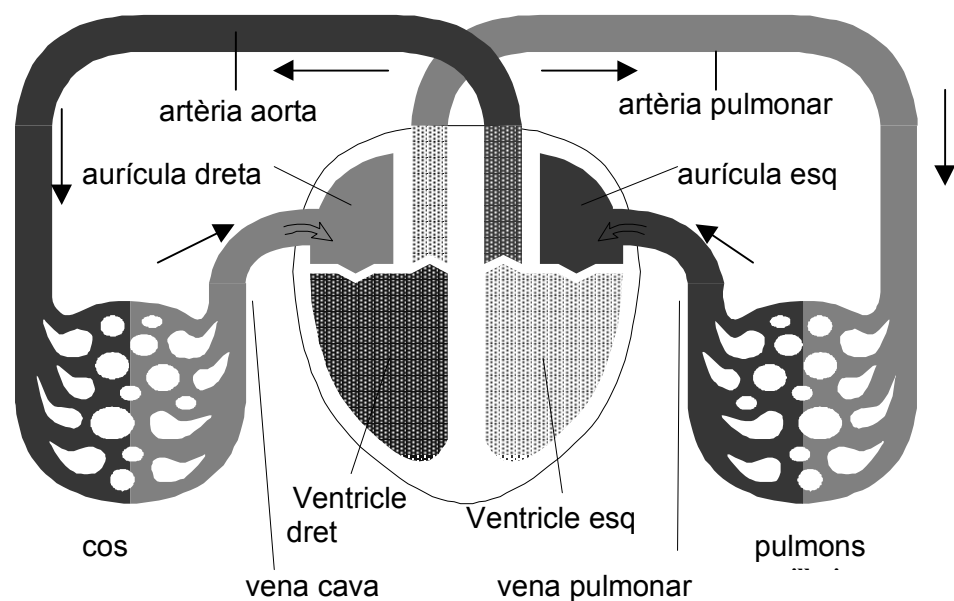
### Sistema arterial

El *cor* és un orgue buit que impulsa la sang d'una manera intermitent, però a alta pressió, a través d'uns vasos sanguinis anomenats *artèries* cap a tots els orgues i

teixits del cos. Un cop hi arriba les artèries es ramifiquen en conductes cada cop més estrets, les *arterioles*, fins arribar a tenir el diàmetre d'un cabell: són els *capil·lars sanguinis*. Els capil·lars tenen les parets tan primes que les substàncies poden difondre des de la sang fins a les cèl·lules i d'aquestes cap a la sang. En acabat, la sang es va recullin en una altra xarxa de petits tubs dits *venúles* que la porten de tornada a vasos més grans, les *venes*, que finalment la menen cap al cor on rebrà un nou impuls.

Les parets de les artèries són resistents, elàstiques i es poden distendre, fets que els permeten convertir el treball intermitent del cor en un flux continu de sang pels capil·lars. En la xarxa de capil·lars la sang perd pressió i quan arriba a les venes, les parets de les quals són poc resistents i elàstiques, hi ha d'haver un seguit de *vàlvules* que impedeixin que la sang pugui retrocedir per la manca de pressió. Però hi ha més diferències entre venes i artèries. En efecte, la sang que condueixen també és diferent. La *sang arterial* que surt del cor té més pressió que no pas *la sang venosa* que hi entra. Veurem, però, que del cor també surt sang venosa per l'artèria pulmonar.

Per tal d'impedir que la manca de pressió produeixi un embassament de sang als pulmons trobem que hi ha un doble circuit circulatori, la circulació major i la circulació menor, impulsat per un únic cor que funciona com una doble bomba impulsora.



- La circulació major és el circuit que recorre la sang quan surt de la part esquerra del cor per adreçar-se a totes les parts de cos. D'aquí retorna al cor i hi penetra per la part dreta. La sang arterial aquí es rica en oxigen (és de color vermell viu) y la venosa porta molt de gas carbònic (i és de color vermell més fosc).
- La circulació menor és el circuit que segueix la sang quan surt de la part esquerra del cor per anar als pulmons i retornar a la part dreta del cor. La sang que passa per l'artèria és pobre en oxigen, tot i que té molta pressió, mentre que la que passa per la vena és rica en oxigen, tot i tenir poca pressió.

