

Capítulo 35 GRUPOS SANGUÍNEOS

DEFINICIÓN

La membrana celular de los glóbulos rojos contiene en su superficie diferentes proteínas, las cuales son las responsables de los diferentes tipos de sangre. Existen principalmente dos tipos de proteínas que determinan el tipo de sangre, la proteína A y la B.

TIPOS Y GRUPOS DE SANGRE

Según las diferentes combinaciones de las proteínas de la superficie de los glóbulos rojos dan como resultado los 4 grupos sanguíneos existentes:

- Grupo A: Tiene proteína A en la superficie del glóbulo rojo.
- Grupo B: Tiene proteína B en la superficie del glóbulo rojo.
- Grupo AB: Tiene ambas proteínas A y B.
- Grupo O: No tiene ninguna (A o B) en la superficie del glóbulo rojo.

El Rh es otra proteína que si está presente en la superficie del glóbulo rojo será Rh positivo y si está ausente, es Rh negativo.

De esta forma una persona debe de tener un grupo sanguíneo formado por la proteína A, B ó las dos y además será Rh positivo o negativo.

UTILIZACIÓN EN LAS TRANSFUSIONES DE SANGRE

Tipo de sangre	Puede recibir sangre de							
	O- ^{**}	O+	B-	B+	A-	A+	AB-	AB+
AB	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
AB-	SI		SI		SI		SI	
A+	SI	SI			SI	SI		
A-	SI				SI			
B+	SI	SI	SI	SI				
B-	SI		SI					
O+	SI	SI						
O-	SI							

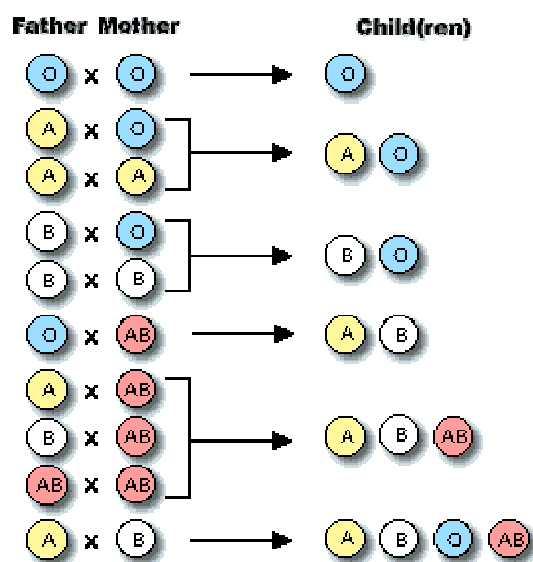
[**El grupo 0- que se consideraba donante universal, actualmente no se considera como tal ya que otros factores pueden influir en esta compatibilidad.]

GRUPO	Rh	PUEDA RECIBIR SANGRE DE
O	+	O+ O-
O	-	O-
A	+	A+, A-, O+, O-
A	-	A-, O-
B	+	B+, B-, O+, O-
B	-	B-, O-
AB	+	todos los grupos.
AB	-	AB-, A-, B-, O-

Group	If you are:	You can donate to:	You can receive from:
	O	A, B, AB, O	O
	A	A, AB	O, A
	B	B, AB	O, B
** AB	AB	A, B, O, AB	
Rh status	Rh +	Rh +	Rh +, Rh -
	Rh -	Rh +, Rh -	Rh -

		Mother's group			
		O	A	B	AB
Father's group	O	O	O, A	O, B	A, B
	A	O, A	O, A	O, A, B, AB	A, B, AB
	B	O, B	O, A, B, AB	O, B	A, B, AB
	AB	A, B	A, B, AB	A, B, AB	A, B, AB

		Mother's group	
		Rh +	Rh -
Father's group	Rh +	Rh +, Rh +	Rh +, Rh -
	Rh -	Rh +, Rh -	Rh -



The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1930
 "for his discovery of human blood groups"

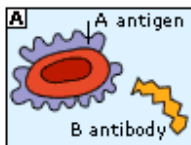


Karl Landsteiner

Austria (1868-1943)

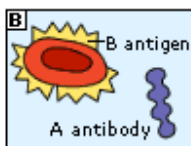
ABO blood grouping system

According to the ABO blood typing system there are four different kinds of blood types: A, B, AB or 0 (null).



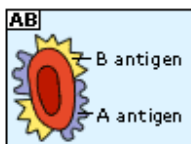
Blood group A

If you belong to the blood group A, you have A antigens on the surface of your red blood cells and B antibodies in your blood plasma.



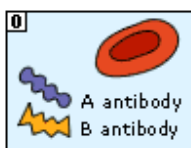
Blood group B

If you belong to the blood group B, you have B antigens on the surface of your red blood cells and A antibodies in your blood plasma.



