

## - Lección 37 -

**Pulso.** - Cuando una arteria descansa sobre un plano óseo y se comprime con el dedo, produce en este dedo una sensación especial conocida con el nombre de pulso. La arteria comprimida se dilata en virtud del aumento de presión contra su diástole, lo que equivale á decir que el pulso coincide con el diástole arterial.

De esto se deduce que el pulso en la propagación de un choque, anda ó se mueve y nada tiene que ver con la velocidad de la circulación, pues no es la masa material que se dirige de un punto á otro sino de un movimiento que por entre las moléculas de esta masa se propaga. Weber explica el pulso por la formación de una ola que saliendo del corazón se fracciona para entrar en cada arteria, ola que se propaga y finalmente se extingue en los ramos pequeños y distantes del centro propulsor. El pulso no es pues la onda originada en el ventrículo sino la onda defórma que esta misma ha producido.

Exploración del pulso. - Dos caracteres.

Explorando el pulso podemos apreciar la mayor ó menor rapidez de las contracciones del corazón y su mayor ó menor regularidad, pero podemos equivocarnos fácilmente en cuanto á la energía ó debilidad de las mismas contracciones. A veces las arterias se encuentran en su estado de contracción espasmódica y como la onda sanguínea no puede dilatarlas con la facilidad acostumbrada la intensidad de la contracción ventricular parece más pequeña.

Varios son los procedimientos destinados á la exploración digital cuyos datos clínicos reúnen gran importancia.

Lectura del trazado esfigmográfico. - El trazado se lee de izquierda á derecha: en ambos casos cada parte de la curva nos representa una fase del movimiento y la distancia entre el punto más culminante de esta curva y la línea de las abscisas constituye una ordenada en el papel cuadrículado.

Comparando varios trazados esfigmográficos normales vemos que la duración del sístole si presenta un tercio de duración del diástole y que la velocidad

y lentitud del pulso están indica-  
dos por la relación que guardan la  
relación del diastole con el sistole de ma-  
nera que cuando la duración del diasto-  
le arterial aumenta el pulso será lento  
y cuando disminuya el pulso veloz; que  
las duraciones totales de las pulsaciones  
son iguales entre si y que la duración de  
las mismas está en razón inversa del nu-  
mero que en la unidad de tiempo se produ-  
cen; así por ejemplo si en un minuto  
se producen 62 á 72 pulsaciones el pulso  
será normal si hay menos de 62 lento y  
si hay mas frecuente que la pendiente de  
la curva correspondiente al sistole es ca-  
si vertical y regular si traduce dicien-  
do que el sistole es casi instantaneo y fi-  
nalmente inspeccionando la porción de  
la curva que queda á derecha de la or-  
denada si es oblicua y presenta una ó  
varias elevaciones en su trayecto; si hay  
una el pulso ofrecerá el dicrotismo nor-  
mal; si hay varias el policrotismo y  
si la elevación es muy pronunciada  
habrá un dicrotismo patológico.

Contractividad de las arterias.- La con-  
tractilidad de las arterias se demuestra  
por gran número de hechos diferentes.

Las inyecciones arteriales se hacen  
mejor en el cadáver cuando no está fres-  
co que en los animales vivos ó en los que  
hace poco tiempo que han muerto, por

que en estos dos últimos casos no ha desaparecido todavía la contractilidad de estos vasos. La acción del frío, el simple contacto del aire ó la aplicación de sustancias astringentes provocan la contracción de las arterias, que basta para detener la salida de la sangre, al menos mientras dura la acción de los indicados agentes, sin que pueda impedir el que á veces se presenten, algún tiempo después, las hemorragias llamadas consecutivas.

Sus excitantes - Contribuyen á que sea mayor la tensión arterial, el aumento de sangre en el corazón, las alteraciones profundas del sistema nervioso, la acción de la digital, las inspiraciones de éter ó cloroformo porque hacen menos energicas las contracciones ventriculares.

Presion arterial. - Procedimientos y aparatos para estudiarla. - Tubo de Haller. - Consiste en un vaso al cual se adapta un tubo vertical en el cual se determinaba la presion por la altura que la sangre alcanzaba en su interior.

