A 3D illustration of a blood vessel. The vessel is a white tube with a central opening. Inside the vessel, there are numerous red blood cells, which are depicted as red, biconcave discs. There are also several white blood cells, which are larger and have a more irregular, spiky appearance. The background is a light gray color.

# ¿Qué Hace Mi Médula Ósea?



# ¿Qué Hace Mi Médula Ósea?



**Ilustraciones de Kirk Moldoff**

**Publicado por la Fundación de Síndromes Mielodisplásicos, Inc. ©2015**

## Tabla de contenidos

<b>¿Qué es Médula Ósea?</b>	4
Células progenitoras (stem cells)	4
Importancia del Sistema Circulatorio	10
Hemoglobina	10
Hierro	12
Hematíes	12
Leucocitos	15
<i>Linfocitos</i>	15
<i>Monocitos</i>	15
<i>Granulocitos</i>	15
<i>Neutrófilos</i>	16
<i>Eosinófilos</i>	16
<i>Basófilos</i>	16
Plaquetas	17

<b>¿Cómo afecta un Síndrome Mielodisplásico (SMD) a mi Médula Ósea?</b>	18
Efecto en los Hematíes – Disminución del número de hematíes (Anemia)	19
Efecto en los Leucocitos – Disminución del número de granulocitos (Neutropenia)	20
Efecto en las plaquetas – Disminución del número de plaquetas (Trombocitopenia)	20
<b>Estudio de la Médula Ósea</b>	21
Aspirado de Médula Ósea	21
Biopsia de Médula Ósea	21
Procesamiento de la Muestra	22
Procedimiento para realizar la Biopsia de Médula Ósea	22
<b>Para Más Información sobre los SMD</b>	24

## ¿Qué es la Médula Ósea?

La **médula ósea** es un tejido esponjoso rico en nutrientes situado principalmente en las partes huecas de los huesos planos como el esternón y los huesos de las caderas. Hay dos tipos de médula ósea: médula roja y médula amarilla. La médula amarilla tiene un número mucho mayor de adipocitos (células grasas) que la médula roja. Ambos tipos de médula ósea contienen vasos sanguíneos.

### Células progenitoras (Stem cells)

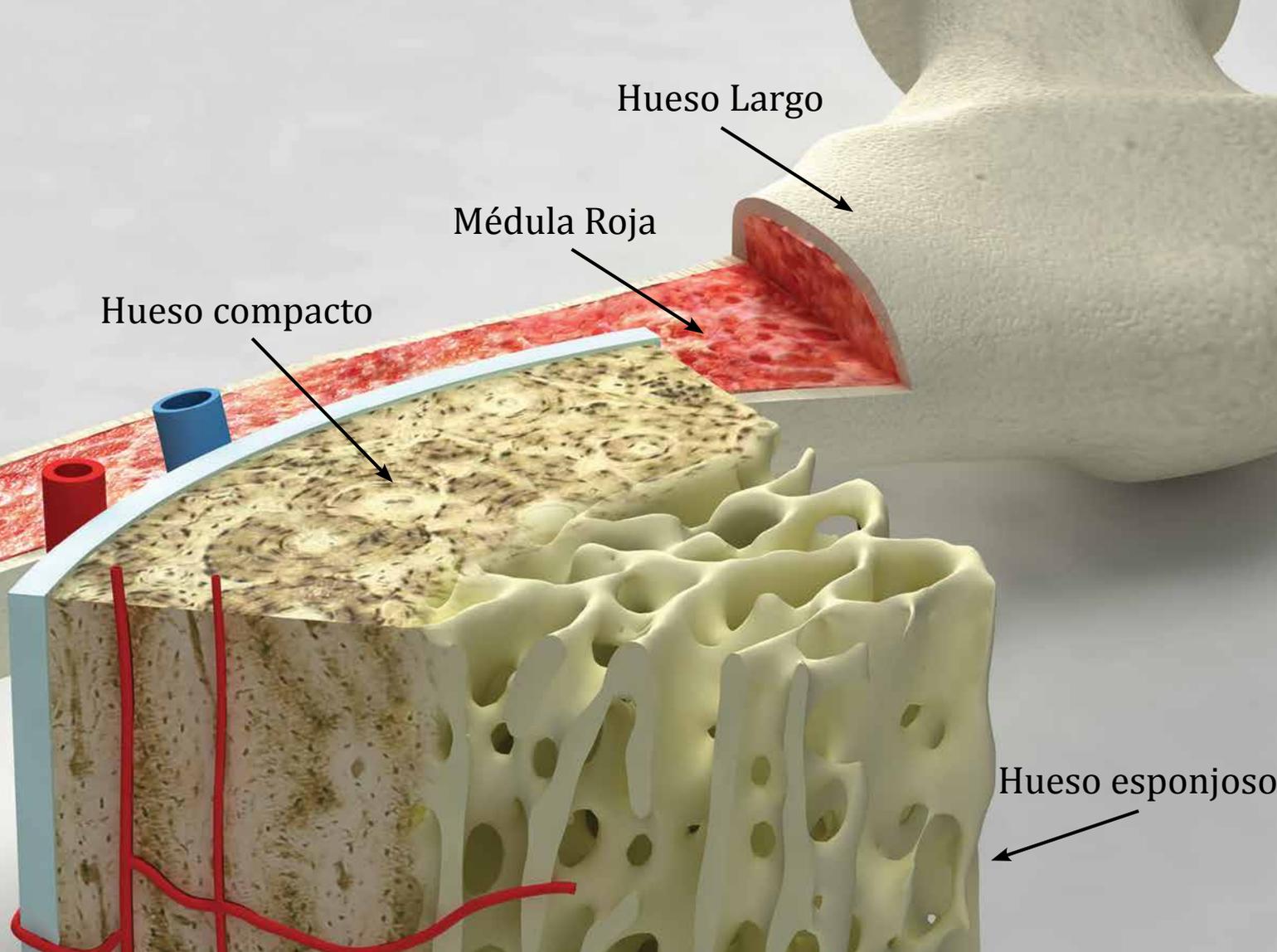
La médula ósea trabaja como una “fábrica” que produce todas las células que se encuentran en la médula ósea y en la corriente sanguínea. Esta fábrica depende de las células progenitoras pluripotenciales. *Pluripotencial* se refiere a la capacidad de una célula para convertirse en diferentes tipos de células.