Blood group AB

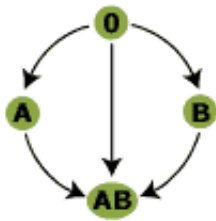
If you belong to the blood group AB, you have both A and B antigens on the surface of your red blood cells and no A or B antibodies at all in your blood plasma.



Blood group 0

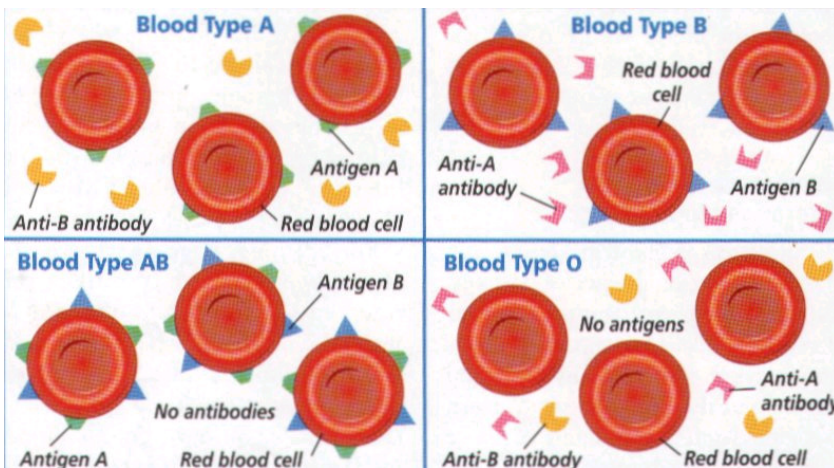
If you belong to the blood group 0 (null), you have neither A or B antigens on the surface of your red blood cells but you have both A and B antibodies in your blood plasma.

Blood Group	Antigens	Antibodies	Can give blood to	Can receive blood from
AB	A and B	None	AB	AB, A, B, 0
A	A	B	A and AB	A and 0
B	B	A	B and AB	B and 0
0	None	A and B	AB, A, B, 0	0



People with blood group O are called "universal donors" and people with blood group AB are called "universal receivers."

		DONOR			
		O	A	B	AB
RECIPIENT	AB	✓	✓	✓	✓
	B	✓		✓	
	A	✓	✓		
	O	✓			



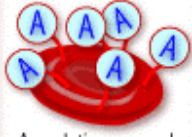






1. Blood type is determined by the Type of ANTIGEN present on the Surface of RBC.
2. An ANTIGEN is a protein or carbohydrate that acts as a signal, enabling the body to recognize foreign substances in the body.
3. Blood from Humans is Classified into FOUR GROUPS, based on the Antigens on the Surface of RBC.
4. BLOOD TYPING involves identifying the Antigens in a Sample.

5. THREE of the most important human antigens are called A, B, and Rh.
6. The A-B-O System is based on the A and B Antigen. It is a means of classifying blood by the Antigens located on the surface of RBC and the Antibodies circulating in the Plasma.
7. An Individual's RBC may carry an A ANTIGEN, a B ANTIGEN, both A and B ANTIGENS, OR NO ANTIGEN AT ALL. These Antigen patterns are called BLOOD TYPES A, B, AB, O RESPECTIVELY.
8. Type AB is known as a Universal Receiver, meaning that they can receive any type blood.
9. Type O is known as a Universal Donor, meaning they can donate blood to anyone.

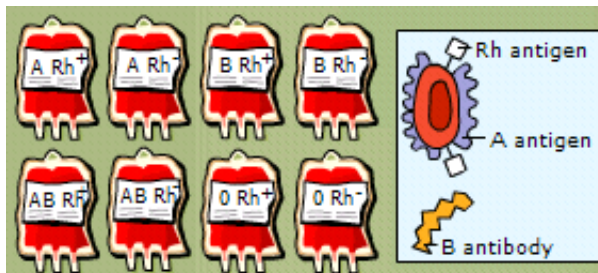
8 probables grupos de sangre

A Rh+	B Rh+	AB Rh+	O Rh+
A Rh-	B Rh-	AB Rh-	O Rh-

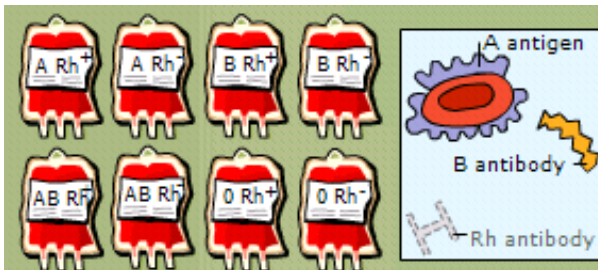
The ABO Blood System

Blood Type (genotype)	Type A (AA, AO)	Type B (BB, BO)	Type AB (AB)	Type O (OO)
Red Blood Cell Surface Proteins (phenotype)	 A agglutinogens only	 B agglutinogens only	 A and B agglutinogens	 No agglutinogens
Plasma Antibodies (phenotype)	 b agglutinin only	 a agglutinin only	NONE. No agglutinin	 a and b agglutinin