### 3. La sang

La sang és un líquid vermell i opac constituït per una part líquida, el *plasma sanguini*, en la que hi ha suspeses les *cèl·lules sanguínies*. S'estima que en un adult hi ha uns 5 litres de sang. Després d'una extracció i si la sang no es deixa coagular, sinó en repòs o se centrifuga, les cèl·lules van sedimentant i separant-se del plasma. *L'hematòcrit* és el percentatge del volum de sang ocupat pels glòbuls vermells (els més abundants). Els valors normals són el 40% pels homes i 36% per a les dones.

- El plasma sanguini és un líquid format principalment per aigua (90%) en la que hi ha dissoltes proteïnes (un 7%) com ara l'albumina, les globulines o el fibrinògen. També hi ha dissolts hidrats de carboni com la glucosa, lipoproteïnes com les que duen el colesterol, hormones, minerals i substàncies de rebuig (com la bilirrubina).
- Les cèl·lules sanguínies poden ser de tres tipus:

**Glòbuls vermells o eritròcits:** són els més abundants, a cada mm<sup>3</sup> de sang n'hi ha uns 5 milions (4'5 a les dones). Són un tipus de cèl·lules sense nucli amb forma de disc aplanat de 7'5 mil·lèsimes de mm de diàmetre. La seva missió principal és transportar l'oxigen, i ho fan perquè contenen una substància, dita *hemoglobina*, que s'uneix a l'oxigen en els alvèols pulmonars i l'allibera prop dels teixits del cos que el necessiten. També contenen un enzim que afavoreix que el gas carbònic es dissolgui millor en el plasma sanguini i pugui ser expulsat. La seva vida és de 3 o 4 mesos, després moren i són retirats de la sang pel fetge o la melsa, però se'n fabriquen de nous a la medul·la dels ossos llargs (nens) o dels esponjosos (adults).

**Glòbuls blancs o leucòcits:** no són massa abundants (uns 7.000 per mm<sup>3</sup>) perquè utilitzen la sang només com a medi de transport cap a la seva destinació definitiva, que són els òrgans i teixits del cos. Són els responsables de la defensa del nostre organisme davant d'infeccions i de la immunitat. Els leucòcits són cèl·lules completes amb la propietat de poder travessar la paret dels capil·lars sanguinis, de desplaçar-se pels teixits i destruir partícules estranyes al cos (*fagocitosi*).

Tipus de leucòcit	Característiques	Lloc de producció
Granulòcit		Medul·la òssia
neutròfil	Mida mitjana. Fagociten microbis.	
eosinòfil	Grans (14 micres). Eliminen productes després de les inflamacions.	
basòfil	Petits (8 micres). Alliberen un anticoagulant i l'histamina.	
Limfòcit	Poc moviment, no fagociten	Medul·la òssia i sistema limfàtic
Limfòcit B	Fabriquen anticossos circulants	melsa
Limfòcit T	Fabriquen substàncies que destrueixen proteïnes estranyes.	tim
Monòcit	Cèl·lules immadures, als teixits creixen fins a 80 micres i es diuen macròfags. Fagociten microbis.	Medul·la òssia

**Les plaquetes o trombòcits:** són relativament abundants, unes 300.000 per mm<sup>3</sup> de sang, i molt petites, unes 4 micres de diàmetre. No són cèl·lules completes, sinó fragments de cèl·lules gegants de la medul·la òssia plens de substàncies destinades a coagular la sang i evitar així hemorràgies. Tenen la propietat d'adherir-se a qualsevol superfície: una altra plaqueta, parets dels vasos sanguinis, fibres de proteïna, etc. formant així agregats de plaquetes que formen un petit tap que repara l'escapament.

#### 4. Gelar-se la sang a les venes

La coagulació de la sang és un complex procés en el que intervenen tant proteïnes del plasma com les plaquetes. S'inicia amb l'adhesió de plaquetes per la seva superfície gràcies a la presència del fibrinògen del plasma. Aleshores la paret de la plaqueta es torna fràgil i acaba trencant-se, alliberant així el seu contingut de substàncies que contribueixen a formar una mena de xarxa de proteïnes que impedeixen passar als glòbuls sanguinis, impedit així més pèrdues.

Contínuament es produeixen petites hemorràgies a l'interior dels vasos sanguinis del nostre cos sense que nosaltres ni ens n'adonem. El bon funcionament de la coagulació sanguínia permet que es reparin immediatament els vessaments amb la formació dels *trombes* i no hi hagi pèrdues importants de sang.

*L'hemofília* és una malaltia genètica en la que les persones afectades no poden fabricar una de les proteïnes implicades en la coagulació, per la qual cosa són incapaces d'aturar hemorràgies si no prenen medicació.

