



CONTINUAMOS TRABAJANDO CON “SISTEMA ENDOCRINO”

Lee atentamente el texto y resuelve las actividades a continuación:

Ni mucho ni poco: calcio en la sangre

La medida justa

La sangre de los animales, y en particular la de los humanos, contiene muchas sustancias que cumplen muchísimas funciones diferentes: desde el transporte de oxígeno y nutrientes a las defensas del sistema inmunitario. Por lo general es muy importante que estas sustancias se mantengan dentro de un rango no muy amplio. Valores por debajo de este rango dejan a las células sin algunos de los componentes necesarios para su existencia, mientras que valores por encima generalmente ponen a uno o varios órganos en peligro de estar demasiado exigidos, y conlleva problemas de salud en el largo plazo.

Por ejemplo, la glucosa es necesaria como fuente de energía para todas las células, pero especialmente para los músculos, el corazón y el cerebro. Los niveles normales de glucosa en la sangre oscilan entre 70 y 140 mg/dL. Si caen por debajo de 70 mg/dL los órganos pueden tener deficiencia de combustibles, y podemos sufrir desmayos, típicos de la situación “hipoglucémica”. Valores por encima de 140 mg/dL no representan un riesgo en el corto plazo, pero con el correr de los años pueden poner en peligro al riñón, los ojos e interferir con la coagulación de la sangre; todos problemas que se manifiestan en la diabetes.

Nuestro cuerpo cuenta con diversos mecanismos para regular el valor de estas sustancias en la sangre. Si la concentración es demasiado baja, se disparan procesos para aumentarla, y si es demasiado alta, funcionan a la inversa.

Veamos en esta clase cómo funcionan algunos de estos mecanismos de regulación.

Actividad 1. La importancia del calcio

Lean la viñeta acerca de los roles del calcio y contesten la siguiente pregunta.

1. La hipocalcemia es la condición de tener bajos niveles de calcio en la sangre, y se produce por causas bastante complejas (veremos algunas más adelante). Los y las pacientes generalmente manifiestan espasmos, contracciones involuntarias de los músculos de la cara, y en casos extremos contracción involuntaria e intensa de los músculos del resto del cuerpo, comúnmente los de los brazos. También pueden aparecer piel seca, irritabilidad y ansiedad. Traten de explicar estos signos y síntomas a partir de las funciones conocidas del calcio en el cuerpo humano.



RECUERDA!

EL Calcio (Ca), es un elemento químico metálico y además el mineral más abundante en nuestro cuerpo.



¿Para qué sirve el calcio en nuestro cuerpo?

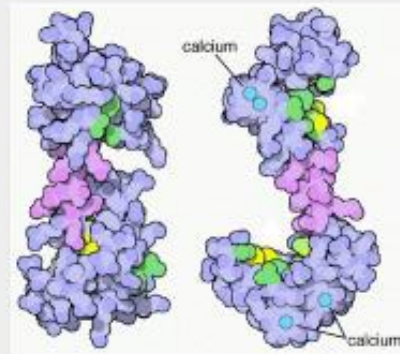
El calcio, por lo general, está en la sangre y dentro de las células, en forma de ión Ca^{++} . En los huesos forma una estructura sólida y muy resistente, que es químicamente fosfato de calcio, pero las células del tejido óseo pueden liberar calcio soluble (Ca^{++}) a partir de hueso, o formar hueso rígido a partir del calcio soluble. Es decir que existe un flujo dinámico constante entre el calcio de los huesos y el calcio de la sangre.

El calcio iónico (Ca^{++}) desempeña roles diversos y esenciales. Es absolutamente indispensable para lograr que el músculo se contraiga. Todas las células musculares contienen vesículas llenas de calcio que se liberan al citoplasma cuando el músculo es estimulado por las neuronas que lo inervan. Las proteínas contráctiles se contraen justamente cuando se unen al calcio. Cuando el estímulo nervioso cesa, el calcio es nuevamente secuestrado a las vesículas y la contracción deja de ocurrir.