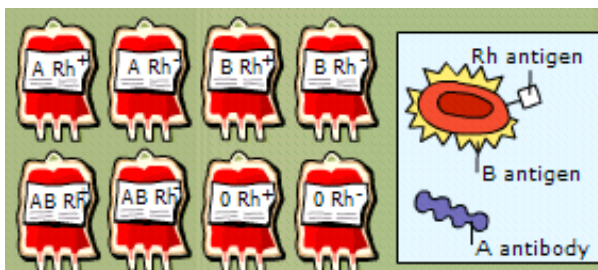
<http://www.nobel.se/index.html>
(ejemplos prácticos - consultar)



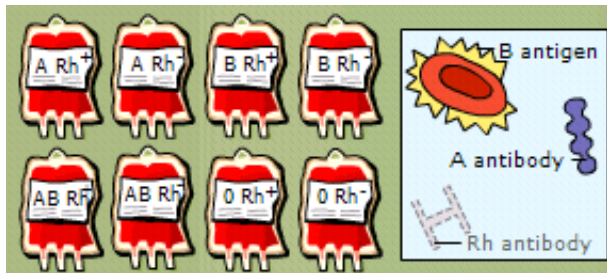
A Rh⁺ blood has A antigens and Rh antigens on the surface of the red blood cells and B antibodies in the plasma. If a person with A Rh⁺ blood receives blood containing B antigens, the blood will clump.



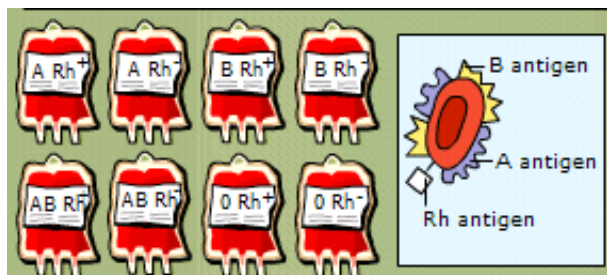
A Rh⁻ blood has A antigens on the surface of the red blood cells and B antibodies in the plasma. The A Rh⁻ blood can also develop Rh antibodies. If a person with A Rh⁻ blood receives blood containing B or Rh antigens, the blood will clump.



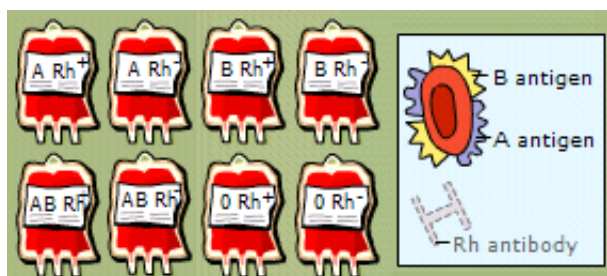
B Rh⁺ blood has B antigens and Rh antigens on the surface of the red blood cells and A antibodies in the plasma. If a person with B Rh⁺ blood receives blood containing A antigens, the blood will clump.



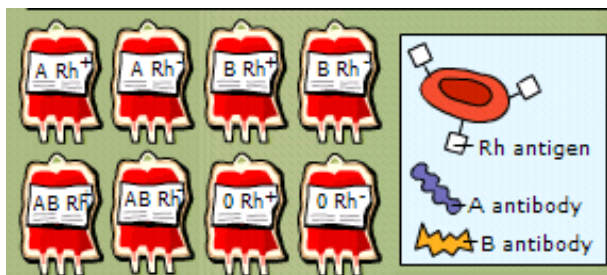
B Rh⁻ blood has B antigens on the surface of the red blood cells and A antibodies in the plasma. The B Rh⁻ blood can also develop Rh antibodies. If a person with B Rh⁻ blood receives blood containing A or Rh antigens, the blood will clump.



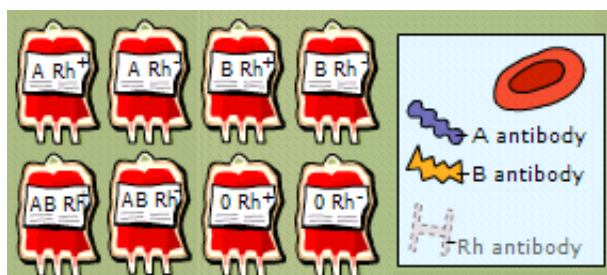
AB Rh⁺ blood has A, B and Rh antigens on the surface of the red blood cells and no A or B antibodies in the plasma. Persons with AB Rh⁺ blood can receive blood from all the other blood groups.



