

¿CÓMO SE REGENERAN LOS HUESOS DEL CUERPO HUMANO?



Esqueleto humano.

RESPUESTA: Los huesos no sólo se renuevan cuando existe una fractura, se trata de un proceso que se prolonga a lo largo de toda la vida y que se basa en dos conceptos: la osteogénesis, que es la creación de tejido nuevo mediante los osteoblastos o células encargadas de producir, reparar y mantenerlo; y la resorción ósea, un procedimiento desarrollado por los osteoclastos, responsables, en este caso, de destruir las partes más deterioradas para favorecer la regeneración.

El esqueleto es el sostén del cuerpo humano. Una estructura que soporta todo el peso del organismo y que es capaz de regenerarse no sólo en condiciones adversas, como una fractura, sino en un proceso permanente de renovación que se prolonga día a día y en el que unos hábitos de vida saludables, como la actividad física moderada o una dieta equilibrada, son factores fundamentales.

Fuente: Pilar Macías | **Asesoría científica:** Leonor Santos, investigadora del Centro de Investigación Biomédica en Red y de la Universidad de Málaga.

El cuerpo humano está compuesto por 206 huesos. Piezas duras y resistentes que componen el esqueleto y que están formadas por tejido conectivo constituido por células, componentes extracelulares calcificados, así como vasos, nervios y, en algunos casos, médula ósea. Asimismo, tienen capacidad de regeneración, de manera que cumplen importantes funciones en la protección de órganos vitales, como el cerebro o el corazón, y sustentan el movimiento del cuerpo, como estructura del aparato locomotor.

De este modo, el hueso es un tejido dinámico y metabólicamente activo que sufre un continuo proceso de remodelado, otorgando al esqueleto su capacidad regenerativa y de adaptación funcional. “Este proceso se produce cada día, ya que tienen que lanzar parte de su contenido para que las células tengan calcio –fundamental, por ejemplo, para el movimiento de los músculos- y fósforo –clave en el funcionamiento del cerebro y para la fabricación de trifosfato de adenosina, *ATP*, la moneda de intercambio energético-”, sostiene la investigadora.

En concreto, en el organismo existen 35 millones de unidades básicas multicelulares y cada año se activan entre tres y cuatro millones, por lo que la estructura ósea se renueva totalmente cada 10 años. “Éstas actúan como equipos de trabajo, los osteoclastos van delante reabsorbiendo hueso deteriorado y los osteoblastos intervienen después haciendo hueso nuevo”, explica la investigadora del Centro de Investigación Biomédica en Red, Leonor Santos Ruiz. De esta forma, apunta la especialista, se consiguen dos objetivos: “Liberar calcio y fósforo a la sangre y remodelar el esqueleto de forma continua”.

Reparar fracturas

El organismo está siempre alerta. También cuando se produce una rotura, momento en el que se desencadenan diversos procesos de reparación que varían la dinámica normal de un hueso, empezando por una consolidación inestable o flexible que se denomina callo, que consiste en unir con tejido fibroso los fragmentos de la fractura; seguida de una inflamación, hematoma y exudado por ruptura de vasos que rodean al foco de la fractura. “Al mismo tiempo, tiene lugar la reabsorción de la parte necrótica o muerta de los extremos de las fracciones rotas mediante los osteoclastos”, afirma Santos.

“El hueso es un tejido cuya importancia se encuentra en su interior”, avanza Santos Ruiz. Y añade: “Su proceso de desarrollo comienza en las células que lo componen, creando a su alrededor una matriz extracelular formada por proteínas que interaccionan entre sí para generar los factores que determinan el crecimiento”.

Tras un período de aproximadamente dos o tres semanas, apuntan los expertos, el tejido fibroso ha dado lugar al callo blando, un tejido fibrocartilaginoso que aporta la estabilidad suficiente para evitar el acortamiento del

hueso, pero no la angulación. “Por ello es importante que esté bien recto y alineado mientras suelda y de ahí el uso de escayolas, o incluso varillas de titanio”, manifiesta Leonor Santos, también profesora asociada en la Universidad de Málaga.

Estecoloblandosevamineralizando, endureciendo, a partir de la tercera y cuarta semana, pero no se vuelve completamente rígido hasta tres o cuatro meses después, momento en que se aprecia la formación del denominado callo duro. “El paciente suele percibirlo como un bulto duro, más grueso que el hueso original, en donde antes estaba la fractura”, sostiene.

Finalmente, tiene lugar la remodelación, que puede durar de meses a años. “Es un proceso en el cual el hueso va recuperando su forma original, en función de la actividad que el paciente realiza, por lo que es importante que éste la vaya recuperando en el miembro roto paulatinamente”, manifiesta la experta.



Leonor Santos, junto al equipo del Centro de Investigación Biomédica en Red.

MATERIALES SINTÉTICOS PARA REEMPLAZAR UN HUESO DAÑADO

La investigación en el campo de la regeneración ósea avanza en busca de lograr los mejores materiales sintéticos para reemplazar un hueso dañado. En este sentido, los investigadores intentan que éstos sean capaces de simular la matriz intracelular, de manera que tengan calcio y fósforo.

“Estamos trabajando en hallar materiales lo más miméticos posibles al hueso, con la idea

de que las células y los vasos sanguíneos lleguen, encuentren esta materia, la colonicen, para que luego con el tiempo la vayan degradando y que las células vayan haciendo su propio hueso”, explica Santos.

De este modo, apuntan los especialistas, entre los materiales más usados hoy día en ortopedia se encuentran los metales, que generan problemas asociados a la toxicidad

y la corrosión; los polímeros, que no presentan una buena bioactividad; y las cerámicas, que son los más biocompatibles, aunque poseen cierta fragilidad.