Bomba de Magendie. - Consiste en un manómetro provisto de una cubeta llena de mercurio, en comunicacion por un lado con un tubo vertical en el que el mercurio oscila y por otro lado con otro tubo relacionado con la arteria.

Manómetro diferencial de Claudio Ber-

mat. - Consiste en un tubo encorvado cuyas dos ramas comunicando con dos arterias distintas presentan diferentes elevaciones en sus columnas de mercurio, segun la diferente presion que actua en ellas.

Hemogrofo de Ludwig - Consiste en un hemo-dinamometro ordinario en cuya rama larga hay una varilla metalica suspendida en el mercurio por un flotador y terminada en su parte superior por un apendice horizontal en el que se coloca un estilete dispuesto para señalar en una faja de papel el todas las variaciones de nivel producidas en la columna manométrica.

Kimogrofo de Fick. - Esta formado por un resorte metalico hueco, con una extremidad movil unida a un sistema de palancas que mueven un estilete inscriptor y otra extremidad fija en comunicacion con una arteria.

Velocidad de la sangre en las arterias. -

La contraccion de los ventriculos del corazon lanza la sangre a las arterias. Esta sangre empuja la que va delante y distiende al mismo tiempo las paredes arteriales. El movimiento de la sangre en las arterias es pues continuo y uniforme aunque las contracciones ventriculares son intermitentes.

La velocidad con que la sangre circula no se puede apreciar con exactitud.

titud, porque no es igual en las diferentes partes del sistema circulatorio, ya que tiene su *máximo* de intensidad en los troncos arteriales que nacen del corazón y su *mínimo* en las terminaciones capilares.

#### Procedimientos y aparatos para medirla.

Se conocen varios procedimientos y aparatos, entre otros los de Volkmann, Vierordt y Chauveau. Para determinar esta velocidad en dos grandes troncos arteriales, Volkmann se vale de un pequeño aparato, llamado hemodromómetro que se reduce á un tubo de cristal lleno de un líquido alcalino de una longitud conocida, destinado á recibir la corriente arterial de un animal cualquiera; desde el momento que la sangre penetra en una de las extremidades del tubo por medio de una cánula que se ajusta á una pieza, el líquido que no puede pasar directamente á la otra extremidad por impedirlo unas llaves, se dirige hacia una rama ascendente baja por otra descendente y sale por la extremidad opuesta.

Ahora, como se cuentan las fracciones de segundo que la corriente emplea en llegar al punto de salida, y como la longitud es conocida y se sabe el tiempo que se ha tardado en recorrerla, es fácil calcular, al menos aproximadamente, la

velocidad de la corriente.

Vierordt, emplea con el mismo objeto el hemotacómetro de su invención, que consiste en una pequeña caja cristal, en cuyo interior hay un péndulo que puede ser desviado de la vertical y cuyas desviaciones se ven desde el exterior, indicando la velocidad de la corriente en el aparato, graduado de antemano, para lo cual se ha hecho que lo atraviesen líquidos análogos á la sangre con velocidades conocidas.

El hemodronómetro de aguja de Chauveau se diferencia del anterior en que el cilindro ó caja está atravesado por una aguja plana y delgada, cuya parte inferior, que hace el oficio de péndulo, está sumersido en la corriente sanguínea, y cuya parte superior se mueve sobre un cilindro graduado.

Aunque los ensayos verificados en diferentes animales con los instrumentos que acabamos de citar no dan resultados exactamente iguales, puede decirse que, por término medio, la velocidad de la sangre arterial en el hombre y los mamíferos, es de doscientos setenta á trescientos milímetros por segundo.

La velocidad tiene su maximum en el momento del sistole ventricular.

---

## Lección 38.

Circulación capilar. - El paso de la sangre desde las últimas ramificaciones arteriales á las primeras ramas venosas se efectúa por la mediación de pequeños vasos microscópicos, á los que se ha dado el nombre de vasos capilares.

Procedimientos para estudiarla. - La circulación de la sangre en los capilares puede observarse en todas las partes transparentes de los animales vivos; pero donde las observaciones pueden hacerse con mayor facilidad es en la lengua de la rana ó en la membrana natatoria que se halla entre los dedos de sus extremidades.