AB Rh⁻ blood has A and B antigens on the surface of the red blood cells and can develop Rh antibodies in the plasma. If a person with AB Rh⁻ blood receives blood containing Rh antigens, the blood will clump.



O Rh⁺ blood has Rh antigens on the surface of the red blood cells and has both A and B antibodies in the plasma. If a person with O Rh⁺ blood receives blood containing A or B antigens, the blood will clump.



O Rh⁻ blood has no antigens at all on the surface of the red blood cells but have both A and B antibodies in the plasma. The O Rh⁻ blood can also develop Rh antibodies. If a person with O Rh⁻ blood receives blood containing A, B or Rh antigens, the blood will clump.

Aglutininas:

Cuando el aglutinógeno de tipo A *no está presente* en los hematíes de una persona, aparecen *aglutininas anti-A* en el plasma. Además, cuando el aglutinógeno de tipo B *no está presente* en los hematíes, aparecen unos anticuerpos, conocidos como *aglutininas anti-B*, en el plasma.

De este modo, refiriéndonos a la tabla siguiente, nótese que el grupo sanguíneo O, aunque no contiene aglutinógenos, contiene *aglutininas anti-A y anti-B*; el grupo sanguíneo A contiene aglutinógenos de tipo A y *aglutininas anti-B*; el grupo sanguíneo B contiene aglutinógenos de tipo B y *aglutininas anti-A*. Finalmente, el grupo sanguíneo AB contiene aglutinógenos A y B, pero no aglutininas.

Genotipos	Gpos. Sanguíneos	Aglutinógenos	Aglutininas
OO	O	---	Anti A y Anti B
OA ó AA	A	A	Anti B
OB ó BB	B	B	Anti A
AB	AB	A y B	---

TÍTULO DE AGLUTININAS A DIFERENTES EDADES.

Inmediatamente después del nacimiento, la cantidad de aglutininas en el plasma es casi nula. Dos a ocho meses después del nacimiento, el lactante empieza a producir aglutininas, aglutininas anti-A cuando los aglutinógenos A no están presentes en las células y aglutininas anti-B cuando no hay aglutinógenos de tipo B en las células. Se suele alcanzar un título máximo a los 8-10 años de edad, que declina de forma gradual a lo largo de los años restantes de vida.

ORIGEN DE LAS AGLUTININAS EN EL PLASMA.

Las aglutininas son globulinas gamma, como los otros anticuerpos, y son producidas por las mismas células que producen los anticuerpos frente a otros antígenos. La mayor parte de ellas son moléculas de inmunoglobulinas IgM e IgG.

Pero ¿por qué se producen estas aglutininas en las personas que no tienen los respectivos aglutinógenos en sus hematíes? La respuesta a esto es que en el organismo entran pequeñas cantidades de antígenos A y B en los alimentos, en las bacterias y de otras formas, y estas sustancias ponen en marcha la aparición de aglutininas anti-A y anti-B. Por ejemplo, la administración intravenosa de antígeno del grupo A en un receptor que no tiene el tipo sanguíneo A provoca una respuesta inmunitaria típica con la formación de mayores cantidades de aglutininas anti-A que nunca. Además, el recién nacido tiene pocas aglutininas, si es que tiene alguna, lo que demuestra que la formación de aglutininas se produce casi por completo después del nacimiento.

Proceso de aglutinación en las reacciones transfusionales

Cuando las sangres se emparejan mal, de forma que se mezclan aglutininas plasmáticas anti-A o anti-B con hematíes que contienen aglutinógenos A o B, respectivamente, los hematíes se aglutinan por el siguiente proceso: las aglutininas se unen a los hematíes. Debido a que las aglutininas tienen dos lugares de unión (tipo IgG) o diez (IgM), una sola aglutinina puede unirse a dos o más hematíes diferentes al mismo tiempo, haciendo que las células se adhieran entre sí. Esto hace que las células se agrupen, lo que constituye el proceso de aglutinación. Estas agrupaciones taponan los pequeños vasos sanguíneos por todo el sistema circulatorio. Durante las horas o días siguientes, la distorsión física de las células o el ataque por parte de los leucocitos

fagocíticos destruye las células aglutinadas, liberando hemoglobina al plasma, lo que se llama «hemólisis» de los hematíes.

EN ALGUNAS REACCIONES TRANSFUSIONALES SE PRODUCE UNA HEMÓLISIS AGUDA.

A veces, cuando las sangres receptoras y donante son incompatibles, se produce una hemólisis inmediata de los hematíes en la sangre circulante. En este caso, los anticuerpos lisan los hematíes activando el sistema del complemento. Esto libera finalmente enzimas proteolíticas (el *complejo lítico*), que rompen las membranas celulares, como se describe en el Capítulo 34.