Las últimas investigaciones en este ámbito han dado ya con materiales con una química muy parecida a la del hueso que, aunque no tienen todas las proteínas, sí albergan todos los minerales propios de este tipo de tejidos.

De hecho, es precisamente dicha actividad la encargada de guiar a las células, instruir las sobre la forma y la fuerza que debe tener el hueso que se está rehaciendo. Es lo que se conoce como ‘Ley de Wolff’, por el cirujano que la enunció, Julius Wolff: “La forma y estructura de los huesos dependen del esfuerzo y la tensión a los que están sometidos”.

La actividad física, motor de la regeneración

El proceso de remodelación ósea está muy ligado a la actividad física. “Cuando una persona es muy activa, normalmente, sus huesos se renuevan a una mayor velocidad, mientras que otra más sedentaria no hace carga en ellos y éstos se empiezan a reabsorber. Es lo que les pasa a los astronautas cuando van al espacio y pasan largos periodos en gravedad cero, por ejemplo”, desvela.

Para los expertos, la regeneración ósea se produce a lo largo de toda la vida, sin embargo, sí existe un punto de inflexión donde los huesos comienzan a debilitarse: “Llegado a un determinado momento, que suele coincidir con la madurez, el balance deja de ser positivo, esto es, predomina la reabsorción sobre la formación”, apunta Santos.

HACIA DÓNDE AVANZA LA CIENCIA

El futuro pasa por utilizar el material sintético que imita la dureza y composición mineral del hueso, para combinar esta matriz con factores de crecimiento, y añadirle células madre. “De esta forma el injerto iría lo más equipado posible para que el cuerpo lo acepte, lo integre y lo vaya convirtiendo poco a poco en hueso propio”, explica Leonor Santos.

“Ya se implantan cerámicas parecidas a los corales, así como biovidrios y en estos momentos, mi grupo ha sacado un biovidrio nuevo con un recubrimiento más parecido a la matriz biológica del hueso”, avanza la experta. El siguiente paso, asegura, será no sólo incluir un material sintético, sino células: “El objetivo es que sea prácticamente un tejido o un tejido semisintético”.

De esta forma, durante el período de crecimiento, los huesos son distintos, están menos mineralizados e incluso no lo están en absoluto en ciertas partes, aquellas por las que crecen. “A partir de los 23 años el proceso se estabiliza. Una vez que llegamos a los 50, comienza a envejecer. En el caso de la mujer, la menopausia es un momento clave en este sentido, ya que la ausencia de determinadas hormonas que favorecían la absorción de calcio promueve ese envejecimiento”, recuerda Santos.

La actividad física es más importante llegada esta edad, los 50 años, que tomar determinados alimentos con suplementos de calcio. “No se trata de que se conviertan en súper atletas, sino de que sean personas activas, realizando paseos de 45 minutos cada día, por ejemplo. Recomendamos una actividad moderada y diaria”, señala la experta.

De hecho, actividades más agresivas, y sin embargo, en auge en estos momentos, como el running, pueden suponer un importante deterioro de la masa ósea. “En general, ningún deporte que genera impacto en los huesos es bueno”, afirma, tajante, Leonor Santos. “Cualquier ejercicio que no suponga una colisión en la articulación es mejor. Cuando saltamos, cargamos el cartílago, provocando una degeneración”, añade. Por tanto, según la experta, acciones como caminar, nadar, bailar son positivas al ser menos violentas y favorecer que la estructura ósea se mueva y se regenere.

Dieta sana y vitamina C

Una dieta equilibrada es igualmente fundamental para potenciar el proceso natural de renovación ósea. Sin embargo, apuntan los especialistas, no existen alimentos concretos o un tipo de alimentación específica que sea determinante en este proceso, más allá que unas pautas saludables.

“No hay ninguna dieta que estimule la formación de hueso. Para mantenerlos sanos hay que tomar lácteos, pero sin obsesionarse, porque si el organismo no lo reclama, da igual cuánto le des. Y para que lo pida, hace falta ejercicio”, asegura Santos Ruiz.

Sí hay una última cuestión básica. “Es muy importante tomar vitaminas mediante la ingesta de fruta, sobre todo vitamina C, fundamental para que se forme la matriz de colágeno sobre la que el hueso deposita los minerales”, apostilla Santos. |



Equipo maxilofacial.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA REGENERACIÓN ÓSEA

La regeneración ósea es un proceso en el que intervienen, según los especialistas, diversos factores, que interactúan entre sí a lo largo de toda la vida del individuo: genético -entre el 60 y 80% de la masa ósea está determinada por los genes-; mecánico -la actividad física activa osteocitos y osteoblastos para la formación ósea-; vasculares -permite el acceso de células sanguíneas, oxígeno, minerales, glucosa-, hormonales -que intervienen directamente en el metabolismo óseo-; y locales -factores de crecimiento o las proteínas de la matriz-.

En el hueso sano -no fracturado-, el remodelado óseo pasa por varias fases: una primera quiescente, es decir, la del hueso en reposo -los factores que inician el proceso de remodelado aún se desconocen-; seguida de una de activación en la que queda expuesta la superficie mineralizada para la atracción de células osteoclasticas; una tercera etapa de resorción, que permite la liberación de los factores de crecimiento contenidos en la matriz; una cuarta parte de nueva formación; y una última de mineralización, que finaliza a los 130 días en el hueso cortical -corresponde con los largos, el 80% del esqueleto- y a 90 en el trabecular -los esponjosos, el 20% restante-.