Les *trombosis* són formacions de trombes a l'interior de vasos sanguinis en els que s'hi acumulen substàncies que els confereixen rugositat. Al no ser prou llisos aquests vasos, algunes plaquetes poden iniciar la formació d'un trombe on en realitat no hi ha cap hemorràgia. De forma que es tapa el vas i s'impedeix la circulació de sang a partir d'aquest punt. Això deixa zones del cos sense oxigen ni aliment, fet que causa la mort de les cèl·lules dels teixits que han perdut reg sanguini. Si passa en el cervell es parla d'una "embòlia" o *hemiplegia*, i si passa en l'artèria coronària d'una "angina de pit" o un *infart de miocardi*.

**Els grups sanguinis** són deguts a la existència a la superfície dels glòbuls rojos de substàncies específiques que la sang reconeix com a pròpies. Si en una transfusió sanguínia s'introdueix sang d'un grup sanguini diferent, la sang del receptor fabricaria substàncies de defensa que provoquen un "rebuig" enfront la sang estranya.

Els principals grups són l' AB0 i l' Rh. Una mare Rh- pot engendrar un fill Rh + perquè aquest factor és un caràcter heretable i el fill el pot haver-lo rebut del pare. Si es tracta del primer fill no hi ha massa problemes, però un segon fill d'aquestes característiques faria que la sang de la mare rebutgés la del fill. És el que se'n diu la "malaltia hemolítica del nadó".

El sistema AB0 és independent del Rh però també és degut a un caràcter heretable.

A la taula tenim totes les *possibilitats de transfusió sanguínia*:

		donant			
		0	A	B	AB
receptor	0	sí	no	no	no
	A	sí	sí	no	no
	B	sí	no	sí	no
	AB	sí	sí	sí	sí

Les persones del grup 0, com que poden donar sang a tothom, són "donants universals". L'AB pot rebre sang de tothom i se'n diu "receptor universal".

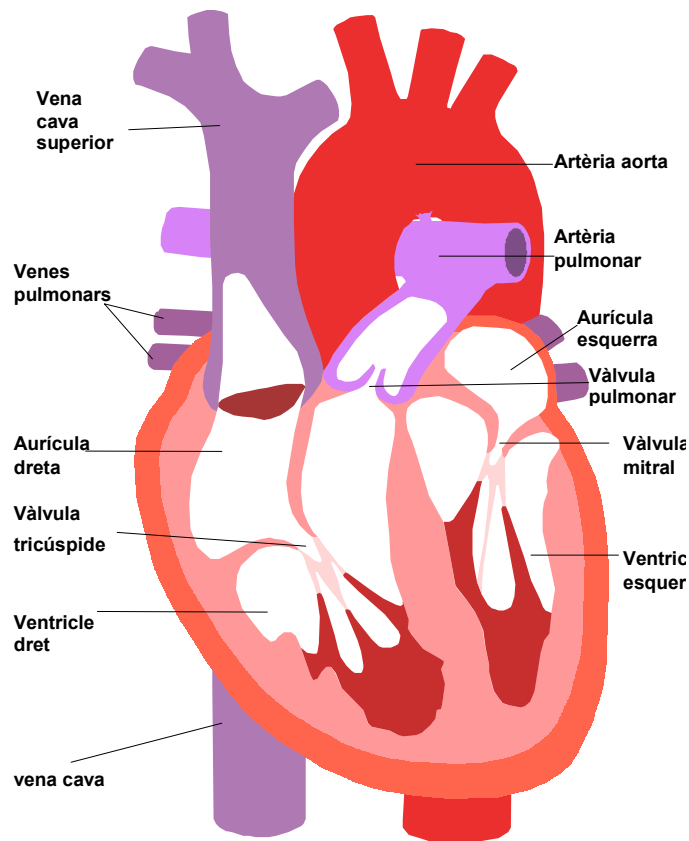
## 5. Tenir un bon cor

El cor és un orgue format per un tipus molt especial de múscul, l'anomenat *miocardi*, que té com a característica el fet *d'autoestimular-se* a intervals de temps regulars. La freqüència de la contracció pot variar per l'arribada *d'impulsos nerviosos involuntaris*, mai de forma conscient. A més té la peculiaritat que necessita un cert *temps per tornar a contraure's* després d'haver realitzat una contracció, de manera que el cor treballa tant com una bomba d'impulsió de la sang quan el miocardi es contrau, com d'aspiració, quan aquest múscul es relaxa. Com que mai s'atura (en vida nostra) les cèl·lules del miocardi necessiten un bon reg sanguini que contínuament els dugui oxigen i aliment. Per això hi *ha l'artèria coronària* que envolta i distribueix la sang pel propi cor.