La hemólisis intravascular *inmediata* es mucho menos frecuente que la aglutinación seguida de una hemólisis *retardada* porque no sólo tiene que haber un título elevado de anticuerpos para que esto ocurra, sino porque parece necesario un tipo diferente de anticuerpo. principalmente anticuerpos IgM; estos anticuerpos se llaman hemólisis.

Tipificación de la sangre

Antes de administrar una transfusión, es necesario determinar el tipo sanguíneo del receptor y el tipo sanguíneo de la sangre donante, de forma que la sangre se pueda emparejar de forma adecuada. Esto se denomina *tipificación de la sangre*, y se realiza de la siguiente forma: primero se diluyen los hematíes con suero salino. Una parte se mezcla entonces con aglutinina anti-A y otra con aglutinina anti-B. Tras varios minutos, se observa la mezcla con el microscopio. Si los hematíes se han agrupado (es decir, “aglutinado”), se sabe que se ha producido una reacción antígeno-anticuerpo.

La tabla siguiente indica la presencia (+) o ausencia (-) de aglutinación con cada uno de los cuatro tipos de sangre. los hematíes tipo *O* no tienen aglutinógenos y, por tanto, no reaccionan con el suero anti-A ni anti-B. La sangre de tipo A tiene aglutinógenos A por lo que se aglutina con las aglutininas anti-A. La sangre de tipo B tiene aglutinógenos B y se aglutina con el suero anti-B. La sangre de tipo AB tiene aglutinógenos A y B, y se aglutina con los dos tipos de suero.

Tipos de hematíes	Sueros	
	Anti A	Anti B
O	-	-
A	+	-
B	-	+
AB	+	+

TIPOS SANGUINEOS Rh

Junto con el sistema de grupos sanguíneos O-A-B, el sistema Rh es importante en la transfusión de sangre. La principal diferencia entre el sistema O-A-B y el sistema Rh es la siguiente: en el sistema O-A-B, las aglutininas responsables de producir reacciones transfusionales aparecen de forma espontánea, mientras que en el sistema Rh, las aglutininas casi nunca se producen de forma espontánea. En cambio, antes de que aparezcan suficientes aglutininas para producir una reacción transfusional significativa, la persona debe exponerse primero de forma muy intensa a un antígeno Rh, habitualmente mediante transfusión de sangre, o en el caso de la madre que tiene un niño con el antígeno.

ANTIGENOS RH: PERSONAS “RH-POSITIVAS” Y “RH NEGATIVAS”.

Existen seis tipos frecuentes de antígenos Rh, cada uno llamado factor Rh. Estos tipos se designan por C, D, E, c, d, e. Una persona que tiene un antígeno C no tiene antígeno c, pero la persona que carece del antígeno C siempre tiene el antígeno c. Lo mismo es cierto para los antígenos D-d y E-e. Además, debido a la forma en que se heredan estos factores, cada persona tiene uno de estos tres pares de antígenos.

El antígeno de tipo D tiene una prevalencia alta en la población y es mucho más antigénico que los otros antígenos Rh. Por tanto, de cualquiera que tenga este tipo de antígeno se dice que es Rh positiva, mientras que de la persona que no tenga el antígeno de tipo D, se dice que es Rh negativa.

Sin embargo, debe observarse que incluso en las personas Rh-negativas, otros antígenos Rh pueden producir todavía reacciones transfusionales, aunque suelen ser mucho más leves. Aproximadamente el 85% de las personas de raza blanca son Rh positivas y el 15%, Rh negativas. En los negros estadounidenses, el porcentaje de Rh positivos es de aproximadamente un 95%, mientras que en los negros africanos es casi del 100%.

RESUMEN:**Prueba directa (determinación hacia delante):**

- Si se observa aglutinación de la sangre al mezclarla con suero anti-A, la persona posee sangre tipo A.
- Si se observa aglutinación de la sangre al mezclarla con suero anti-B, la persona posee sangre tipo B.
- Si se observa aglutinación de la sangre al mezclarla con sueros anti-A y anti-B, entonces la persona posee sangre tipo AB.
- Si no se observa aglutinación con ninguno de los dos sueros, el tipo de sangre es O.
- Si se observa aglutinación al mezclar con suero anti-Rh, el tipo de sangre es Rh positivo.

Si la sangre no se aglutina al mezclarse con suero anti-Rh, el tipo de sangre es Rh negativo.

- Prueba inversa (determinación hacia atrás):
- La aglutinación que ocurre cuando las células B se mezclan con el suero indica que la persona posee sangre tipo A.
- La aglutinación que ocurre cuando se mezclan las células A con el suero indica que la persona posee sangre tipo B.
- La aglutinación que ocurre cuando el suero de la persona se mezcla con ambos tipos de células indican que la sangre es tipo O.

La falta de aglutinación que ocurre cuando el suero de la persona se mezcla con ambos tipos de sangre indica que la sangre es tipo AB.