Examen microscópico de esta circulación. - En la lengua y en la membrana interdigital de la rana, dispuestos convenientemente estos tejidos bajo el objetivo de un microscopio (que aumente de 80 á 100 diámetros), se distinguen los globulos de la sangre moviéndose dentro de los vasos capilares en medio de un liquido transparente. Estos globulos, cuyo número es incalculable, ruedan los unos sobre los otros, chocan entre si y se separan siguiendo las corrientes que les arrastran en una u otra dirección. Si el micros



copio agranda demasiado los objetos, aparece tambien extraordinariamente disminuida la velocidad de la circulacion y como si fuera un rapido torrente cuyos detalles es imposible examinar.

Quero- angioscopia en el hombre. -

Asi se llama al procedimiento ideado por Huter mediante el cual se puede examinar la circulacion capilar en el hombre mismo.

Basta para ello tirar hacia delante la mucosa del labio inferior sostenerla mediante unas pinzas y examinarlas al microscopio.

Marcha de la sangre en el sistema capilar. - La sangre arterial, impulsada constantemente por las contracciones del corazon y por la de las arterias, empuja a su vez la contenida en los vasos capilares, y como este impulso es mayor que la resistencia que oponen las venas al paso de la sangre, se restablece en la red capilar una corriente cuya direccion general es desde las arterias hacia las venas.

La contractibilidad de las arteriolas, influyendo en su diametro, contribuye a modificar la marcha de la sangre en la red capilar. A veces, las ramificaciones arteriales se contraen por la accion de ciertos estímulos ó por otras causas cualquiera, y como disminuye de calibre, disminuye tambien la canti-

dad de sangre que en un tiempo dado arrojan á los vasos capilares. Si estos pequeños vasos, cuya contractilidad es muy dudosa, conservan su diametro ordinario, la sangre que les atraviesa experimenta un ligero retardo en su marcha y cierta tendencia á estancarse y á que los glóbulos se aglomeren, obstruyendo el paso mas ó menos completamente y ocasionando la acumulación de sangre, lo que da lugar á ciertos estados hiperémicos que pueden convertirse en inflamatorios. Se comprende que la contracción de las ramificaciones arteriales puede producir en ciertos casos el estancamiento de la sangre en algunos puntos de la red capilar; pero para darse cuenta de la turgescencia y congestión que se nota en la matriz durante el embarazo, en el estómago durante la digestión, en los pulmones y otros organos durante las épocas de su desenvolvimiento, es preciso recurrir á otras influencias que desgraciadamente no conocemos bastante todavía. Los cambios que se manifiestan en el calibre de los capilares y en la velocidad de la circulación, no bastan tampoco para explicar el modo de producirse la inflamación de los tejidos.

Velocidad de la sangre en los capilares. - La circulación de la sangre no se verifica con igual facilidad en todos los

vasos capilares pues la longitud, número y diámetro influyen en ella notablemente.

En aquellos en que la extensión de la red capilar á la longitud del espacio comprendido entre las arterias y venas es muy grande, la sangre circula lentamente porque la rapidez en la circulación disminuye proporcionalmente á la longitud de los tubos capilares.

Influye también el diámetro, puesto que el producto de la salida de un líquido en tubos de pequeño calibre, es, siendo iguales todas demas condiciones proporcionalmente á la cuarta potencia del diámetro de estos tubos.

Y finalmente el número es uno de los elementos que influyen en la rapidez de la circulación como también la presencia en la sangre de determinados agentes salinos así el ácido carbonico los fosfatos y carbonatos de sosa producen una disminución en la velocidad de la corriente: mientras que el nitrato de potasa y el yoduro potásico y el acetato amoníaco la aceleran.

Estudio microscopico. - Gracias al procedimiento de Huetter puede estudiarse la circulación capilar al microscopio. Con lo que llevamos dicho de este procedimiento, basta una ampliación de 52 diámetros, para distinguir los vasos capila

res, y la corriente sanguínea por el movimiento de los globulitos rojos que aparecen como pegulénisimos puntitos.

Los vasos se reconocen con extraordinaria claridad y los leucocitos se presentan como diminutas manchas blancas.

Los individuos preferibles son los escrofulosos de labios gruesos.