Pero el calcio iónico también afecta a la conducción nerviosa misma. Cuando hay poco calcio disuelto en la sangre y los líquidos extracelulares, los nervios se vuelven super-sensitivos, y disparan impulsos nerviosos de la nada o ante cualquier estímulo por leve que fuera.

Además de esto, el calcio iónico (Ca^{++}) se combina con muchas de las proteínas de la sangre y es indispensable para que éstas adquieran su conformación tridimensional definitiva.

Es decir que sin calcio, no tienen la forma que corresponde y no pueden desempeñar su función. Esto es particularmente cierto para las proteínas que intervienen en la coagulación de la sangre. También es un ión esencial para la función de exocitosis, y afecta a las glándulas, como por ejemplo las glándulas sudoríparas. Estas son algunas de las funciones del calcio, el cual tiene muchas otras funciones complejas tanto dentro como fuera de las células.



La calmodulina es una de las muchas proteínas que se unen al calcio dentro y fuera de la célula (fuente: Shuchismita Dutta, David Goodsell, PDB-10)



HIPER-indica un exceso.

HIPO- indica una carencia o disminución.

Por ejemplo:

Hiperglucemia (exceso de azúcar)

Hipoglucemia (una carencia)



Actividad 2. ...si ingerimos poco calcio...

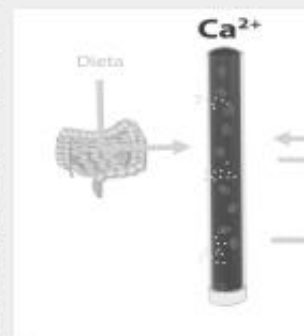
Si de pronto nuestra dieta se ve drásticamente empobrecida en fuentes de calcio, el cuerpo tiene que responder de alguna manera para evitar que los niveles de calcio en sangre (la calcemia) bajen más allá del nivel compatible con la salud.

1. Leyendo ambas viñetas, ¿qué piensan que hacen las células del tejido óseo en respuesta a la PTH?
2. Propongan qué tipo de acción estimula la PTH en el riñón.
3. En ciertas afecciones clínicas, el riñón deja de retener calcio con eficiencia y empieza a promover un descenso patológico de los niveles de calcio en la sangre. Describan cómo creen ustedes que responderá la glándula paratiroides. Estas situaciones generalmente conducen a problemas graves de fragilidad en los huesos. ¿Por qué creen que un problema en el riñón termina debilitando la estructura de los huesos?

La ruta del calcio

El Ca^{++} debe entrar en nuestro organismo, como casi todos los elementos que nos componen, a través de nuestra dieta. Diferentes alimentos contienen diferentes cantidades de calcio, el cual, luego de la digestión, es absorbido activamente por el intestino, y de allí pasa al torrente sanguíneo. Las células del tejido óseo rápidamente convierten el Ca^{++} del plasma en fosfato de calcio de las partes duras del hueso. Las mismas células pueden además devolver calcio a la sangre a partir del hueso. Al mismo tiempo, el riñón es capaz de decidir si expulsa calcio hacia la orina (lo cual hace que salga del cuerpo y lo perdamos), o lo retiene dentro del cuerpo. Generalmente el riñón retiene este valioso ión, lo cual es todo un trabajo para las células renales. Cualquiera de estos tres puntos en la ruta del calcio pueden afectar el nivel de este ión en el plasma sanguíneo.

Viñeta fenomenal





Viñeta fenomenal

La glándula paratiroides y su hormona

Cuando los niveles de Ca^{++} en sangre bajan mucho, un órgano muy pequeño que se encuentra en el medio de nuestro cuello puede detectar este cambio: se trata de la glándula paratiroides. Las células de la paratiroides tienen en su superficie una proteína detectora de calcio. Se llama, no sorprendentemente, el "receptor sensor de calcio" (o CaSR por su sigla en inglés).



