

## Tema 9: Hemostasia

### Hemostasia

Se define como la supresión de la hemorragia. El desencadenante de la hemostasia es la lesión del endotelio del vaso sanguíneo, lo cual da lugar a diversos procesos destinados a evitar la pérdida de sangre:

- **constricción del vaso** para disminuir su luz. Esto se logra mediante diversos mecanismos que estimulan la contracción del tejido muscular del vaso: reflejos nerviosos; contracción originada directamente en el músculo por la lesión; liberación de sustancias vasoconstrictoras por las plaquetas y por el tejido lesionado.
- formación de un **tapón de plaquetas**: éstas se adhieren al sitio dañado y se apilan, produciendo una oclusión mecánica. Ello es así porque las plaquetas, al entrar en contacto con el tejido lesionado, cambian rápidamente sus características: se vuelven adherentes y se pegan a las estructuras subendoteliales expuestas y entre sí; se hinchan, adoptando una forma esférica, y emiten pseudópodos; además liberan diversas sustancias como serotonina, adrenalina, ADP y varios factores de coagulación. La serotonina y la adrenalina provocan la constricción del vaso sanguíneo; el ADP actúa sobre las plaquetas cercanas, activándolas y haciéndolas adherentes. De esta manera se van acumulando hasta forman un tapón de plaquetas. Este tapón suele ser suficiente para parar una hemorragia cuando la rotura del vaso no es muy grande.
- **coagulación** de la sangre: un coágulo es una red de fibras de proteína (**fibrina**) que atrapan células sanguíneas y suero. La coagulación permite detener de manera eficaz las hemorragias causadas por heridas extensas.

### Mecanismo de coagulación

La **fibrina** se origina durante la coagulación a partir de una proteína plasmática, el **fibrinógeno**. Para ello se necesita la acción de una enzima denominada **trombina**. La trombina no se halla presente en la sangre circulante pero, cuando aparece una hemorragia, se forma a partir de un precursor circulante, la **protrombina**. Para que se produzca este paso (protrombina => trombina) es necesario que se produzca una serie de reacciones químicas en las que intervienen distintas sustancias (la mayoría enzimas) denominadas **factores de coagulación**. Estos factores de coagulación se sintetizan principalmente en el hígado por los hepatocitos.

Cuando un traumatismo interrumpe la cubierta endotelial de los vasos, la sangre entra en contacto con estructuras subendoteliales y otros tejidos dañados expuestos; esto pone en marcha la cascada de reacciones que desembocan en la formación de fibrina. Las hebras de fibrina se unen a las plaquetas y forman una complicada red que atrapa eritrocitos y otras células de la sangre además de suero, formándose finalmente un coágulo apretado y resistente.

### Mecanismos anticoagulantes

La sangre no se coagula en los vasos sanguíneos intactos del organismo debido a varios mecanismos:

- retirada por el hígado de los factores de coagulación activados.
- presencia en la sangre circulante de sustancias inhibitorias como la **heparina**, que impide la activación de uno de los factores.
- factores que reducen la adherencia de las plaquetas, de manera que su adhesividad está determinada en todo momento por un equilibrio entre los factores que la aumentan y los que la disminuyen.

### Eliminación de los coágulos

Una vez que se ha detenido la hemorragia, se pone en marcha un mecanismo de lisis de los coágulos sanguíneos que permite la desaparición de la sangre extraña de los tejidos y la reapertura de los vasos ocluidos. Este mecanismo también destruye los pequeños coágulos que se forman de forma espontánea. Esto se produce debido a la activación de una enzima contenida en el plasma (**plasmina o fibrinolisisina**) que degrada la fibrina, el fibrinógeno y varios factores de coagulación.

## Tema 10: El sistema inmunitario

**Inmunidad** es la capacidad que tiene el organismo para luchar contra los elementos extraños que entran en el cuerpo (microorganismos, toxinas). El **sistema inmunitario** identifica a los invasores y los combate, generando defensas específicas contra ellos y tratando de eliminarlos.

### Inmunidad general o innata

Existe una inmunidad general o innata, en la cual el principal mecanismo es la **fagocitosis por neutrófilos y monocitos**: estos leucocitos atacan y destruyen bacterias, virus y otros elementos invasores. Los **neutrófilos** atacan y destruyen a los invasores en la sangre circulante o bien en los tejidos. Los **monocitos** se desplazan hasta los tejidos, en donde aumentan de tamaño (en su citoplasma se desarrollan gran cantidad de lisosomas y mitocondrias), convirtiéndose en **macrófagos**, que son células con gran capacidad para luchar contra los microorganismos. Una vez que una partícula extraña ha sido fagocitada, los lisosomas se fusionan con la vesícula de fagocitosis, transformándose en una **vesícula digestiva** que destruye el elemento extraño.

Los macrófagos forman un sistema fagocitario que se localiza en todos los tejidos y que se denomina **sistema reticuloendotelial**. Son de especial importancia los macrófagos localizados en la piel y tejidos subcutáneos, en los ganglios linfáticos, en los pulmones (macrófagos alveolares), en el hígado (células de Kupffer), en el bazo y en la médula ósea.