Interiorment el cor està dividit en quatre cavitats: dues aurícules (A) i dos ventricles (V). Cada A es comunica amb el V del seu costat (dret o esquerre) mitjançant una vàlvula que s'ha d'obrir només en el sentit d'A a V i mai a l'inrevés.

La sang venosa que prové del cos i ve carregada amb el gas carbònic entra a l'A dreta a través de la *vena cava*, aleshores passa al V dret que l'impulsa amb pressió cap als pulmons després d'haver forçat la *vàlvula pulmonar*, que guarda l'entrada de l'artèria pulmonar.

De la mateixa manera, la sang arterial rica en l'oxigen que ha pres en els pulmons, entra a l'A esquerra per la *vena pulmonar*, passa al V esquerre i d'aquí surt amb gran pressió per l'*artèria aorta* que la distribuirà per tots els vasos de la circulació general del cos.



Les aurícules actuen només com a simples bombes d'encebament per omplir els dos ventricles i per això les seves parets són primes. Pel contrari, les parets dels ventricles són molt musculoses per la feina que han de realitzar. Tot i això les del V dret són una mica més primes que les del V esquerre.

## 6. El cor bategant

*El batec cardíac* s'origina en un punt de la paret de l'A dreta on hi ha les *cèl·lules marcapassos*, després l'impuls és conduït a l'A esquerra i a continuació són estimulats els dos V. Normalment el nombre de batecs és de 70 per minut, però el sistema nerviós en pot modificar el ritme fins assolir els 180 per minut en cas d'esforç o emoció forts.

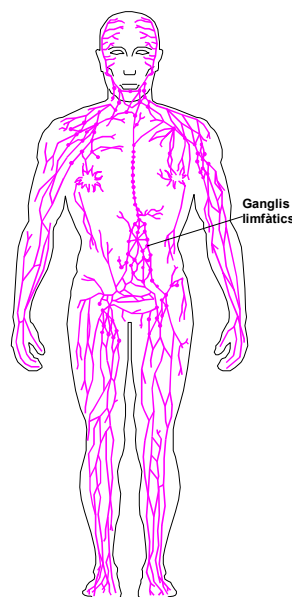
Cada 8 dècimes de segon neix a l'A dreta un impuls cardíac que fa que es contrauguin les dues A (*presístole*) i es forci la tramesa de sang als dos V. A continuació es

produeix la contracció dels dos ventricles, anomenada sístole, amb la qual s'expulsa la sang cap a les artèries a la pressió màxima: 120 mm de mercuri (popularment 12). En acabat els dos V es relaxen, la diàstole, i la pressió cau fins al mínim de 80 mm de mercuri (popularment 8). No cau del tot perquè les parets elàstiques de les artèries la sostenen en aquest valor mínim. Ara la sang que flueix des de les venes omple les dues A i els V fins que neix un nou impuls que iniciarà un altre cicle del cor, un altre batec.

## 7. Bons humors

El plasma de la sang, quan arriba als capil·lars, pot travessar les parets i regar les cèl·lules. Però després cal que retorni a la circulació general de la sang. Hi ha un sistema, el *limfàtic*, que recull i condueix la *limfa* cap a la sang. El sistema limfàtic també és l'encarregat de recollir els nutrients absorbits per l'intestí prim cap al fetge. La limfa és el medi de transport de moltes substàncies (com aigua, proteïnes i minerals) des de l'espai que queda entre les cèl·lules dels teixits fins a la sang. S'hi troben moltes proteïnes que permeten la coagulació sanguínia i també algunes cèl·lules del sistema immunitari, com els limfòcits.

En el sistema limfàtic, a més dels conductes, hi trobem els ganglis limfàtics, llocs de filtració de la sang i alguns òrgans, com ara el tim o la melsa, on maduren els limfòcits produïts al moll de l'os.