Transfusiones de sangre:

- Si la persona posee sangre tipo A, puede recibir transfusiones de personas con sangre tipo A y O.
- Si la persona posee sangre tipo B, puede recibir transfusiones de personas con sangre tipo B y O.
- Si la persona posee sangre tipo AB, puede recibir transfusiones de personas con sangre tipo A, B, AB y O.
- Si la persona posee sangre tipo O, puede recibir transfusiones sólo de personas con sangre tipo O.

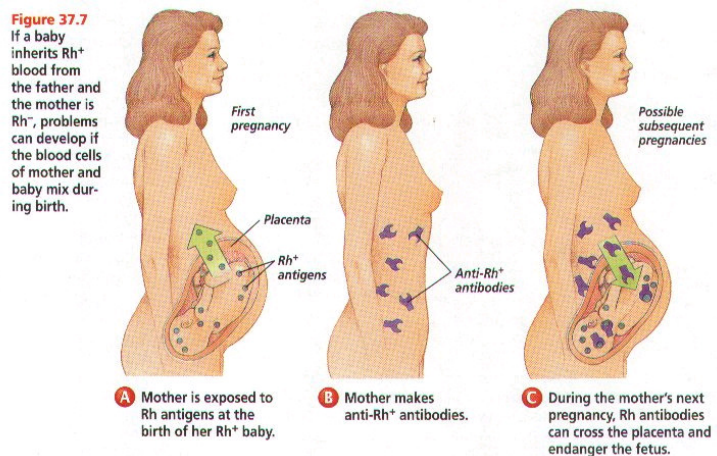
- Si la persona posee sangre Rh-positivo puede recibir transfusiones de personas con sangre tipo Rh positivo y Rh negativo.
- Si la persona posee sangre Rh-negativo, sólo puede recibir transfusiones de personas que posean el mismo tipo de sangre.

Factor Rh y Embarazo:

La mayoría de las personas, aproximadamente 85% de la población, tiene un tipo de sangre Rh positivo (+), es decir, producen el factor Rh, que es una proteína heredada localizada sobre los eritrocitos (glóbulos rojos). La parte restante de la población mundial, no tiene ese factor, por lo que se lo denomina Rh negativo.

Cuando se realiza una transfusión de sangre Rh positivo a Rh negativo, pueden formarse anticuerpos que en sucesivas transfusiones pueden destruir los glóbulos del donante positivo, invalidando la transfusión y creando efectos adversos en el organismo de quien la recibe. Así, la ausencia de este factor (Rh negativo) no afecta la salud, pero puede ser peligroso durante el embarazo.

Si la madre es Rh negativo y el padre Rh positivo, el bebé puede tener un tipo de sangre positivo. En algún momento, como el parto, en un aborto o en un embarazo ectópico, la sangre del bebé puede ponerse en contacto con la sangre materna, estimulando el sistema inmunológico (defensas) de la madre. En ese momento se “sensibiliza” la madre, quien empieza a producir anticuerpos contra su propio bebé, al que su organismo ya identifica como extraño. Los anticuerpos maternos atacan a los glóbulos rojos de la sangre del bebé, causándole anemia.



Las complicaciones para el bebé pueden ir desde anemia (disminución de glóbulos rojos), ictericia (color amarillo en la piel), daño cerebral y fallas cardíacas. En casos muy graves, el bebé puede morir, denominándose *hidrops fetalis*. El tratamiento para el bebé depende de la severidad del caso y puede incluir desde la simple observación, pasando por la fototerapia (aplicación de luz), hasta la exsanguineotransfusión (cambio de la sangre dañada por sangre “sana”).

Si tanto la madre como el padre son Rh negativo, su hijo también será rh negativo; en este caso la madre no será creará anticuerpos, por lo que el bebé no correrá ningún riesgo.

Para prevenir la enfermedad del Rh, una mujer con Rh (-) debe recibir desde las 28 semanas de gestación una inyección con Rhogam (un producto de sangre llamado inmunoglobulina), la otra inyección debe aplicarse antes de las 72 horas del parto. La vacuna se aplicará únicamente en el caso de que la sangre del bebé sea positiva. Si la sangre del bebé es negativa como la materna, no es necesario aplicar la vacuna. Esta vacuna previene la exposición al antígeno.