### ¿Sabes que...?

Al nacer, toda la médula ósea es roja. A medida que crecemos la médula ósea roja se va convirtiendo en médula ósea amarilla. En los adultos, alrededor de la mitad de la médula ósea es roja y la otra mitad amarilla.

*Pluripotente se deriva del Latín **pluri** que significa múltiples y **potencial** que significa poder o capacidad.*



Hueso Largo

Médula Roja

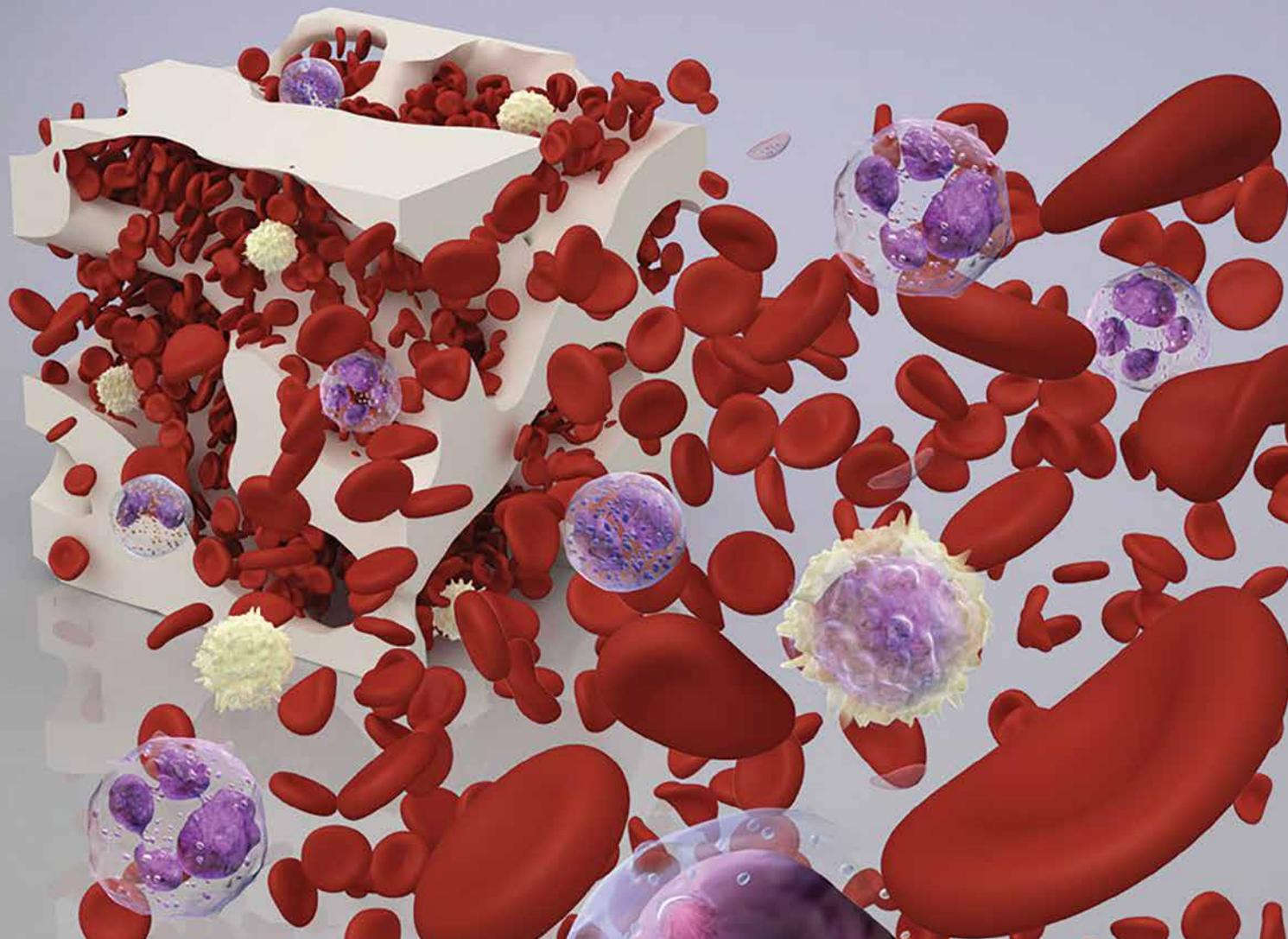
Hueso compacto

Hueso esponjoso

La médula ósea tiene dos tipos de células “stem”: *mesenquimiales* y *hematopoyéticas*. El proceso de la formación de las diferentes células de la sangre a partir de las células progenitoras pluripotentes se conoce como hematopoyesis. Las células hematopoyéticas pluripotentes pueden convertirse en cualquier tipo de célula del sistema sanguíneo. Se decantan hacia cada línea celular específica gracias a la influencia de factores tisulares y hormonales. Estas células, una vez diferenciadas y maduras son las células que vemos en el torrente circulatorio (hematíes, leucocitos, plaquetas).

