

PINCELADAS SALUDABLES XVII

VÍAS FLUVIALES DE DISTRIBUCIÓN Y RECOLECCIÓN: LINFA Y SANGRE. (AGUA)

DE QUE SE TRATA:

Después de completar el estudio de la interrelación de los sistemas biológicos productores y consumidores de vida, nos corresponde inquirir en el que media entre el mundo exterior y el interior, suministrando a las células los ingredientes vitales, recolectando sus desechos y, además, brindando un medio rápido y efectivo para el desplazamiento de los ejércitos que nos defienden de las sustancias dañinas.

No deja de ser curioso que este medio sea fluvial y que su composición sea similar a el agua del mar.

El Sistema Cardiovascular ha sido siempre misterioso. Sólo en 1628 se descubrió que era “circulatorio”. Sólo en 1940 se empezaron a salvar vidas en las transfusiones de sangre. ¿Cuándo se divulgará la relación entre los antígenos de la sangre y de los alimentos?

Su influencia sobrepasa lo biológico... ¿habrá algún órgano que llame la atención de poetas, músicos, filósofos o personas comunes tanto como lo ha hecho el corazón?... ¿o la sangre incursionando hasta en lo religioso?...

Se teoriza que si se abrevian los períodos de contracciones auriculares y ventriculares en fracciones de segundos, las expectativas de vida aumentarían en un 50%...

El gran misterio es que como algo que veneramos al punto de enarbolarlo como símbolo del amor y de la vida, lo descuidemos tan irresponsablemente que nos causa más de la mitad de las muertes.

También tardó mucho el descubrir el origen y funcionamiento de la linfa y aún falta mucho por descubrir en sus aguerridos componentes que defienden al organismo de los contaminantes que nosotros, no tan inocentemente, le proveemos.

TEXTO:

Rev. 0 08.07.30

A estas alturas, ya deberíamos tener una idea clara de lo que es este pequeño universo llamado cuerpo humano.

Su población de 600 mil millones de células, 100 veces mayor que la de la tierra, necesita servicios domiciliarios. Ya hemos sido testigos de cómo algunos de nuestros sistemas han construido sus caminos privados para satisfacer sus necesidades específicas... que pase el aire, que salga la orina, que se transmitan mensajes electro-químicos, etc.; pero lo privado es privado, necesitamos una red pública global.

El Gran Diseñador creó dos magníficos sistemas 'fluviales' que, sin ningún tipo de discriminación, permiten llegar a cada célula, procurándoles abastecimiento, recolección de basuras, asistencia médica... y hasta servicio funerario.

Veamos primero en que consisten estos viaductos y después examinemos como funcionan.

Comencemos con el **Sistema Linfático**.

¿Describirlo en una frase?... es el sistema de limpieza, drenaje; la alcantarilla del cuerpo. No pongan esas caras de asco, alégrense y den gracias de que contamos con él pues, una de sus funciones, es recolectar todos los sub-productos inútiles y los desechos de la actividad celular.

Está formado de vasos linfáticos con válvulas en sus paredes internas que evitan reflujos del líquido de aspecto acuoso que circula por ellos, se le conoce como... fluido linfático o linfa (*agua clara*) de composición parecida al suero sanguíneo. Mientras el 90% del agua sobrante de la actividad metabólica retorna a la sangre, el 10% restante —exudado por la presión arterial a los intersticios intercelulares— es absorbido por los capilares linfáticos junto con los cadáveres de bacterias muertas y residuos químicos drenados de la actividad fisiológica, especialmente de la muscular. Los capilares se entroncan en dos ductos linfáticos, el derecho y el izquierdo, que finalmente desembocan en la vena subclavia.

Las paredes de los capilares linfáticos son muy delgaditas y altamente permeables para facilitar el paso de lo que no se quiere en la sangre.

Una linfa especial es la del intestino, cuyos vasos quilíferos absorben el producto de la digestión de las grasas.

