CAPÍTULO 61

FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL, LCR Y METABOLISMO CEREBRAL

Flujo sanguíneo normal de una persona adulta

* 50-60 ml cada 100 grs de tejido por minuto
* 750-900 ml/min
* 15% del gasto cardiaco.

El flujo sanguíneo está muy relacionado con el metabolismo tisular por lo cual varios factores contribuyen a regularlo, entre ellos están CONCENTRACIÓN DE CO2, IONES HIDRÓGENO Y OXIGENO. ASÍ COMO SUSTANCIAS LIBERADAS DE LOS ASTROCITOS.

Regulación del flujo sanguíneo cerebral

El flujo sanguíneo cerebral está relacionado con el metabolismo tisular.

Varios factores metabólicos contribuyen con la regulación del flujo sanguíneo cerebral entre ellos se encuentran:

* Concentración de CO2
* Concentración de iones hidrógeno
* Concentración de O2
* Sustancias liberadas por los astrocitos

AUMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CO2 ELEVA MUCHO EL FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL.

El aumento del flujo sanguíneo debido a una concentración alta de CO2 se debe a que el dióxido de carbono se combina con el agua de los líquidos corporales para formar ácido carbónico, el cual se disociará posteriormente para producir iones hidrógeno. Los iones H provocan vasodilatación en el cerebro lo cual aumenta el flujo sanguíneo aproximadamente al doble.

TODA SUSTANCIA QUE AUMENTE LA ACIDEZ DEL TEJIDO CEREBRAL INCREMENTARÁ LA CONCENTRACIÓN DE IONES H, POR LO TANTO TAMBIÉN AUMENTA EL FLUJO SANGUÍNEO.

Concentración alta de H🡪reduce la actividad neuronal. Además causa el aumento del flujo sanguíneo para que se puedan retirar el exceso de H, CO2 y otras sustancias ácidas.

La tasa de utilización del oxígeno en el tejido cerebral es casi 3.5 ml (+/- 0.2) de O2 cada 100g por minuto

Falta de O2🡪causa vasodilatación con lo que devuelve el flujo sanguíneo cerebral y transporte de O2 hasta los tejidos del cerebro.

PO2 NORMAL DEL TEJIDO CEREBRAL ES DE 35-40 mmHg

El descenso de PO2

* Debajo de 30 mmHg🡪comienza el incremento del flujo sanguíneo
* Menos de 20 mmHg🡪puede aparecer coma

Las sustancias liberadas de los astrocitos permiten que exista un acoplamiento entre actividad neuronal y flujo sanguíneo cerebral.

Astrocitos🡪células no neuronales, dan sostén, protección y nutrición. Proporcionan mecanismo potencial de comunicación neurovascular.

La estimulación de neuronas glutaminérgicas aumenta la concentración de Ca en las prolongaciones alimenticias de los astrocitos y en la dilatación de las arteriolas cercanas. (esto causa vasodilatación y aumento del flujo sanguíneo)

Entre las sustancias que se liberan de los astrocitos para provocar vasodilatación están:

* Ácido nítrico
* Metabolitos del ácido araquidónico
* Iones potasio
* Adenosina
* Otras sustancias secretadas en respuesta a estimulación de excitación adyacentes a los astrocitos

Autorregulación del flujo sanguíneo cerebral

Actividad extenuante o excitación🡪causa elevación del flujo sanguíneo

Sueño🡪causa descenso en el flujo sanguíneo

El flujo sanguíneo cerebral está autorregulado entre el intervalo de presión arterial desde 60 a 140 mmHg.

En personas hipertensas la autorregulación actúa incluso con P/A entre 160 y 180 mmHg.

El sistema circulatorio cerebral posee potente inervación simpática, que se encarga de las grandes arterias y de las que penetran en el parénquima del encéfalo.

Sistema nervioso simpático provoca vasoconstricción en las arterias cerebrales grandes e intermedias cuando existe aumento de la presión arterial.

LA SUSTANCIA GRIS DEL ENCÉFALO POSEE MAYOR NÚMERO DE CAPILARES QUE LA SUSTANCIA BLANCA.

El número de capilares sanguíneos en el encéfalo depende de las necesidades metabólicas que tienen las distintas zonas de éstas. A mayor necesidad metabólica mayor número de capilares.

Los capilares del encéfalo son menos permeables, la razón es que cualquiera de sus caras se encuentran reforzadas por los podocitos neurogliales.

En personas que sufren elevación de la presión sanguínea las paredes de las arteriolas pequeñas están engrosadas y permanecen notablemente contraídos para evitar que los capilares se engrosen y contraigan.

Ictus

Es un proceso de bloqueo que puede ocasionar un trastorno serio del funcionamiento cerebral.