Mediante este procedimiento cuando un sujeto padece una supuración crónica se observa un gran aumento de leucocitos. en la sangre circulante; en un niño afectado de angina difterica reconocese la paralisis de las paredes vasculares por la existencia de dilataciones fusiformes ó cilindricas en el punto de transición entre los capilares y las venas y cuando un sujeto padece fiebre reconocese esta por las alteraciones de acumulación y circulación de los globulitos rojos.

Presión de la sangre en los capilares. - Procedimientos para averiguarla. - Para reconocer la presión de la sangre en el sistema capilar podemos valer nos del procedimiento de Kries ó del de Row y Graham; consiste el primero en colocar sobre la piel laminillas de cristal de dos y medio á tres milímetros cuadrados, á las cuales se van cargando de pesos conocidos hasta tanto que aparezca la palidez; consiste el segundo en exponer á diferentes

presiones la membrana interdigital de la rana, al tiempo en que se observa esta membrana en el microscopio.

Circulación venosa. El movimiento de la sangre en las venas aunque producido principalmente por las contracciones del corazón no es intermitente sino continuo y sensiblemente uniforme como resultado de la acción ejercida sobre el líquido por la elasticidad de las paredes arteriales. Por eso en circunstancias normales no se perciben en las venas pulsaciones isócronas con los latidos del corazón. Cuando estas pulsaciones existen constituyendo lo que se llama el pulso venoso, depende de lesiones en la parte derecha del corazón o en los pulmones.

Dos causas. - Además de las contracciones del corazón y de la influencia de las paredes arteriales existen otras causas como la contractibilidad muscular que favorecen el curso de la sangre por las venas.

Presión: - Los músculos al contraerse se hinchan y endurecen ejerciendo sobre las partes que se hallan entre los intersticios de su tejido una presión proporcionada a su contracción.

Esta compresión tiende a disminuir el calibre de las venas o por lo menos a empujar la sangre en la dirección de su

eje longitudinal. Pero como las venas están provistas de valvulas las cuales se abren de la periferia al corazon la disminucion del calibre en las venas solo puede empujar la sangre hacia el corazon. Las venas son dilatables y se prestan a la acumulacion de la sangre en su interior, son elasticas y su tunica media contiene elementos musculares que dan lugar a que sean contractiles.

La dilatacion de la cavidad toracica en el acto de la inspiracion es otra de las causas que favorecen la marcha de la sangre venosa.

Al ensancharse el pecho se ensanchan y dilatan tambien todos los organos huecos y extensibles contenidos en esta cavidad y la disminucion de presion que esto produce determina la entrada del aire en las vias respiratorias y el flujo de la sangre hacia el organo central de la circulacion.

Asi como la inspiracion favorece la marcha de la sangre parece que la respiracion debia entorpecerla pero como las valvulas se oponen al retroceso de la sangre la circulacion venosa se resiente poco en las circunstancias ordinarias.

A pesar de todo cuando los movimientos espiratorios son muy energeticos como cuando se canta, grita o se hacen esfuerzos violentos la presion toracica favorece la

marcha de la sangre arterial, pero se opo-  
ne á la entrada del aire venosa y de  
ahi que se trinchén las venas yugulares,  
hasta el punto de provocar hemorragias  
peligrosas.

Extra de las causas que interviene en  
la marcha y velocidad de la sangre es la  
disposicion tonisma de los vasos en que se  
efectua.

fenomenos generales de la circulacion  
sanguinea . - El sistema venoso

considerado en su conjunto disminuye  
de capacidad á medida que se aproxima  
ma al corazon y como los liquidos accele-  
ran su marcha al pasar de un espa-  
cio mas ancho al otro de mas estrecho  
la sangre es impulsada con mayor  
velocidad á medida que se aproxima  
al centro circulatorio.

La tensi-  
on de la sangre en las venas es muy  
variable y en general puede decirse que  
disminuye desde las raicillas venosas á  
los grandes troncos vecinos al corazon y es  
natural que asi suceda porque asi como  
la presion que la sangre arterial ejerce  
sobre sus paredes depende de la resisten-  
cia que los capilares oponen á su paso, la  
sangre venosa que no encuentra obstacu-  
lo á su marcha deja de ejercer esta pre-  
sion lateral de lo cual se comprende que  
la presion arterial de la carotida en un  
becerro haga equilibrio á una columna

de mercurio de 175 m. m. mientras que la vena metatarsiana equilibra una de 27 m. m. y de 9 en la yugular.