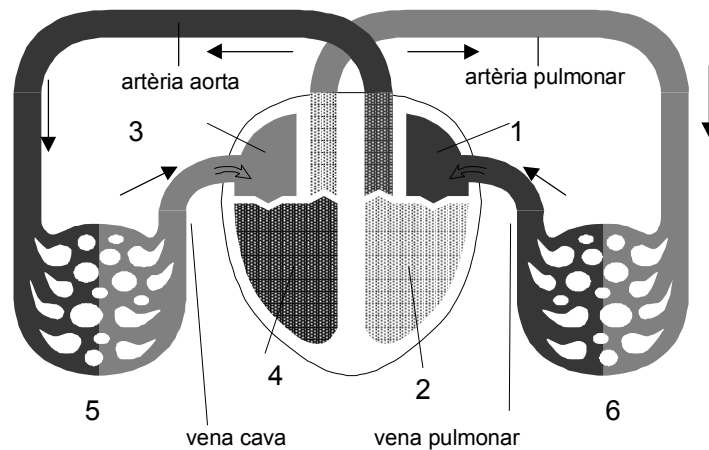


## Activitats

1. La funció de la circulació sanguínia és el transport de substàncies i calor per tot l'organisme. Escriu el nom d'almenys quatre substàncies transportades per la sang:

2. Explica les diferències anatòmiques i funcionals d'artèries i venes.

3. Escriu els noms a les parts assenyalades:



1.-

2.-

3.-

4.-

5.-

6.-

4. Explica tot el que sàpigues de cada tipus de cèl·lula de la sang:

- glòbuls rojos:

- glòbuls blancs:

- plaquetes:

5. Completa els buits amb la paraula escaient:

La sang que ve del cos entra al cor per la vena ..... Un cop dins la .....  
travessa la vàlvula ..... i entra al ..... d'on és impulsada cap als  
..... Un cop ha intercanviat els gasos que transporta, la sang es dirigeix de nou  
al cor però ara entra a ....., travessa la vàlvula .....  
i passa al ..... que, quan es contrau, impulsa la sang amb força per  
l'artèria ..... que la distribueix per tot el cos.

## 6. Digueu si són Vertaderes (V) o Falses (F) aquestes afirmacions:

- Les artèries tenen vàlvules que impedeixen el retrocés de la sang.
- Les artèries tenen les parets elàstiques de forma que quan el cor no impulsa la sang elles mantenen el flux sanguini.
- Si en una ferida es talla un artèria la sang surt a borbotons.
- Per prendre el pols cal trobar una vena.
- La circulació menor segueix el circuit: cor → pulmons → cor
- El plasma sanguini transporta dissolt al gas carbònic.
- Els glòbuls rojos transporten l'oxigen.
- Hi ha 5 milions de glòbuls rojos en un mil·lilitre de sang.
- Els glòbuls rojos es formen a la medul·la espinal.
- Els glòbuls blancs transporten l'aliment a la sang.
- El pus és l'acumulació de cadàvers de plaquetes després d'una infecció.
- Les plaquetes intervenen en la coagulació de la sang.
- L'hemofilia és una malaltia que transmeten els gossos rabiosos.
- Quan es forma un trombe en una artèria la sang no pot circular a partir d'aquí i moren els teixits per manca de reg sanguini.
- Les persones del grup sanguini 0 són "receptors universals" perquè accepten sang de qualsevol altre grup.
- El miocardi és un múscul que s'autoestimula.
- Les artèries coronàries envolten el cervell com si fossin una corona.
- La sang venosa circula per venes i conté poc gas carbònic.
- La sang arterial té pressió però la venosa no.

- La sang que circula per l'artèria pulmonar és rica en oxigen.
- La sang que circula per l'artèria aorta conté molt oxigen, poc gas carbònic i circula a molta pressió.
- Les parets del ventricle dret són més gruixudes que les de l'esquerre perquè el dret bomba sang a tot el cos, mentre que l'esquerre només cap als pulmons.
- Les aurícules tenen parets primes perquè només han d'injectar sang als ventricles.
- Hi ha un punt de l'aurícula dreta on s'origina l'impuls cardíac que farà contraure's el cor.
- El nombre normal de batecs és d'uns 70 per minut.
- Quan ens prenem el pols contem les vegades que es contrau el cor.
- Els pols es pot prendre a qualsevol vena del braç, del coll, etc.
- La pressió sanguínia es pren al braç esquerre perquè està més a prop del cor.
- La pressió sanguínia màxima correspon a la contracció del cor.
- El sistema nerviós pot alterar el nombre de batecs del cor.
- A la contracció dels ventricles se li diu sístole.
- Quan ens prenem el pols contem les diàstoles.
- A la diàstole el miocardi es relaxa.
- La pressió sanguínia mínima no cau a 0 quan el cor no bomba gràcies a les artèries.