*El tejido conectivo, los vasos sanguíneos y los vasos linfáticos provienen del mesénquima (tejido embrionario).*

*La hematopoyesis es el proceso de formación y desarrollo de las células de la sangre en la médula ósea.*



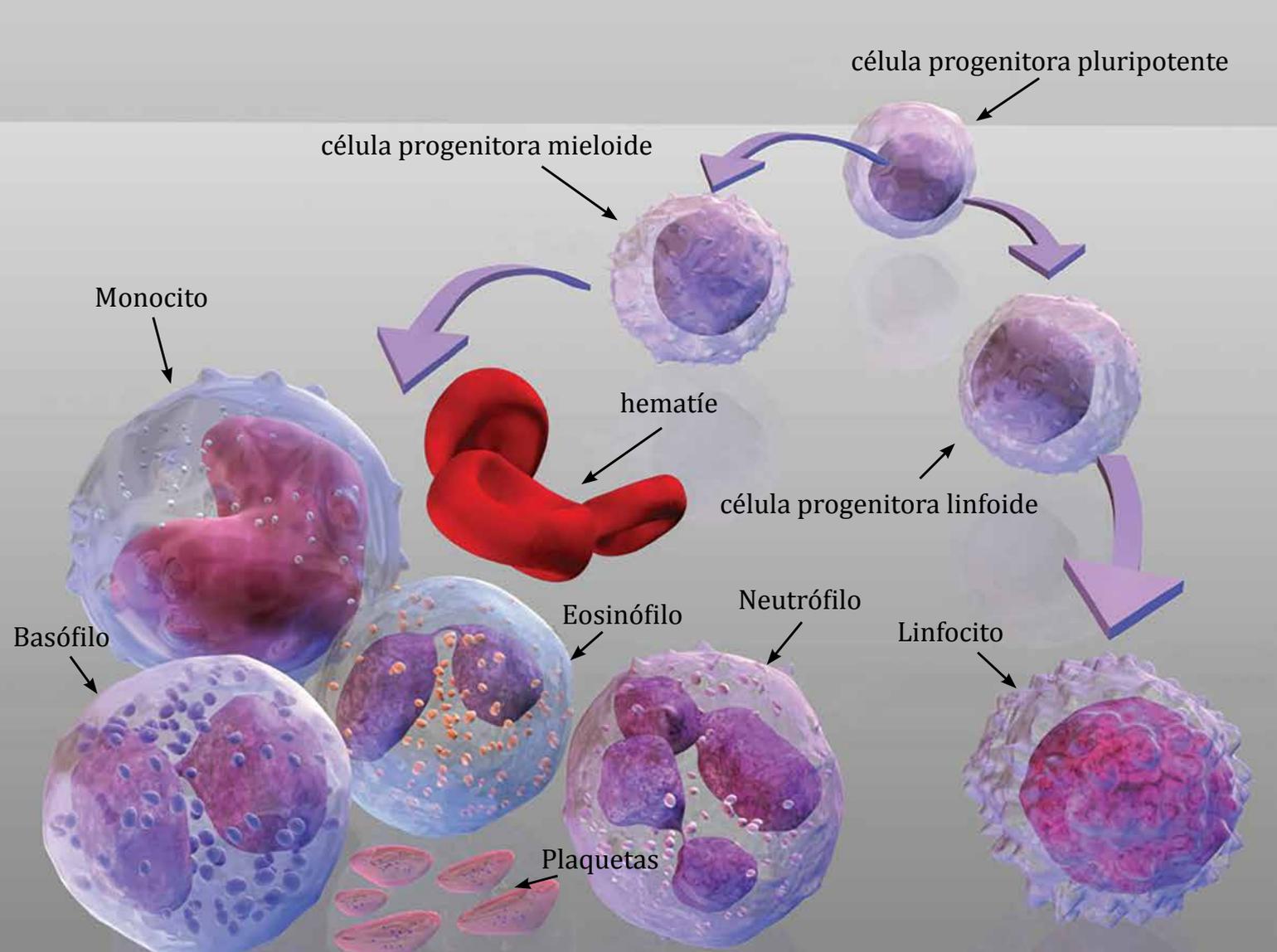
Las células eritroides o hematíes (glóbulos rojos) son las responsables de transportar el oxígeno desde los pulmones al resto de células del organismo. Son leucocitos (glóbulos blancos) los linfocitos, piedra angular del sistema inmune y las células mieloides que son los neutrófilos, monocitos, eosinófilos y basófilos. Los leucocitos combaten la infección atacando y destruyendo las bacterias y participan, además, en los procesos inmunes. Las plaquetas, que intervienen en la coagulación de la sangre, son fragmentos del citoplasma de los megacariocitos (células precursoras que se encuentran en la médula ósea).