El sistema linfático, a diferencia del sanguíneo, no tiene una bomba única impulsora de circulación sino que se mueve aprovechando automáticamente los ecos de los latidos del corazón y, principalmente, los movimientos musculares (no quisiera insultarlos diciéndoles algo que ya habrán percibido que, a falta de trabajo físico, el ejercicio físico sistematizado, es necesario para facilitar la eliminación de 'basuras').

Constantemente circulan en nuestro cuerpo entre 1 y 2 litros de linfa.

Una característica notable de este sistema es que en más de 100 puntos 'estratégicos' se localizan unas pequeñas protuberancias, llamadas nodos o ganglios, son del tamaño de una lenteja o de un poroto y capaces de atrapar a los gérmenes que se infiltran en el sistema. En el Sistema Inmune se detallará como estos gérmenes son neutralizados o destruidos por los linfocitos (cito = célula), glóbulos blancos especializados en defensa.

Mencionemos, como curiosidad científica 'ilustrativa', que cuando los nodos fueron descubierto se le bautizó como "glándulas", debido a su parecido con las bellotas. Posteriormente se descubrieron 'otros' nódulos, que segregaban sustancias y, por extensión, también se les llamo glándulas. Cuando se comprendió la gran diferencia, se decidió 'aclarar' las denominaciones: glándulas a las secretoras y nodos a los filtros linfáticos... ¿bellotas secretoras?

A todos se nos ha hinchado un ganglio cuando hemos tenido una infección, esto se debe a la cruenta batalla que se está librando en el interior de los ganglios.

El sistema linfático es bastante más complejo de lo que estamos reseñando, pues incluye al bazo, al timo, a las amígdalas y a los adenoides cuyos trabajos de protección de nuestras saludes veremos en la Pincelada dedicada al Sistema Inmune.

El otro viaducto es el **Sistema Cardiovascular o Circulatorio**.

Está compuesto por una malla de arterias ramificadas en arteriolas y estas en vasos capilares que se entroncan en venas y... el corazón; punto de partida y de llegada de los circuitos pulmonar y sistémico. La malla de 'arbustos' entrelazados cubre una superficie de unos 4 500 cm² y si se alinease se extendería por unos 100 Km.

Las **arterias** (llamadas así porque los griegos, al verlas vacías en los cadáveres, creyeron que eran conductos de aire) son tubos por los cuales 'transita' la sangre después de pasar por el corazón. Las arterias sistémicas distribuyen sangre oxigenada y con nutrientes a cada una de las células de los órganos y las arterias pulmonares transportan la sangre 'carbónica' (con anhídrido carbónico) a oxigenarse en los pulmones. Están conformadas por una capa exterior (túnica adventicia) que envuelve a un tubo de tejido muscular grueso (túnica media), separada de la capa exterior por una tela elástica, que tiene la responsabilidad de controlar el flujo de sangre mediante expansiones y compresiones, e internamente está protegido por otra capa elástica y por el endotelio (túnica íntima). *¿Por qué las arterias tienen esta configuración?*

La arteria mayor es la aorta que cuyo tubo tiene unos 3 cm. de diámetro.

El engrosamiento de las paredes de las arterias es una de las causas de la hipertensión.

Por razones naturales y por malos hábitos, las paredes de las arterias pierden flexibilidad, este endurecimiento –llamado arteriosclerosis- puede interrumpir el flujo de sangre al cerebro.

Las arterias se ramifican en **arteriolas**, vasos sanguíneos intermedios.

Sólo en 1628 se descubrió que las arteriolas se ramifican en más de 10 mil millones de **vasos capilares**, invisibles al ojo; cada capilar mide entre 0,5 y 1 mm de longitud y su diámetro máximo es de 0,2 mm, más delgado que un pelo; el diámetro mínimo es de 0,001 mm, justo para permitir que los glóbulos rojos pasen alineados. El espesor de las paredes de estos capilares es de una célula, facilitando así los procesos de osmosis, difusión y transporte activo.