Los cambios que se producen en un tejido cuando es dañado se agrupan bajo el término de **inflamación**. Durante ésta se liberan muchas sustancias (histamina, bradiquinina, serotonina, hormonas, etc), algunas de las cuales activan a los macrófagos y neutrófilos, los cuales se encargan de eliminar los tejidos dañados.

### Inmunidad específica o adquirida

Por otra parte, la inmunidad específica o adquirida se encarga de atacar y destruir microorganismos específicos.

Existen dos tipos de inmunidad específica:

- **inmunidad humoral**: en la cual el cuerpo produce **anticuerpos** circulantes (inmunoglobulinas) que atacan al agente invasor.
- **inmunidad celular**: que consiste en la formación de **linfocitos T activados o células T**, diseñados específicamente para atacar al elemento extraño.

Ambos tipos de células inmunes se forman en el **tejido linfoide**, que se encuentra en los ganglios linfáticos, bazo, tracto digestivo y médula ósea. A partir de una célula madre, se pueden formar:

- **linfocitos T** (en el timo), que una vez activados en el tejido linfoide se convierten en **linfocitos T activados**.
- **linfocitos B**, que una vez activados se transforman en las llamadas **células plasmáticas**, las cuales producen **anticuerpos**.

Los microorganismos y toxinas contienen sustancias denominadas **antígenos**. Las células inmunes tienen en su membrana celular moléculas receptoras que reconocen de manera muy específica a los antígenos. La presencia en el organismo de estos antígenos inicia el desarrollo de anticuerpos y células T específicas.

Cuando se detecta un antígeno, aumenta mucho el número de linfocitos T y B específicos para ese antígeno, de tal manera que la exposición posterior al mismo antígeno causa una respuesta inmunológica mucho más rápida e intensa. A estos linfocitos T y B se les denomina **células de memoria**. La activación de este sistema específico mediante la **vacunación** permite adquirir una gran protección contra enfermedades determinadas. En la vacunación se inyectan microorganismos muertos o atenuados, que no pueden causar la enfermedad pero que conservan sus antígenos.

### **Grupos sanguíneos**

La sangre tiene propiedades antigénicas, de tal manera que si se mezcla sangre de dos personas, los anticuerpos presentes en el plasma de una sangre pueden reaccionar con los antígenos de las células de otra, produciendo aglutinación de los glóbulos rojos y hemólisis. Esto puede producir un fracaso renal agudo. Por lo tanto, en una transfusión es necesario asegurarse de que los antígenos y anticuerpos de donante y receptor no van a reaccionar entre sí.

Los eritrocitos tienen en su membrana distintos tipos de antígenos; dentro de éstos hay dos grupos que es necesario tener en cuenta a la hora de realizar transfusiones:

- el sistema O-A-B.
- el sistema Rh.

### **Tipos sanguíneos OAB**

Una persona puede tener en sus eritrocitos **antígenos A** solamente, **antígenos B** solamente, los dos tipos a la vez, o bien ninguno de ellos. Cuando falta uno de los antígenos suelen existir en el plasma anticuerpos contra ese antígeno. Si se ponen antígeno y anticuerpo en contacto se produce la **aglutinación** de los eritrocitos; por ello a estos antígenos se les denomina **aglutinógenos** y a los anticuerpos **aglutininas**.

La sangre se divide por lo tanto en los siguientes grupos:

- grupo O: no tiene aglutinógenos. Hay aglutininas anti-A y anti-B.
- grupo A: hay aglutinógenos A. Hay aglutininas anti-B.
- grupo B: hay aglutinógenos B. Hay aglutininas anti-A.
- grupo AB: hay aglutinógenos A y B. No hay aglutininas.

### **Tipos sanguíneos Rh**

Existe otro grupo de antígenos de importancia en las transfusiones, el **sistema Rh**. Estos antígenos se encuentran también en los eritrocitos. Las aglutininas que reaccionan contra estos antígenos no existen en el cuerpo a menos que se haya estado expuesto a ellos (por una transfusión, por tener un feto con el antígeno, etc). El antígeno más importante de este grupo es el **antígeno D**, que es el que normalmente se comprueba. Las personas son, por lo tanto:

- Rh positivas: poseen el antígeno D.
- Rh negativas: no lo poseen.

---

Para la próxima clase debes:

- leer el texto y tratar de comprenderlo.
  - ser capaz de realizar un esquema que represente los pasos principales en el mecanismo de la coagulación (para ello debes consultar la bibliografía).
  - ser capaz de realizar una tabla que muestre los tipos de interacciones entre los tipos sanguíneos OAB.
  - buscar en la bibliografía información para responder a las siguientes preguntas:
    - ¿qué relación tiene el SIDA con los mecanismos de inmunidad? ¿en qué consiste la enfermedad?
    - ¿en qué consisten las enfermedades autoinmunes? Busca ejemplos.
-