*coágulo de sangre  
(plaquetas, hematíes  
e hilos de fibrina)*

¿Sabes que... ?

Las plaquetas o trombocitos previenen la hemorragia formando coágulos (trombos) cuando sufrimos alguna lesión.



La mayoría de hematíes y plaquetas, y gran parte de los leucocitos se forman en la médula ósea roja mientras que la médula amarilla fabrica sólo unos pocos. El ciclo de producción de todas estas células es continuo ya que todas ellas tienen un tiempo de vida limitado y luego mueren. Una médula ósea normal produce todas las células que el cuerpo necesita. Además, la producción puede aumentar en caso de necesidad. Así, la producción de hematíes aumenta cuando el cuerpo necesita más oxígeno del habitual, la de plaquetas tras una hemorragia y la de los leucocitos cuando hay que combatir una infección.

### **Importancia del sistema circulatorio**

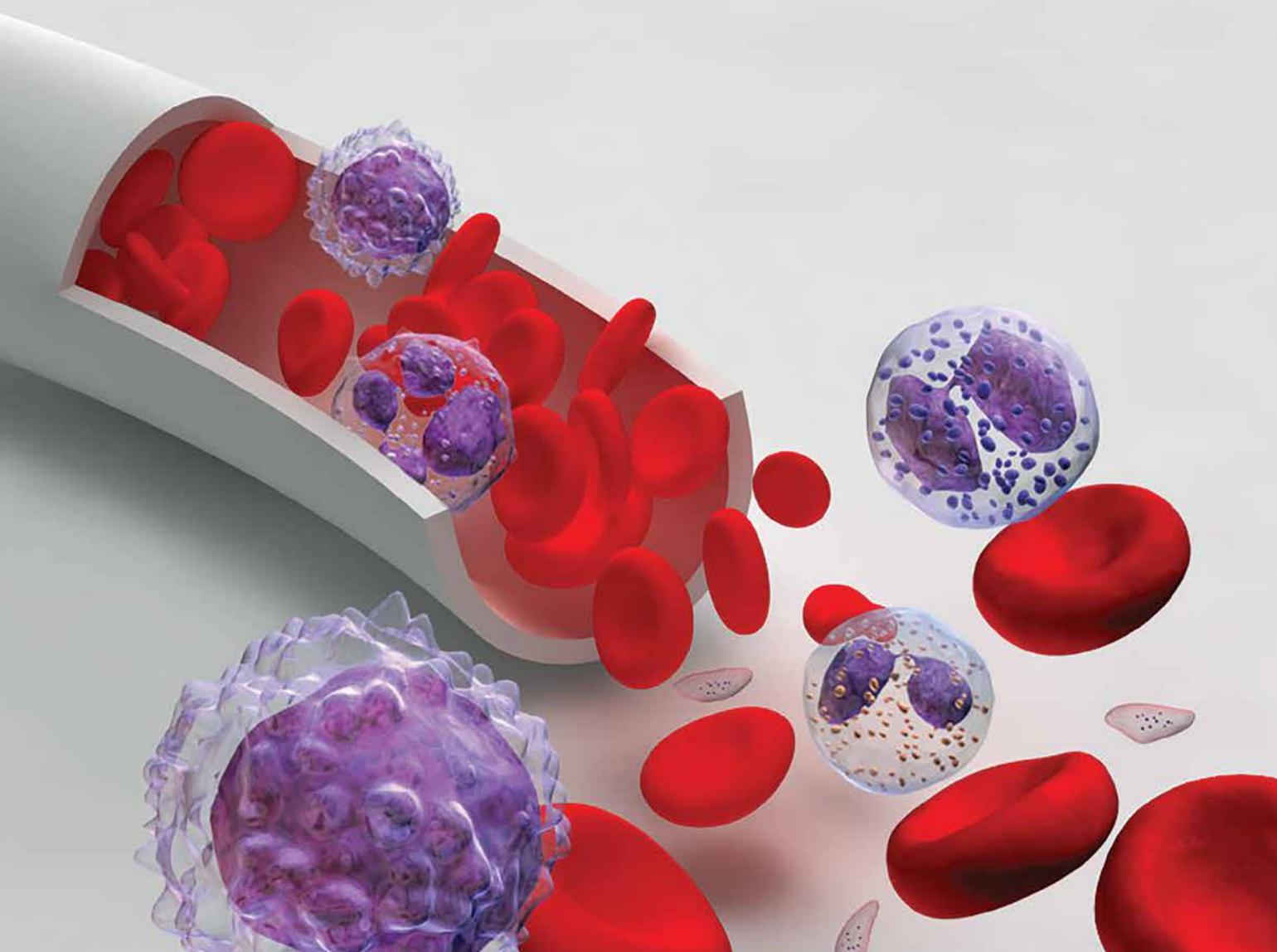
El sistema circulatorio llega a todos los órganos y sistemas de nuestro cuerpo. Los hematíes utilizan el flujo sanguíneo para llevar el oxígeno a todas las células. El oxígeno es indispensable para que todas las células funcionen correctamente.

### **Hemoglobina**

La hemoglobina (Hb) es una proteína que se encuentra dentro de los hematíes. Esta proteína es la que les da el color rojo característico a estas células. La función de la hemoglobina es coger el oxígeno en los pulmones, transportarlo mediante los hematíes y liberarlo en los tejidos que lo necesitan como el corazón, los músculos y el cerebro. La hemoglobina también retira el dióxido de carbono, producto de deshecho de las células, y lo transporta de nuevo hasta los pulmones donde es exhalado.