Es importante saber que la vacuna también tiene que aplicarse a una paciente después de un aborto, un embarazo ectópico o una transfusión de sangre con factor Rh positivo. En caso

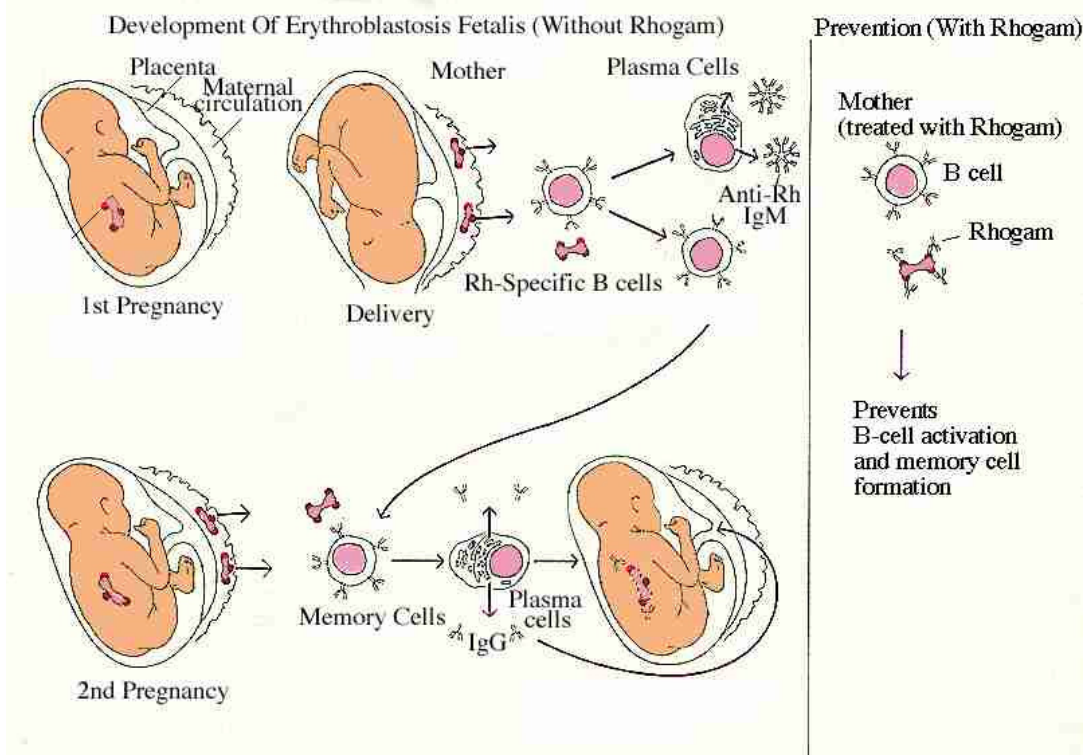
de realizar estudios especiales durante el embarazo, como amnioscentesis (punción del abdomen de la mujer embarazada para obtener una pequeña muestra de líquido amniótico) o muestreo de vellosidades corionicas (estudio prenatal por medio de punción del abdomen materno para obtener células) también debe aplicarse la vacuna.

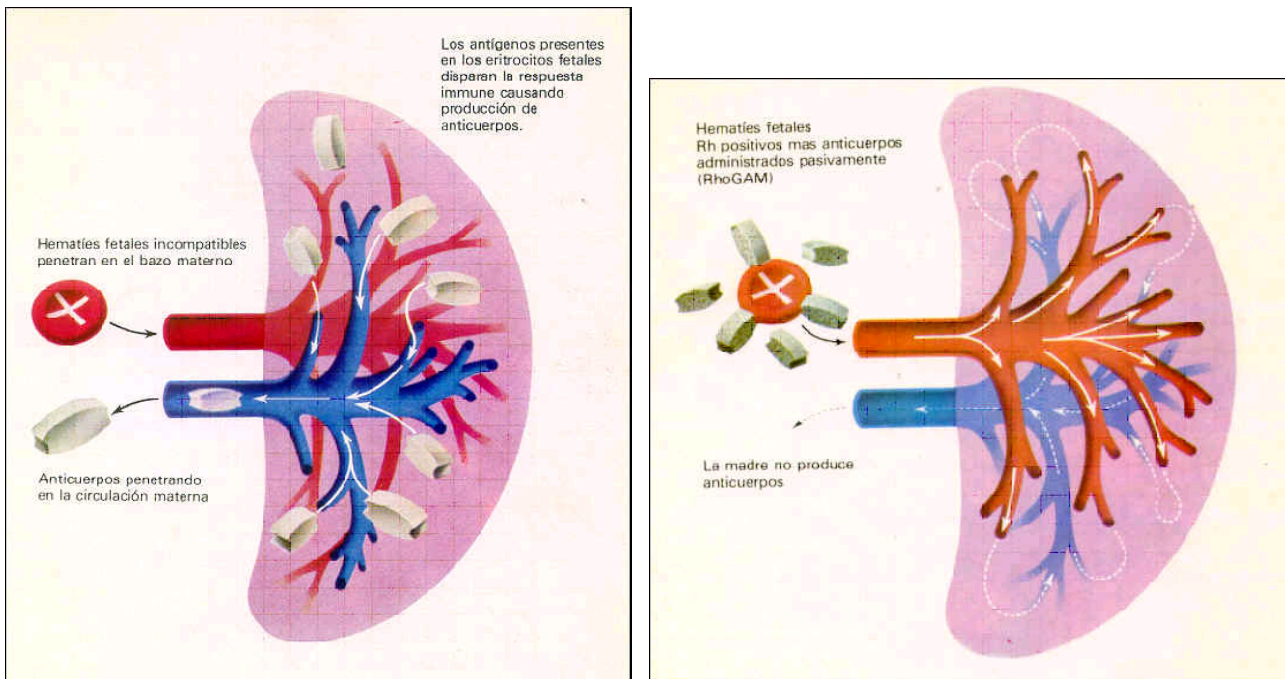
El mecanismo de acción de la vacuna se basa en su contenido de anticuerpos para el factor R. Los anticuerpos de la vacuna se unen a las células positivas de la sangre del bebé que se encuentran libres en el torrente sanguíneo de la mamá y las destruyen. Al no haber células sanguíneas del bebé en la sangre de la madre, no habrá producción de anticuerpos contra las células Rh positivo del bebé.