Hasta esa fecha no se podía entender la procedencia de ‘tanta’ sangre; el descubrimiento de los capilares dio la clave para comprender de qué se trata de circulación continua.

La densidad capilar es mayor en los tejidos activos, tales como los músculos, hígado, riñones, que en los tendones y ligamentos.

Los capilares pueden ser destruidos por el calor pero tienen la propiedad de renovarse. El exceso de consumo de alcohol, entre otras razones, mata capilares, dejando manchas rojizas o violáceas en la piel.

Los capilares comienzan a entroncarse paulatinamente hasta converger en **venas** que culminan en las cavas superior e inferior, que –con excepción de las venas pulmonares- son las que llevan al corazón la sangre ya usada por el organismo.

En cualquier momento, la sangre circulando por las venas es del orden del 70 al 75% del total; un 10% en los capilares y cerca del 15% en las arterias.

La circulación de retorno en la venas es lenta debido a que la presión cardíaca baja a cero en los capilares, por lo tanto, no necesitan ser tan resistentes; su acción circulatoria es ayudada por los músculos que las circundan, por las pulsaciones de las arterias vecinas y por la respiración; además en las paredes interiores tiene unas lengüetas que impiden que la sangre se devuelva.

Las venas colapsan cuando están vacías.

Antes de ver quienes transitan por esta intrincada red 'fluvial' describamos, en pocas palabras, a quien hace posible esta circulación, el **corazón**.

(La dificultad es que el corazón es tan interesante... su desarrollo, su descubrimiento paulatino... su todo histórico y hasta filosófico; hasta me da pena el no compartir sus 'secretos' con ustedes... ¿cómo no contarles que la energía que el corazón utilizada en 70 años es equivalente a elevar 10 toneladas a una altura de 15 Km. o a la de un automóvil que de la vuelta al mundo en cuatro años o a levantar un peso de 30 Kg. a una altura de 30 cm... una energía que duplica a la de los músculos más poderosos?... tal vez sea motivo para un apéndice en el Programa "1-2-3, Aprender Jugando")

El corazón es un 'músculo hueco especial' de tres capas, combinación magistral de músculo esquelético y liso, del tamaño de un puño de unos 300 gr de peso que está ubicado y protegido en la caja torácica, ligeramente inclinado hacia la izquierda (*¡Viva!*).

Este músculo trabaja como una bomba (*a veces 'terrorista'*) que se contrae y relaja automáticamente unas 70 veces por minuto para enviar sangre a las arterias. *En una vida 'bombee' alrededor de ¡200 millones! de litros de sangre. Calculen la superficie que tendría una piscina de 2m de profundidad para contener esta cantidad de sangre.*

Con la intención de que traten de inferir postulados sobre la vida, les informo que el corazón de una golondrina late 600 veces por minuto, el de un conejo 200, el de una rana (sangre fría) 30 y el de un elefante 20 latidos por minuto.

El corazón está separado en dos por el músculo septum. El lado derecho es más pequeño y más débil pues sólo bombea la sangre que va a los pulmones; el lado fuerte impulsa a la sangre que va a todo el resto del cuerpo.

Cada lado del corazón tiene dos cámaras, las superiores son las aurículas (orejas) o atrios, que acumulan la sangre proveniente de las venas, y las inferiores son los ventrículos, los que al contraerse impulsan a la sangre hacia las arterias a razón de 70 a 100 ml de sangre en cada latido.

La unidireccionalidad del flujo sanguíneo está asegurada por el funcionamiento de válvulas: las atrio – ventriculares, la tricúspide entre la aurícula y el ventrículo del lado derecho y la mitral, en el lado izquierdo; y las semilunares: la pulmonar, entre el ventrículo y la boca de la arteria pulmonar, en el lado derecho, y la aórtica, en el lado izquierdo.

Estas válvulas se abren y cierran secuencialmente, con una precisión y regularidad que todo ingeniero electrónico envidia. Un ciclo de esta secuencia corresponde a un latido del corazón. Tradicional y prácticamente este ciclo cardíaco ha sido dividido en dos fases: sístole y diástole.