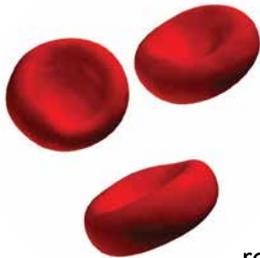
### **¿Sabes que... ?**

**Los hematíes tienen una vida media de 120 días y las plaquetas entre 8 y 10 días. Algunos leucocitos tienen una vida muy corta y viven sólo horas mientras que otros pueden vivir muchos años.**



## Hierro

El hierro es un nutriente importante del organismo. Se combina con una proteína para formar la hemoglobina de los hematíes por lo que es fundamental para la eritropoyesis. El cuerpo almacena hierro en el hígado, en el bazo y en la médula ósea. La forma de depósito del hierro se conoce como ferritina y ésta puede medirse a través de un análisis de sangre. La mayoría del hierro que se necesita a diario proviene del que se recicla de los hematíes viejos.



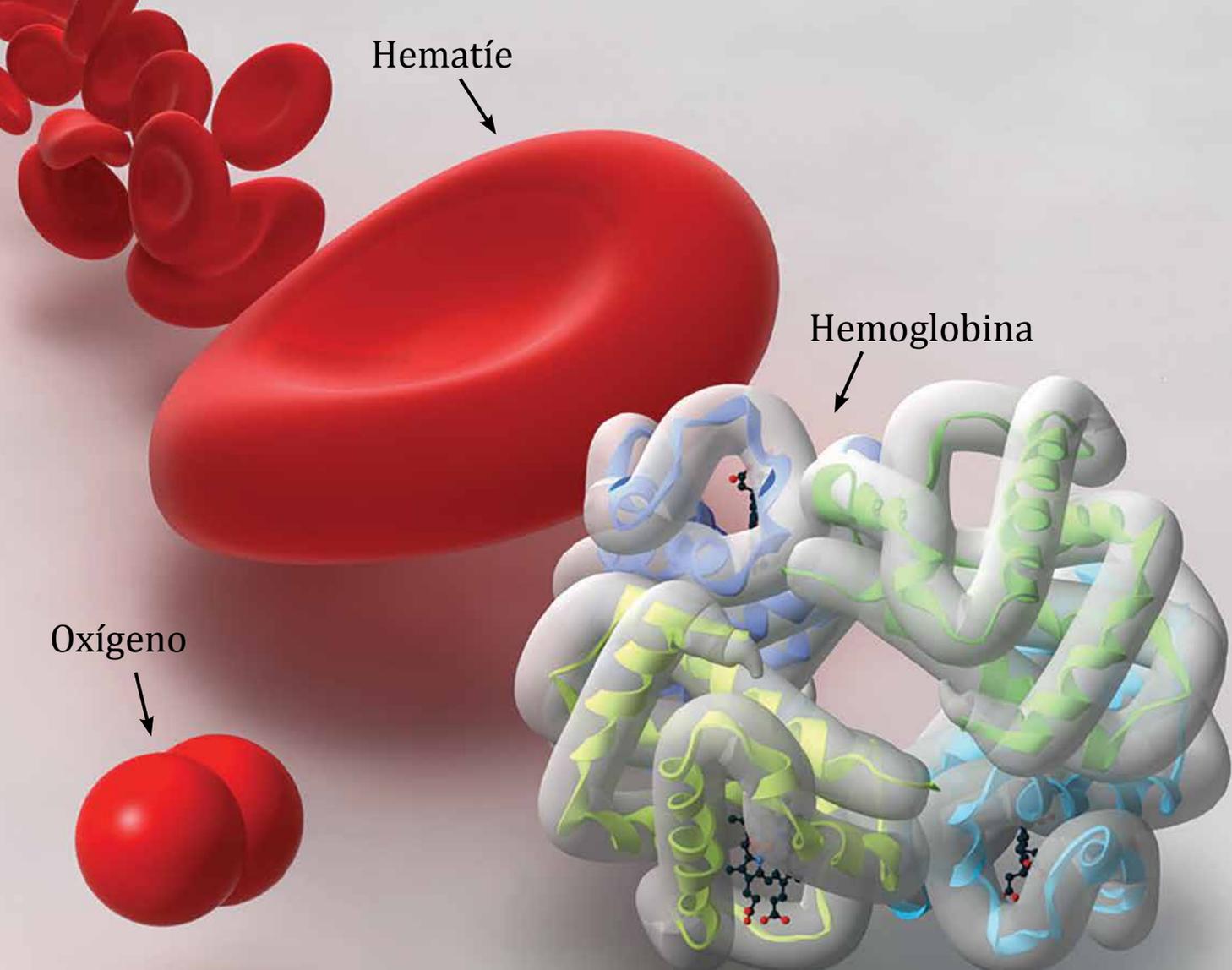
### Hematíes

La producción de hematíes (eritrocitos o glóbulos rojos) se llama eritropoyesis. Una célula progenitora tarda 7 días en convertirse en un hematíe maduro. La vida media de un hematíe es de 120 días por lo que tiene que ser continuamente reemplazado.

### ¿Sabes que...?

El cuerpo no tiene forma activa para excretar el hierro no utilizado, es decir, se pierde poco hierro del cuerpo de forma fisiológica.