Estructura de la parathormona (CC Erww)

Cuando estos receptores detectan bajos niveles de calcio, comienzan a liberar en la sangre una diminuta proteína de 84 aminoácidos que luego actuará sobre otros órganos. Se trata de la hormona paratiroidea, parathormona o PTH.

Las células del riñón y las del tejido óseo tienen un receptor para la hormona paratiroidea en sus membranas. Cuando este receptor es estimulado por contacto con la hormona, efectúa cambios importantes en la actividad de los órganos. Estos dos órganos actúan entonces para elevar la cantidad de Ca^{++} en la sangre.



Receptor sensor de calcio

Una vez que los niveles de calcio se restituyen a valores normales, la glándula paratiroidea detecta estos valores y deja de producir hormona PTH, lo cual a su vez provoca que los órganos blanco vuelvan a sus valores normales de actividad.

La PTH actúa también sobre las células del intestino, pero lo hace de manera indirecta. Esta hormona promueve el cambio de la vitamina D de su forma inactiva a su forma activa. Y es la vitamina D activada la que induce a las células intestinales a captar más calcio.



Actividad 3. Hipercalcemia

En algunas condiciones clínicas puede aparecer un aumento peligroso de los niveles de calcio en la sangre. Esta condición se llama hipercalcemia. Clínicamente los pacientes presentan respuesta disminuida en los reflejos y debilidad muscular, pero en casos críticos pueden aparecer síntomas psiquiátricos como confusión, alucinaciones o coma.

- ¿Cómo explican que uno de los signos de la hipercalcemia sea la respuesta disminuida en los reflejos y debilidad muscular?
- ¿Cómo piensan que responderá la glándula paratiroides frente a la hipercalcemia?
- ¿Cómo piensan que responderá la glándula tiroidea (tiroidea, no paratiroides) frente a la hipercalcemia?
- ¿Cuál les parece que será la acción de la calcitonina sobre las células óseas?
- ¿Les parece que encontraremos receptores sensibles al calcio en las células de la glándula tiroidea? Argumenten su respuesta.

Calcitonina

En muchos animales, incluidos los humanos, existe una hormona peptídica (de 32 aminoácidos) que actúa sobre las células óseas y también en cierta medida sobre el riñón. Sus efectos son los contrarios a los de la PTH. La calcitonina es producida y liberada por algunas células de la glándula tiroidea (aunque la función de la tiroidea es otra, que tiene poco que ver con el metabolismo del calcio). Estas células en la tiroidea responden a niveles elevados de calcio en la sangre.



Viñeta fenomenal



Actividad 4. Regulación

En esencia hemos visto que los niveles de calcio en la sangre se regulan finamente a través de dos sistemas hormonales que actúan en paralelo y de forma opuesta.

El sistema de regulación del calcio funciona de manera similar al sistema de regulación de la temperatura de una casa mediante una caldera y un termostato. Existe un mecanismo para "sentir" las condiciones. En la casa, el termostato contiene un termómetro que "siente" la temperatura de las habitaciones, y envía una señal eléctrica a la caldera. Si la temperatura baja demasiado, la señal le dice a la caldera que encienda la hornalla y caliente el agua circulante. Esto consecuentemente calienta la casa; luego, el termostato percibe las nuevas condiciones y envía una señal a la caldera para que se apague.

1. Busquen una correspondencia entre los elementos de los dos sistemas de regulación.

Termostato	Órganos efectores: huesos, riñón, intestino
Termómetro	Glándula paratiroides
Señal eléctrica	Receptor sensible al calcio
Caldera	Hormona paratiroidea

2. Completen el siguiente cuadro resumen.

Componente	Para elevar el calcio en sangre	Para disminuir el calcio en sangre
Molécula sensora de calcio		
Órganos sensor de calcio		
Hormona		
Acción sobre el tejidos óseo		
Acción sobre riñón		
Acción sobre intestino		

En la próxima clase revisaremos la tarea de contingencia.



ÉXITOS!