La sístole corresponde a la contracción y la diástole al reposo entre contracciones.

La sístole comienza cuando la onda que contrae al músculo empuja a la sangre contenida en cada aurícula en dirección a su respectivo ventrículo y termina cuando la sangre de los ventrículos es desplazada hacia las arterias.

Durante la diástole, el corazón se relaja y las aurículas se llenan de sangre para el latido siguiente.

Si han tenido la oportunidad de ver un electrocardiograma (ECG) apreciarán que el 'asunto' es más complejo; de hecho la onda mostraría hasta 5 fases, tres de ellas muy claras: la de contracción, ocupando un octavo del ciclo; la de relajo, que toma tres octavos, y la de descanso que corresponde a la mitad del ciclo. El 'asunto' podría ser de asombrosa relevancia; se teoriza de que si la contracción auricular se pudiese reducir en 0,08 seg. y la ventricular en 0,32 seg. La vida podría incrementarse ¡hasta en un 50%!... a veces no se sabe si hablamos de ciencia o de ciencia ficción.

Aunque el movimiento pulsatorio depende de la concentración de iones de potasio en la sangre pues son ellos los que –mediante impulsos eléctricos– estimulan automáticamente a los nodos (marca pasos naturales) en el tejido del corazón, es el bulbo raquídeo el que envía las señales nerviosas para que el latido se incremente o decremente (...*eso digo yo, en nadie se puede confiar demasiado*)

El latido cardíaco es lo suficientemente poderoso como para poder detectarlo en puntos alejados del corazón; por ejemplo, en la muñeca –donde la arteria radial pasa cerca de la piel– en el cuello –por donde pasa la arteria carótida– y en otros lugares menos accesibles. (*Eventualmente hasta puede hacer resonar a otro corazón... pero no corresponde hablar de amor en este momento*)

El pulso es considerado 'normal' si fluctúa entre 50 y 100 latidos por minuto; en los niños es alrededor de 85, en las mujeres de 80 y en los hombres de 71.

El pulso anormalmente acelerado se conoce con el nombre de taquicardia y puede ser ocasionado por bebidas estimulantes (café, té, mate...), drogas –lícitas e ilícitas– o como consecuencia de estados emocionales o somáticos, como ansiedad, iras, fiebre o... enfermedades del corazón (*Sí, incluido*).

La anomalía opuesta se conoce con el nombre de braquicardia o bradicardia.

También puede haber anomalías porque el ritmo del pulso varía, se les conoce, en general, con el nombre de arritmias.

Es conveniente controlar el pulso periódicamente.

Otras anomalías del sistema circulatorio incluyen a la arteriosclerosis, la hipotensión y hipertensiones, la trombosis, la vasodilatación, la angina pectoral.

El siglo XX pasará a la historia porque en él se realizaron los primeros trasplantes de corazón pues, aunque distintas partes de él laten a distinto ritmo, puede ser conservado “vivo”.

Paradójicamente, nos esperan con que podemos prolongar nuestras vidas con pequeñas reducciones en el ciclo cardíaco, y más de la mitad de las muertes en los países desarrollados son causadas por enfermedades cardiovasculares... *Pensemos*.

Hemos aprendido acerca de los sistemas de vitalidad del cuerpo humano; corresponde ahora completar el examen de los fluidos que circulan por ellos.

Ya describimos a la linfa, el medio empleado en el sistema linfático; es el turno de revelar al medio del sistema sanguíneo, la tantas veces mencionada – con disgusto de la señorita Vesícula- **sangre**.

Básicamente, la sangre es el tejido líquido –doblemente- intermediario entre el exterior y los tejidos pues lleva nutrientes y oxígeno a las células y trae sus catabólicos. Está formada de plasma, glóbulos rojos y blancos y plaquetas.

La sangre que circula por las arterias sistémicas tiene un color rojo brillante, en cambio, la que circula por las pulmonares es de un color azul violáceo oscuro. (*¿Recuerdan la historia de la “sangre azul”?*). El plasma toma un color lechoso después de que se haya comido alimentos ricos en grasa.