La protección de esta vacuna funciona únicamente durante doce semanas, por lo tanto el tratamiento debe repetirse pasado este tiempo, en cada embarazo o en cualquier situación donde pueda existir contacto de la sangre materna con la del bebé.

La vacuna no funciona si la mujer ya ha tenido un parto o aborto previo y no fue vacunada, es decir, cuando ya está sensibilizada y presenta en su torrente sanguíneo los anticuerpos. Por otro lado, estos anticuerpos durarán toda la vida, pero no afectarán en lo más mínimo la salud de la mujer.

Esquema de prevención de eritroblastosis fetal con vacuna anti-Rh:





Incompatibilidad Sanguínea Feto - Materna:

Las incompatibilidades sanguíneas se producen debido a que los glóbulos rojos llevan en su superficie determinados antígenos, particulares de cada grupo sanguíneo. Los más conocidos son los grupos A, B, AB y O. Además de los grupos de antígenos mayores existen, en forma independiente, el sistema Rh o D. Se dice convencionalmente que una sangre es Rh negativa cuando está presente el antígeno D y negativa cuando no lo está.

Sensibilización Rh

Cuando ingresan glóbulos rojos Rh positivo en el torrente sanguíneo de una madre Rh negativo, el sistema inmunitario de la madre registra estas estructuras extrañas (sensibilización Rh).

Los glóbulos rojos del bebé ingresan en el organismo materno mas que nada durante el parto. También puede suceder durante el embarazo sin motivos aparentes, especialmente después de esfuerzos extraordinarios como por ejemplo caídas, contracciones prematuras o estudios de líquido amniótico. La existencia de un embarazo anterior interrumpido (aborto espontáneo o provocado previo) pueden sensibilizar a la madre de la misma manera que un parto normal por lo que siempre debe ser comentada esta circunstancia. Las transfusiones son otra forma en que puede producirse la sensibilización materna.

Por efecto de la sensibilización se forman elementos de defensa denominados anticuerpos contra los glóbulos rojos Rh positivo del niño que los destruyen. Esto lleva a reacciones de rechazo mucho más importante en embarazos posteriores.

Una vez producida la sensibilización, no es posible dar marcha atrás a este proceso. Por ello se debe evitar la sensibilización durante el primer embarazo para que el siguiente hijo no se vea afectado.

Consecuencias de la sensibilización Rh.

Los anticuerpos producidos en el organismo materno ingresan en la sangre del niño a través de la placenta. Allí se adhieren a los glóbulos rojos Rh positivo del niño provocando de esa manera su destrucción (hemólisis). De acuerdo al grado de hemólisis el niño puede padecer desde anemia e ictericia hasta

enfermedades más graves como hidropesía fetal y malformaciones que pueden llegar a ser fatales. Debido a que la formación de anticuerpos durante el primer embarazo es muy leve, el primer hijo es generalmente sano.

Profilaxis de la sensibilización Rh

La sensibilización Rh se debe evitar antes de que se produzca. Para ello se cuenta con gammaglobulina anti D. La misma se administra a la madre para que destruya los glóbulos rojos fetales en el instante en que estos pasen al organismo de la madre, antes de que su sistema inmunológico los reconozca como extraños y ponga en marcha los mecanismos propios de la inmunidad.

Detección de la sensibilización materna.

Por las características del antígeno D, su frecuencia y la capacidad de sortear la barrera placentaria del anticuerpo anti D es la forma más frecuente y grave de incompatibilidad feto materna. Potencialmente cualquiera de los más de 400 antígenos de los glóbulos rojos podrían desencadenar una sensibilización materna, para aquellos antígenos del glóbulo rojo fetal que no los posea el glóbulo rojo de la madre.

Los estudios inmunohematológicos nos ayudan a predecir o descubrir este acontecimiento e iniciar los procedimientos de prevención o tratamiento precozmente.