Una de las causas más comunes son las placas arterioescleróticas en arterias que irrigan el encéfalo. Las placas activan coagulación sanguínea lo cual forma un coágulo y bloquea el flujo sanguíneo en la arteria lo que causa pérdida de funciones cerebrales.

Otra causa es la ruptura de un vaso sanguíneo debido a presión arterial elevada. Eso produce una hemorragia que comprime el tejido cerebral local y altera el funcionamiento.

Bloqueo de arteria cerebral media🡪causa demencia casi total, área de Wernicke y de Broca dejan de funcionar. Se genera parálisis espástica de los músculos en el lado opuesto del cuerpo.

Bloqueo de arteria cerebral posterior🡪provoca infarto del polo occipital de hemisferio en el lado correspondiente, causa pérdida de la visión de ambos ojos en la mitad de la retina del mismo lado de la lesión.

Ictus en el mesencéfalo🡪puede bloquear la conducción nerviosa entre el cerebro y médula espinal, lo cual causa alteraciones sensitivas y motoras.

SISTEMA DEL LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO

En la cavidad que encierra el encéfalo y la médula espinal hay 150 ml de LCR

LCR se encuentra presente en los ventrículos cerebrales, en las cisternas que rodean por fuera al encéfalo y en el espacio subaracnoideo alrededor del encéfalo y la médula espinal.

EL LCR TIENE COMO FUNCIÓN AMORTIGUAR EL ENCÉFALO DENTRO DE SU BÓVEDA SÓLIDA.

Contragolpe🡪provoca lesión en el lado opuesto al golpe del encéfalo.

Los lugares en donde se produce lesión y contusiones

* Polos frontales
* Polos temporales y sus caras inferiores
* Zonas donde el encéfalo entra en contacto con las protuberancias óseas de la base del cráneo.

Golpe🡪contusión sucede en el mismo lado donde actúa el impacto.

Contragolpe🡪 la contusión sucede en el lado contrario donde sucede el impacto.

Formación, flujo y absorción del LCR

LCR se forma a una velocidad de 500 ml diarios.

2/3 de su secreción se da desde los plexos coroideos en los cuatro ventrículos, sobre todo en los dos ventrículos laterales.

Otro poco se produce en la superficie ependimaria de los ventrículos y en la aracnoides.

Un pequeño porcentaje se produce del propio encéfalo a través de los espacios perivasculares.

Desde la cisterna magna asciende por múltiples vellosidades aracnoideas hacia el seno venoso sagital u otros senos venosos cerebrales y los atraviesa.

TODO EL LÍQUIDO SOBRANTE SE VIERTE HACIA LA SANGRE VENOSA A TRAVÉS DE LOS POROS DE LAS VELLOSIDADES.

Plexo coroideo🡪es un crecimiento de vasos sanguíneos que se proyecta hacia el asta temporal de cada ventrículo y techo del cuarto ventrículo.

LA SECRECIÓN DE LCR HACIA LOS VENTRÍCULOS POR EL PLEXO COROIDEO DEPENDE DEL TRANSPORTE ACTIVO DE IONES SODIO Y CLORURO, los iones se combinan y elevan el contenido de cloruro sódico en el LCR por lo que se produce ósmosis para aportar líquido a la secreción.

Características finales del LCR

* Presión osmótica es aprox. Igual que la del plasma
* Concentración de Na más o menos igual que la del plasma
* 15% de concentración de iones cloruro
* 30% menos de iones potasio
* 40% menos de glucosa

Absorción del LCR a través de las vellosidades aracnoideas

Vellosidades aracnoideas proyecciones microscópicas de la aracnoides que atraviesan las paredes y van dirigidas hacia los senos venosos.

Los conglomerados de vellosidades aracnoideas forman granulaciones aracnoideas.

Las vellosidades presentan pasadizos vesiculares a través de su soma para permitir el flujo relativamente libre hacia la sangre venosa de:

* LCR
* Moléculas proteicas disueltas
* Partículas del tamaño del tamaño de los glóbulos rojos y blancos.

Espacios perivasculares🡪es el espacio existente entre la piamadre y los vasos sanguíneos. Siguen a arterias y venas hacia el encéfalo hasta llegar a arteriolas y vénulas.

Estos espacios cumplen FUNCIÓN LINFÁTICA, por lo cual permite que el exceso proteico en el encéfalo salga a través de los espacios perivasculares hacia los espacios subaracnoideos.

Presión del LCR

PRESIÓN NORMAL EN PERSONA TUMBADA EN POSICIÓN HORIZONTAL ES 130 mm de agua o 10 mmHg.