La velocidad de circulación de la sangre por las arterias principales es de 30 - 40 cm/seg. y disminuye a menos de 2 cm/seg en las arteriolas.

La cantidad de sangre en el cuerpo depende del tamaño de la persona; un adulto que pese 80 Kg. tiene cerca de 5 litros de sangre; un niño que pese la mitad, tendría 2,5 litros.

No todos tenemos sangres iguales; sólo en 1930 se descubrió que están tipificadas en O, A, B y AB; el más común es el O, seguido por el A. Esta

diferencia es importantísima, no sólo por sus implicaciones en las transfusiones sino que por su relación con los alimentos; esto lo veremos en detalle en una de las Pinceladas de la parte correspondiente a Nutrición.

Las transfusiones de sangre consisten en traspasar el tipo de sangre correspondiente (que no aglutine) a una persona que ha perdido grandes cantidades de ella por accidente o a causa de una operación o para reemplazar sangre enferma.

*Tanta gente murió hasta mediados del siglo XX en transfusiones inapropiadas; tanta gente hoy enferma por comer alimentos que aglutinan su sangre... Tiempo de recordar que **“Poco hay peor que la ignorancia en acción”**.*

Si una persona dona 0,5 litro de sangre, su cuerpo repone el plasma en unas pocas horas, pero toma semanas reponer los glóbulos rojos.

En 1940 se descubrió que las sangres pueden ser Rhesus positiva o Rh negativo; el nombre Rhesus se debe a que este factor fue descubierto en los monos Rhesus.

Una madre embarazada que tenga Rh- puede producir anticuerpos que dañan al feto, si este tiene Rh+... Aún hoy en día muchos segundo hijos mueren por esta causa.

Cerca del 85% de la población es Rh+

Hasta ahora se han determinado más 14 sistemas de agrupar a las sangres; se conocen 13 factores de cicatrización, y más de 60 antígenos distintos, lo que ha permitido –entre otras cosas- la verificación de paternidades.

El plasma es un fluido rojizo que representa al 55% del volumen de la sangre y – como era de esperar- de una composición similar al agua de mar: 90% de agua, 8% de amino ácidos y un 2% de los otros nutrientes, micro nutrientes, gases, hormonas, sales inorgánicas, enzimas y anticuerpos; es esta composición la que la hace viscosa, pegajosa y tres a cuatro veces más densa que el agua.

El 45% restante del contenido de la sangre son los glóbulos y las plaquetas.

Los glóbulos rojos o eritrocitos o hematíes son producidos en la médula de los huesos a una velocidad de 3 millones por segundo; tienen la forma de botones bicóncavos y planos para maximizar su superficie de intercambio de gases, y están hechos de una proteína roja llamada hemoglobina, la sustancia que -por contener átomos de hierro que ‘atraen’ a los de oxígeno y a los de anhídrido carbónico- permite que los glóbulos rojos intercambien oxígeno por

anhídrido carbónico en todas las células del cuerpo. Cada glóbulo rojo tiene hasta 260 millones de moléculas de hemoglobina.

Los glóbulos rojos también contienen enzimas que se requieren en algunos procesos químicos y están cargados con sistemas generadores de ATP, que no usan oxígeno.

Los eritrocitos no tienen núcleo y por lo tanto no se pueden reproducir; en sus 4 meses de vida pasan por varias etapas de maduración y después de recorrer cerca de 1 500 Km, son exterminados por los macrófagos (amebas especializadas en engullir y digerir material celular) en el hígado o en el bazo.

Una gotita de sangre, del tamaño de un punto (*Fig. 1*) contiene alrededor de 5 millones de hematíes.

o

Fig. 1

La deficiencia en glóbulos rojos se conoce con el nombre de anemia y se refleja en una disminución del nivel energético.