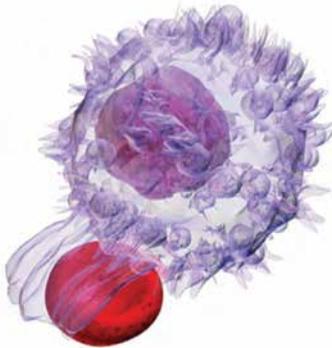
La eritropoyesis se estimula por la falta de oxígeno (hipoxia) en los tejidos. Esta falta de oxígeno estimula al riñón para que produzca una hormona llamada eritropoyetina (EPO). La EPO estimula a la médula ósea para que produzca hematíes. La eritropoyetina entra en el torrente circulatorio y viaja por todo el organismo. Todas las células del cuerpo tienen contacto con la eritropoyetina pero sólo las células rojas de la médula ósea se estimulan. Los nuevos hematíes fabricados entran en el torrente circulatorio aumentando la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre. Cuando los tejidos del organismo tienen suficiente oxígeno le



comunican al riñón que lentifique la secreción de eritropoyetina. Este “feed-back” asegura que el número de hematíes permanezca bastante constante y que siempre haya suficiente oxígeno para satisfacer las necesidades de nuestro organismo.

A medida de que los hematíes envejecen se vuelven menos activos y más frágiles. Los más viejos son eliminados o fagocitados por los leucocitos (*macrófagos*) en un proceso conocido como fagocitosis y el contenido de estas células se libera en la sangre. El hierro que procede de la hemoglobina de las células destruidas es transportado por el torrente circulatorio o a la médula ósea para formar nuevos hematíes o al hígado u otros tejidos para almacenarse.

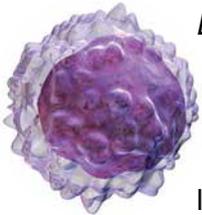
Normalmente, un poco menos de 1% de los hematíes es remplazado cada día. El número de hematíes que se produce cada día, en una persona sana, es de alrededor de 200 billones.



*Macrófago* proviene del Griego Antiguo:  
“macro” significa grande y “fago” que significa comer.

## Leucocitos

La médula ósea produce muchos tipos de leucocitos que son necesarios para un sistema inmune normal. Los leucocitos también previenen de las infecciones y luchan contra ellas. Hay cinco grandes tipos de células blancas o leucocitos:



### *Linfocitos*

Los linfocitos se producen en la médula ósea. Producen anticuerpos contra las infecciones causadas por virus que entran en nuestro cuerpo a través de la nariz, boca o heridas. Los linfocitos reconocen las sustancias extrañas que entran en el cuerpo y envían señales a otras células para que ataquen a dichas sustancias. El número de linfocitos aumenta como respuesta a estas invasiones. Hay dos tipos de linfocitos: B y T.

### *Monocitos*

Los monocitos también se producen en la médula ósea. Los monocitos maduros tienen una vida media en sangre de sólo 3-8 horas pero luego se trasladan a los tejidos donde maduran y se convierten en grandes células llamadas macrófagos. Los macrófagos pueden vivir en los tejidos durante largos períodos de tiempo. Allí se encargan de engullir y destruir bacterias, algunos hongos, células muertas y sustancias extrañas al organismo.



### *Granulocitos*

Granulocito es el nombre común que se da a tres tipos de leucocitos: neutrófilos, eosinófilos y basófilos. El desarrollo de un granulocito suele tardar dos semanas pero este tiempo se acorta

cuando se necesitan como, por ejemplo, en una infección bacteriana. La médula también almacena una gran reserva de granulocitos maduros. Por cada granulocito circulante hay de 50 a 100 esperando en la médula ósea para ser liberados en el torrente circulatorio. Por ello, la mitad de los granulocitos de la sangre pueden estar dispuestos para luchar contra una infección en menos de 7 horas tras la detección de la misma. Cuando un granulocito sale de la sangre ya no vuelve atrás. Puede sobrevivir en los tejidos entre 4-5 días pero sólo sobrevive unas pocas horas en la circulación sanguínea.

### *Neutrófilos*

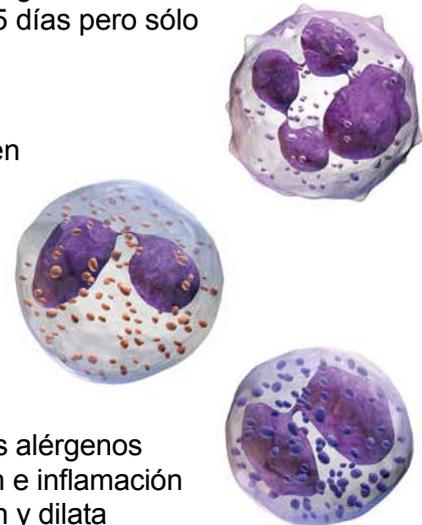
Los neutrófilos son los granulocitos más abundantes. Atacan y destruyen a las bacterias y a los virus.

### *Eosinófilos*

Los eosinófilos están implicados en la lucha contra muchas infecciones parasitarias, contra las larvas de gusanos parásitos y otros organismos. También están implicados en algunas reacciones alérgicas.