Condiciones especiales de la circulación en ciertos órganos. - Circulación en la vena porta, en el cerebro y en los tejidos electiles. En la vena porta la sangre no se halla tan ventajosamente favorecida por las contracciones musculares ni por la inspiración ni por las valvulas. Además como se halla contenida entre dos redes ó sistemas capilares encuentra un nuevo motivo de entorpecimiento en sumarla hasta penetrar en la vena cava inferior por las venas supra hepáticas.

La circulación en el cerebro ofrece tres fenómenos.

1º Los vasos encefálicos no se vacían como los otros partes del sistema circulatorio en los animales que mueren de hemorragia por su falta de presión atmosférica.

En el cerebro se reconoce la influencia de la gravedad en la circulación bajando la cabeza puesto que entonces se agolpa en ella la sangre haciendo difícil y aun peligrosa. En el hombre cualquier posición que no sea la vertical.

2º Durante la espiración el entorpecimiento que experimenta la sangre de las venas del cuello ocasiona un acumu-



lo mayor en sus formaciones termina las endofálticas ó sea de los senos venosos situados entre el cerebro y la base del cráneo y el aumento de volumen que adquieren da lugar á la elevacion de la masa cerebral.

En los tejidos electiles la comunicacion entre las arterias y las venas no se efectua por el intermedio de los vasos capilares sino por el gran número de celdillas huecas que forman una especie de receptáculo venoso.

Circulacion Pulmonar.

Como el el ventriculo derecho en su sitio le deservuelve una fuerza menor que el izquierdo y como que los capilares del pulmón oponen menos resistencia que los de la circulacion general permite que los vasos pulmonares sean mas delgados que los del resto del organismo cuya tenuidad y delicades de paredes facilita los fenomenos de endosmose y las absorciones y exhalaciones que se verifican en el pulmón.

En los primeros dias que siguen el nacimiento las dos aurículas comunican completamente entre si mediante el agujero de Botall y la arteria pulmonar con la aorta mediante el conducto arterial.

Agujero y conducto que se atrofian ó desaparecen en el adulto y que cuando subsiste el primero da lugar

a una coloración de la piel semi-azulada enfermedad conocida por cianosis.

La velocidad en la circulación se aprecia mediante los hemodromómetros ya descritos Volkman, Chauveau y otros.

La duración del movimiento circulatorio el tiempo empleado por la corriente sanguínea desde su salida del ventrículo izquierdo hasta su vuelta al mismo se cree que en el hombre es de 23 segundos ahora como la distancia recorrida es de 6 metros resulta que la velocidad media con que la sangre circula en el hombre es de un kilómetro por hora. En circunstancias normales el diástole ventricular se efectúa 72 veces por minuto y por consiguiente 277 en los 23 segundos que tarda la sangre en recorrer el trayecto que media de una a otra de las ramas yugulares. El corazón está sujeto, como todo órgano, a la influencia nerviosa.

---

- Lección 39 -

Respiración - Es una función en virtud de la cual el ser viviente absorbe el oxígeno de la atmósfera en que habita. No hay ser ninguno animal ni vegetal que deje de presentar la función respiratoria. no hay viviente alguno cuya nutrición y de consiguiente cuya vida sea posible sin la absorción del oxígeno.

No hay pues ser ninguno que no presente un procedimiento fisiológico cualquiera para que el oxígeno pueda penetrar en su interior.

Generalidades referentes a la misma en todo el mundo orgánico. - Antiguamente se creía que la respiración no tenía otro objeto que refrigerar la sangre, Stahl, más tarde introdujo la teoría del flogisto. Es Lavoisier le cabe la gloria de haber dissipado errores planteando las verdaderas bases de la teoría fisiológica de la respiración, consiste pues en la acción que el aire atmosférico ejerce sobre la sangre en virtud de lo cual se hace apta para nutrir y vivificar todos los tejidos.

El aparato respiratorio del hombre está constituido por los pulmones y surcado de gran número de bronquios envueltos por una mucosa extraordinariamente fina en cuyo espesor se distribuyen vasos capilares.