Los **glóbulos blancos** o **leucocitos** pueden ser de tres clases según tengan o no tengan gránulos en el citoplasma: en 7 000 leucocitos, los con gránulos serán 4 625 distribuidos en 4 500 **neutrófilos**, 25 **basófilos** y 100 **eosinófilos**; los 2 375 sin gránulos incluyen a 1700 **linfocitos pequeños**, 450 **monocitos** y 225 **linfocitos grandes**. En una gota de sangre se pueden encontrar hasta 250 000 glóbulos blancos (*Fig. 2*), uno por cada 700 eritrocitos. También se originan en la médula de los huesos.

En general, son células mayores que participan en la guerra contra los gérmenes infecciosos. Sus procesos los veremos en detalle en la Pincelada siguiente.

Sus deficiencias causan leucocitosis, leucopenias, y –la peor- leucemia.

Las plaquetas son células más pequeñas que los glóbulos rojos, de forma discoidal, ovalada o circular originadas por la fragmentación de los megacariocitos; en cada mm³ de sangre se encuentran, normalmente, 250 000 plaquetas.

Su función mayor está relacionada con el fenómeno de coagulación, el que detiene las sangradas y las hemorragias.

Los coágulos son mallas de fibrinas entrelazadas, esta proteína altamente especializada resulta de un complejísimo proceso secuencial de 13 factores.

Las plaquetas intervienen en la producción de serotonina.

Su deficiencia más conocida es la hemofilia.

Todas las enfermedades afectan a la calidad de la sangre y una sangre intoxicada envenena a las células, lo que a su vez, aumenta los desechos a eliminar por el linfa, orina y sudor.

La sangre se deteriora por la presencia de exceso de grasas, de sal, de café, de drogas, de azúcar, de alcohol y se postula que también por exceso de líquidos, incluyendo a la leche y al agua.

PAUTA:

- La población celular, 100 veces mayor que la terrestre, ha construido vías privadas para el aire, la orina y las transmisiones pero no son suficiente., necesita un servicio global y personalizado que les procure abastecimiento, recolección de basuras, asistencia médica... y servicio funerario. Para ello se crearon dos sistemas fluviales.
- El **Sistema Linfático** recolecta sub-productos y los desechos de la actividad celular.
- Está formado por los vasos linfáticos, con válvulas internas que eviten reflujos de la linfa, y por el bazo, el timo, las amígdalas y adenoides.
- Las paredes de los **capilares linfáticos** son muy delgadas y altamente permeables para facilitar el paso de lo rehusado por la sangre.
- El 90% del agua del metabolismo retorna a la sangre y el 10%, exudado por la presión arterial en los intersticios celulares, forma la linfa que circula por capilares linfáticos acarreando cadáveres de células y residuos químicos.
- No tiene una bomba tipo corazón sino que usa el **movimiento muscular** y los ecos de los latidos cardíacos (obvia la relación con ejercicios físicos)
- Constantemente circulan en el cuerpo entre 1 y 2 litros de linfa.
- Notable los cerca de 100 **ganglios o nodos** que, situados en lugares 'estratégicos', atrapan a los microorganismos que se filtran en el sistema y a los que destruye por medio de linfocitos, glóbulos especializados en defensa. Se hinchan con infecciones.
- El fluido linfático se entronca en dos ramas que desembocan en la vena cava superior.