### *Basófilos*

Los basófilos son los granulocitos menos frecuentes. Responden a varios alérgenos liberando histamina y otras sustancias. Estas sustancias causan irritación e inflamación de los tejidos afectados. Nuestro cuerpo reconoce la irritación/inflamación y dilata (ensancha) los vasos sanguíneos haciendo que el líquido abandone el sistema circulatorio y entre en los tejidos a fin de diluir la sustancia irritante. Esta reacción se observa en la fiebre de heno, en algunas formas de asma y en urticarias, su forma más grave es el shock anafiláctico.



## Plaquetas



Las plaquetas se producen también en la médula ósea. El proceso de formación se llama trombocitopoyesis. Las plaquetas son fundamentales en la coagulación de la sangre y en la formación de coágulos que detienen la hemorragia.

La pérdida repentina de sangre dispara la actividad de las plaquetas en el lugar de la herida o lesión. Allí, las plaquetas se agregan y segregan una sustancia que ayuda a la formación del coágulo de fibrina. La fibrina tiene una estructura filiforme y forma como una red (ver página 8) que engloba hematíes y plaquetas formando el coágulo. El déficit de plaquetas (plaquetopenia o trombocitopenia) provoca petequias (pequeñas hemorragias debajo de la piel) y se sangra con más facilidad. Si el número de plaquetas es muy bajo la sangre no coagula bien en las heridas abiertas y existe el riesgo de hemorragia interna.

### ¿Sabes que... ?

Una médula ósea sana fabrica entre 150.000 y 450.000 plaquetas por microlitro de sangre, una cantidad de sangre que es como la cabeza de un alfiler.

## ¿Cómo afecta un SMD a mi médula ósea?

En las personas con síndrome mielodisplásico (SMD) la médula ósea no produce suficientes células de la sangre sanas. El SMD puede afectar sólo a una línea o a todas las líneas celulares de la médula ósea. Los hematíes, los leucocitos y las plaquetas pueden no madurar correctamente y algunos de ellos acumularse en la médula ósea en lugar de pasar al torrente circulatorio. Estas células tienen una esperanza de vida más corta lo que da lugar a un número menor de células sanguíneas en la circulación. De hecho, algunas células mueren en la médula ósea antes de madurar. Ello da lugar a un aumento de células inmaduras o blastos en la médula ósea y a una disminución de células normales maduras en la sangre. La disminución del número de células de alguna de estas líneas celulares (hematíes, leucocitos o plaquetas) es la característica más importante de los SMD. Esta falta de células es responsable de algunos de los problemas que sufren los pacientes con SMD como infección, anemia, hematomas espontáneos y sangrado fácil.

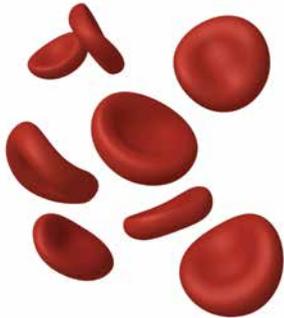
Además de estar disminuidas en la circulación sanguínea, las células pueden ser dismórficas (displásicas). Displasia quiere decir que las células están “mal hechas”, presentan tamaño y apariencia anormal (morfología). El prefijo “mielo” proviene del Griego y significa médula. Luego mielodisplasia significa que las células maduras de la médula ósea o que circulan en la sangre son raras o atípicas. Las células displásicas no funcionan correctamente. Además de la displasia, el 50% de pacientes muestran un aumento de células muy inmaduras que reciben el nombre de “blastos”.

## Efecto sobre los glóbulos rojos

### Disminución del número de hematíes

### Disminución de la cifra de hemoglobina (anemia)

La médula ósea normal produce hematíes maduros que contienen la hemoglobina que lleva el oxígeno a todos los tejidos del cuerpo. El volumen que ocupan los hematíes en la sangre, expresado en porcentaje, se llama hematocrito. En mujeres sanas el hematocrito varía entre 36% y 46% mientras que en el hombre sano varía entre 40% y 52%. Cuando el hematocrito es más bajo de lo normal no hay suficientes hematíes para llevar el oxígeno a todos los tejidos. Llamamos anemia a la disminución del número de hematíes y al descenso del nivel de hemoglobina con el consecuente descenso de oxígeno en los tejidos. La anemia puede ser leve (hematocrito entre 30% y 35%), moderada (entre 25% y 30%) o grave (menos de 25%). A veces, los hematíes maduros pero deformes son ineficaces para el transporte de oxígeno.



*Hematíes normales*



*Hematíes dismórficos*

## **Efecto sobre los leucocitos (glóbulos blancos)**

### **Disminución del número de granulocitos neutrófilos (neutropenia)**

La médula ósea fabrica, normalmente, entre 4.000 y 10.000 leucocitos por microlitro de sangre; en los afro-americanos produce algo menos, entre 3.200 y 9.000 por microlitro.

Algunos pacientes con SMD presentan neutropenia (descenso de neutrófilos) o leucopenia (descenso de leucocitos sin especificar). En las neutropenias aumenta el riesgo de contraer infecciones bacterianas como la neumonía o infecciones urinarias. La fiebre suele acompañar a estas infecciones. A veces se produce la infección sin haber neutropenia debido a que los neutrófilos no funcionan correctamente (neutrófilos desgranulados o dismórficos) como sucede en algunos pacientes con SMD.