Los capilares sanguíneos son numerosos y de diámetro tan pequeño que apenas bastan para permitir el paso á un solo glóbulo sanguíneo. En su distribución forman una red tan apretada que ocupan las tres cuartas partes de la superficie de las vesículas.

La superficie total de los vasos se calcula en 150 m<sup>2</sup> representando el volumen de sangre igual á 2 litros. Como se cree que en el espacio de 24 horas pasan más de 20,000 litros de sangre por el pulmón, es fácil apreciar no solo la importancia de los cambios que en esta víscera se establecen entre la atmósfera y la sangre sino el gran número de veces que esta se renueva.

Papel representado por los diferentes componentes del aire en la respiración.- El oxígeno es el elemento activo; el nitrógeno es un simple medio de atenuación de la acción demasiado enérgica del oxígeno puro.

Seres aerobios y seres anaerobios.- Aerobios son los seres vivos que respiran el oxígeno libre; ya en estado de gas (manife-

ros insectos etc) ya disueltos en el agua (peces expt). Anaerobios son los que respiran el oxígeno combinado, sacandolo de los compuestos de que forma parte (ejemplo, el bacilo del Setanus).

Idea general del aparato respiratorio. - El aparato respiratorio en su conjunto representa un cono cuya base corresponde á la superficie vesicular y el vertice á la abertura de las fosas nasales: esta disposición indica que la corriente del aire, lo mismo á la entrada que á la salida debe ser mas rapida en los puntos del cono mas estrechos y mas lenta en las porciones mas proximas á su base.

Division de los fenomenos respiratorios en mecanicos y quimicos. - Los fenomenos respiratorios se dividen en mecánicos y químicos; son puramente mecánicos los movimientos de inspiración y espiración; y químicos los cambios ó modificaciones que la sangre experimenta á consecuencia de la respiración. Tanto los mecánicos como los químicos están subordinados á la influencia nerviosa.

Fenómenos mecánicos. - El aire que penetra en los pulmones cambia pronto de composición y necesita ser expelido para que la remplacen nuevas cantidades de aire puro.

Inspiración y espiración. - El movimiento en

en virtud del cual el aire penetra en los pulmones se le llama inspiración y al que tiene lugar para que salga el exterior espiración. Los movimientos de inspiración y espiración son puramente mecánicos. Los cambios que la sangre experimenta á consecuencia de la respiración son fenómenos químicos.

Inspiración. - La inspiración depende de dos causas, la presión atmosférica y la contracción muscular.

Actividad de la caja torácica. - La presión atmosférica que comprime la superficie exterior del pecho está equilibrada con la que interiormente ejerce el aire contenido en el aparato mencionado. - En tal estado una sensación imperiosa seguida de la acción de los músculos dilatadores del pecho, obligan al pulmón á dilatarse y como siguen la ley de Mariotte, la presión de su gas está en razón inversa del volumen que ocupa.

Pasividad del pulmón. - El pulmón como se ve, es enteramente pasivo en el acto de la inspiración; la caja torácica al contrario es activa en este mismo caso.

Ampliación de los tres diámetros del tórax. -  
En el vertical, el antero-posterior y el transversal. - El diámetro vertical aumenta principalmente por la contracción del diafragma. Puede aumentar este diámetro por la elevación del esternón.

non y la de la extremidad anterior de la primera costilla de cada lado, cuando se contraen los musculos que se extienden desde estas costillas á la porción cervical de la columna vertebral.

El diametro antero-posterior aumenta principalmente por la elevacion de las costillas y del esternon en el acto inspiratorio.

El aumento transversal depende tambien de la elevacion de las costillas. El aumento de este diametro no es igual en las diferentes partes de la pared torácica porque tampoco es igual el grado de curvadura de todas las costillas.

Potencias que intervienen en los movimientos respiratorios.- Hay musculos inspiradores que contribuyen á ensanchar la cavidad del pecho, principales y otros que podemos llamar accesorios. Entre los principales se consideran el diafragma, los intercostales externos, los escalenos, y hay algunos fisiologos que consideran tambien como principales á los intercostales internos en su porción externa.

Los que se consideran como accesorios son, el dorno costal, el externo-clidomastoi-deo, el subclavio el gran pectoral, el pequeño pectoral y algunos otros de poca importancia.