- El otro viaducto es el **Sistema Cardiovascular o Circulatorio o Sanguíneo** es el de 'abastecimiento y de defensa'.
- Está compuesto por una malla de arterias, vasos capilares, venas –de 100 Km de ductos que cubren medio metro cuadrado de superficie- el corazón y la sangre.
- Las **arterias** (ductos de 'aire') son tubos que trasladan a la sangre desde el corazón.
 - Las **sistemáticas** distribuyen sangre oxigenada y con nutrientes a cada célula.
 - Las **pulmonares** transportan a la sangre 'carbónica' a oxigenarse en el pulmón.
 - Están formadas por:
 - o La túnica adventicia (capa exterior)
 - o Túnica media, tejido muscular grueso, recubierta exterior e interiormente por telas elásticas que controlan el flujo por medio expansiones y contracciones.
 - o Túnica íntima o endotelio (capa interior)
 - El engrosamiento de las paredes arteriales causa **hipertensión**. Razones naturales y malos hábitos causan **arteriosclerosis**, puede bloquear el paso de sangre al cerebro.
 - Las arterias se ramifican en **arteriolas**.
 - Las arteriolas se ramifican en 10 mil millones de **capilares**, invisibles al ojo.
 - Miden de 0,5 a 1 mm de longitud, diámetro máximo de 0,2 mm y mínimo de 0,001, justo para que los glóbulos rojos pasen alineados.
 - El espesor de las paredes es el equivalente a una célula lo que facilita la osmosis, difusión y transporte activo.
 - La densidad capilar es mayor en los tejidos activos: músculos, hígado, riñones que en los tendones y ligamentos.
 - Pueden ser destruidos por el calor pero son renovados.
 - Alcohol y otras toxinas les matan dejando manchas violáceas en la piel.
- Las venas resultan del entroncamiento paulatino de capilares.
 - Las cavas superior e inferior transportan al corazón la sangre ya usada.
 - En cambio las pulmonares llevan sangre oxigenada al corazón.
 - 70 a 75% de la sangre en las venas, 10% en los capilares y resto en las arterias.
 - Las válvulas o lengüetas interiores impiden el retorno del flujo.
 - No son fuertes porque no hay presión; su acción es debida a los músculos y pulsaciones de arterias vecinas, a la respiración y a lengüetas internas.
 - Colapsan cuando están vacías.

- **El corazón:**
 - Músculo del tamaño de un puño pero dobla en fuerza a los más poderosos.
 - Ubicado y protegido en la caja torácica, ligeramente inclinado hacia la izquierda.
 - Bomba que se contrae y relaja unas 70 veces por minutos.
 - El **septum** lo separa en dos; lado derecho más pequeño y más débil, solo bombea para enviar sangre a los pulmones; el lado fuerte a todo el organismo.
 - Cada lado tiene dos cámaras:
 - **Aurículas** o atrios, acumulan la sangre de las venas y **Ventrículos**, que al contraerse impulsan sangre a las arterias (70 a 100 ml/latido).
 - La unidireccionalidad del flujo es garantizada por las válvulas:
 - **Atrio-ventriculares: Tricúspide** (entre aurícula y ventrículo derechos) y **Mitral**, en el lado izquierdo.
 - **Semi lunares: Pulmonar**, entre el ventrículo y la boca de arteria pulmonar y **Aórtica**, en el lado izquierdo.
 - Se abren y cierran secuencial y regularmente; un ciclo igual a un latido.
 - **Latido**, básicamente tiene una fase sístole (contracción) y una fase diástole (reposo) aunque un ECG, sólo en el plano nos mostraría 5 fases.
 - **Sístole**, la onda que contrae empuja desde las aurículas a los ventrículos y termina cuando la sangre es desplazada a las arterias.
 - Durante la **diástole** el corazón se relaja y las aurículas se llenan.
 - El movimiento pulsatorio depende de la concentración de iones de potasio en la sangre, son ellos los que –con impulsos eléctricos- estimulan a los **nodos** (marca pasos naturales) en el tejido del corazón, pero es el bulbo raquídeo el que envía las señales nerviosas para que el latido sea mayor o menor.
 - Es tan fuerte que se puede apreciar en las muñecas y cuello... y en otro.
 - **Pulso** “normal” 50 a 100 latidos/minuto; niños: 85; mujeres: 80; hombres 71.
 - o Si acelerado por estimulantes (drogas, emociones...) causa taquicardia.
 - o Si es lento causa braquicardia o bradicardia.
 - o Sus alteraciones violentas y súbitas se conocen como arritmia.
 - o Es conveniente controlarlo periódicamente.
 - Anormalidades del sistema circulatorio incluyen a la arteriosclerosis, la hipo e hiper tensiones, la trombosis, la vaso dilatación, la angina pectoral.
 - En el siglo XX se realizaron los primeros transplantes de corazón.
 - Paradójicamente, podríamos prolongar vidas reduciendo el ciclo cardíaco, y –hoy- más de la mitad de las muertes son causadas por enfermedades cardiovasculares...
- **La sangre**, tejido líquido intermediario entre lo interior y lo exterior.