## **Efecto sobre las plaquetas**

### **Disminución del número de plaquetas (trombocitopenia)**

El SMD también causa trombocitopenia o plaquetopenia. Las personas con trombocitopenia o con plaquetas dismórficas presentan hematomas espontáneos o sangrado con mínimos golpes, arañazos o cortes.

La trombocitopenia grave, aunque es poco frecuente, se define como un número de plaquetas inferior a 20.000 por microlitro y se asocia con graves problemas hemorrágicos.

Cuando en el análisis de sangre se observan bajos recuentos celulares (citopenias), el médico puede recomendarle un estudio de médula ósea. Un examen de la médula ósea puede revelar anomalías en las células de la médula (por ejemplo, células displásicas) y permite el estudio de los cromosomas de dichas células (citogenética).

Estos análisis proporcionan información adicional que puede ayudar a establecer el diagnóstico. Existen dos formas para examinar la médula ósea: el aspirado y la biopsia de médula. Ambos procedimientos se suelen hacer al mismo tiempo.

### **Aspirado de Médula Ósea**

El aspirado de médula ósea es una muestra de la porción líquida de la médula ósea. La muestra proporciona información acerca de la forma de las células (morfología), del estado de maduración de las mismas (diferenciación) y del número de blastos (células inmaduras) de la médula ósea. El aspirado puede ser usado para más análisis que pueden ayudar a determinar la causa de las citopenias, como es el estudio del cariotipo (citogenética).

### **Biopsia de Médula Ósea**

La biopsia de médula ósea es una pequeña muestra del tejido esponjoso de la médula ósea. Normalmente tiene una longitud de 1,5-2.0 cm de longitud. Proporciona información acerca de la celularidad de la médula ósea (llena= hipercelular, vacía=hipocelular). También proporciona información acerca del hierro de depósito, de la fibrosis y de la presencia de otras células atípicas.

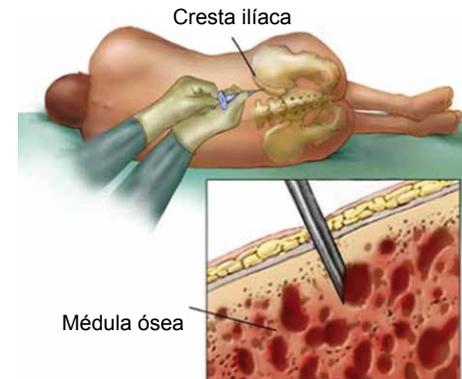
## Procesamiento de la muestra

Las muestras de aspirado y biopsia de la médula ósea se colocan en portaobjetos de vidrio y en varios tubos de laboratorio. Se envían al hematólogo y al patólogo - médicos especializados para evaluar las muestras de sangre y de médula ósea para el diagnóstico de enfermedades. Estos médicos usan un microscopio para examinar las muestras obtenidas por aspirado y por biopsia de médula ósea. Los resultados de la biopsia de médula ósea y el aspirado tardan de 2-4 días. Los resultados del estudio citogenético y otros estudios especiales pueden requerir hasta 2 semanas.

## Procedimiento para realizar una Biopsia de Médula Ósea

La biopsia de médula ósea puede realizarse en la consulta del médico y tarda unos veinte minutos. Puede ser realizada con anestesia local o, en algunos casos, con sedación leve.

1. El paciente se acuesta de lado (izquierdo o derecho) o boca abajo.
2. La biopsia se toma de la parte derecha o izquierda de la cadera.
3. Se anestesia la piel sobre el lugar de la punción (adormecer la piel) utilizando una forma de lidocaína (anestésico).



4. Una vez hayan sido anestesiadas la piel y el periostio del hueso, sobre la superficie de la piel, se realiza una pequeña incisión que permitirá la entrada de la aguja de biopsia de médula ósea. El aspirado y la biopsia pueden realizarse con la misma aguja durante el procedimiento.
5. Al acabar el procedimiento el ayudante aplicará presión sobre el lugar de la incisión a fin de prevenir el sangrado.
6. El paciente no debería ducharse en 24 horas. No remojarse en agua (baño, piscinas, bañeras de hidromasaje) en 48-72 horas. Pregunte al médico o al ayudante las instrucciones sobre como cuidar el lugar de la biopsia.
7. Algunos pacientes pueden desarrollar un hematoma o una hinchazón debajo de la piel, particularmente pacientes con un número bajo de plaquetas o pacientes en tratamiento anticoagulante. **Asegúrese de informar a su responsable de atención médica si está tomando aspirina o cualquier otra medicación que sea anticoagulante.**
8. Puede experimentarse dolor o molestias leves en el sitio de la biopsia durante dos o tres días.
9. Por razones de seguridad, el paciente debería tener un amigo, un familiar o un cuidador que le llevase a casa. **El paciente no debe conducir.**

## Para Más Información sobre SMD, Referencias sobre un Centro de Excelencia o para una Segunda Opinión:

### **Enlace para Pacientes**

The MDS Foundation, Incc  
4573 South Broad St.  
Suite 150  
Yardville, NJ 08620

Tel: 1-800-MDS-0839 (*within US only*)  
1-609-298-1035 (*outside US*)

Fax: 1-609-298-0590

Email: [patientliaison@mds-foundation.org](mailto:patientliaison@mds-foundation.org)

website: [www.mds-foundation.org](http://www.mds-foundation.org)

Thank you to Celgene Corporation and Novartis Pharmaceuticals Corporation for supporting this resource.