Puede bajar hasta 65 mm de agua

Puede subir hasta 195 mm de agua (incluso en persona sana)

Vellosidades aracnoideas funcionan como válvulas que permiten la salida sin problemas del LCR y de su contenido hacia la sangre de los senos venosos mientras que impiden los retrocesos de sangre en sentido opuesto.

Tumor cerebral🡪puede elevar la presión hasta 500 mm de agua ya que reduce la reabsorción del LCR hacia la sangre.

Infección o hemorragia🡪asciende la presión porque globulos rojos o blancos irrumpen en el LCR y provocan bloqueo de los conductos de absorción a través de las vellosidades aracnoideas. La elevación llega a 400 a 600 mm de agua.

Cuando sube la presión del LCR ésta también suve dentro de la vaina que rodea al nervio óptico.

La elevación de la presión del LCR empuja primero hacia la vaina del nervio óptico y después a lo largo de los espacios que quedan entre sus fibras hasta el interior del globo ocular.

Gran presión provoca acumulación de su exceso en el disco óptico situado en el centro de la retina

La presión de la vaina obstaculiza flujo sanguíneo por la vena central de la retina lo que aumenta la presión de los capilares retinianos por todo el ojo y desemboca en un edema de retina mayor.

Hidrocefalia

Existen dos tipos de hidrocefalia

Comunicante

* LCR circula sin problemas desde el sistema ventricular hacia el espacio subaracnoideo
* Causado por bloqueo del flujo de líquido en los espacios subaracnoideos en regiones basales del encéfalo.
* Por bloqueo de las vellosidades aracnoideas.

No comunicante

* LCR tiene bloqueada su salida fuera de uno de los ventrículos como mínimo
* Normalmente causada por bloqueo en el acueducto de Silvio debido a cierre producido antes del nacimiento o por tumor cerebral.

En los recién nacidos el aumento de la presión también hace que se hinche toda la cabeza debido a que los huesos del cráneo aún no se han fusionado.

Barreras hematoencefálica y hematocefaloraquidea

Estas barreras limitan el paso de moleculas grandes hacia el LCR.

Barrera hematocefaloraquídea-->separa la sangre del LCR

Barrera hematonencefálica-->separa LCR del líquido encefálico. Esta barrera posee moléculas transportadoras específicas que facilitan el transporte de hormonas.

Estas barreras son muy permeables a:

* agua
* CO2
* O2
* Mayoría de sustancias liposolubles

Son parcialmente permeables a:

* K
* Na
* Cloruro

Casi totalmente impermeables a:

* Proteínas plasmáticas
* Mayoría de moléculas orgánicas grandes no liposolubles

La baja permeabilidad en dichas barreras se debe al modo en el que están unidas las células endoteliales de los capilares en el tejido cerebral.

Edema cerebral

Es una complicación dinámica en el líquido cerebral.

La acumulación de líquido en la bóveda craneal sólida comprime los vasos sanguíneos, lo que origina descenso en el flujo sanguíneo y destrucción en el tejido cerebral.

Su causa más habitual es el aumento de la presión en los capilares o la lesión de su pared, lo cual aumenta su permeabilidad al líquido.

Cuando empieza el edema cerebral comienzan dos circuitos de retroalimentación positiva

1. Edema comprime vasos, eso reduce el flujo sanguíneo y produce isquemia. La isquemia genera dilatación arteriolar e incrementa más la presión capilar dando lugar a la salida de más líquido.
2. Descenso de flujo sanguíneo cerebral disminuye el aporte de O2. Menos O2 hace que la permeabilidad de los capilares lo que hace que pase más líquido. Además se anulan las bomabas Na/K.

METABOLISMO CEREBRAL

En vigilia y reposo el metabolismo cerebral es aprox 15% del metabolismo total del organismo.

El metabolismo se necesita especialmente para el funcionamiento de las neuronas ya que su necesidad metabólica es alta debido a que se bombean iones a través de sus membranas para generar los potenciales de acción.

Cuando hay alta actividad cerebral el metabolismo neuronal aumenta hasta 100-150%

El cerebro necesita de O2 para efectuar su metabolismo ya que no posee la capacidad de realizar metabolismo anaerobio alto ni por mucho tiempo. El O2 lo obtiene de la sangre segundo a segundo.

Además el cerebro obtiene casi toda su energía de la glucosa que se extrae de la sangre.

La liberación de glucosa en el encéfalo no necesita insulina para transportarse a través de la membrana.

Los pacientes con diabetes que tienen tratamiento con insulina de forma excesiva pueden sufrir coma o desequilibrios psicóticos ya que toda la glucosa que se encuentra en el organismo es transportada por la insulina a otros tejidos que poseen receptores para dicha hormona, como el hígado y músculo. Por lo cual no queda suficiente glucosa en la sangre para abastecer al cerebro.