- Básicamente está conformada por plasma, glóbulos rojos y blancos, plaquetas.
 - Es de color brillante en las arterias sistémicas.
 - Color violáceo oscuro en las pulmonares; sangre azul.
 - Su velocidad es 30 cm/seg. en las arterias y menos de 2 cm/seg. en las arteriolas.
 - Cantidad: depende del tamaño. Adulto de 80 kilos: 5 lts; niño de 40 kgs: 2,5.
 - 1930: tipos O, A, B y AB, importante en alimentación y transfusiones.
 - 1940: los Rh(esus) positivos y negativos. 85% Rh +. Madres embarazadas.
 - Existen más de 14 sistemas para agrupar la sangre, 13 factores de cicatrización y más de 60 antígenos distintos. Lo que permite hasta identificar paternidades.
 - Quien done 0,5 l, recupera el plasma en días y en semanas los glóbulos rojos.
- **El plasma** es un fluido rojizo que representa al 55% del volumen de la sangre.
 - de composición similar al agua de mar: 90% agua, 8% amino ácidos y 2% de otros nutrientes, micro-nutrientes, hormonas, sales inorgánicas, enzimas, anticuerpos y gases; esta composición es viscosa, pegajosa y cuatro veces más densa que el agua. Toma un color lechoso después de comer grasa.
 - El 45% restante del contenido de la sangre son los glóbulos y las plaquetas.
- **Glóbulos rojos o eritrocitos o hematíes:**
 - Producidos por la médula de los huesos a una velocidad de 3 millones/seg.
 - Hechos de hemoglobina, proteína roja por su contenido de fierro, que por atraer O₂ y CO₂ hace posible el intercambio en las membranas celulares.
 - Forma: botones bicóncavos y planos que maximiza el intercambio de gases.
 - Cada glóbulo rojo: 260 millones de moléculas de hemoglobina.
 - Contiene enzimas requeridos en procesos químicos.
 - Están cargados con generadores de ATP (que no usan oxígeno)
 - No se pueden reproducir porque no tienen núcleo.
 - Viven 4 meses y son exterminados por los macrófagos en el hígado y bazo.
 - Una gotita de sangre → 5 millones de hematíes.
 - La anemia es causada por deficiencia en glóbulos rojos; baja el nivel energético.

- Los **glóbulos blancos o leucocitos** pueden ser de tres clases:
 - Con gránulos: **neutrófilos, basófilos y eosinófilos.**
 - Sin gránulos: **linfocitos pequeños, monocitos y linfocitos grandes.**
 - Una gota de sangre contiene alrededor de 250 000 glóbulos blancos.
 - Se producen en las médulas óseas.
 - Son células mayores que participan en la guerra contra los gérmenes infecciosos.
 - Sus deficiencias causan leucocitosis, leucopenias, y –la peor- leucemia.
- **Plaquetas:** son células pequeñas que participan en el proceso de coagulación.
 - Son originadas por la fragmentación de los megacariocitos.
 - De forma discoidal, ovalada o circular. 1 mm³ de sangre tiene 250 000 plaquetas.
 - Intervienen en la producción de serotonina.
 - Coágulos: mallas de fibrinas entrelazadas en un proceso de 13 factores.
 - Su deficiencia más conocida es la hemofilia.
- Toda enfermedad afecta a la sangre y una sangre intoxicada envenena a las células.
- La sangre se deteriora con los excesos de grasa, sal, café, drogas, azúcar, alcohol y se postula que también por exceso de líquidos, incluyendo a la leche y al agua.