

¿CONOCES A TUS GRUPOS HEMO?

Seguramente te estarás preguntando qué son o qué tienen que ver contigo los grupos hemo, bueno pues la respuesta se encuentra en ti, o mejor dicho, dentro de ti.

Seguramente alguna vez te has preguntado ¿Por qué nuestra sangre es roja y no azul?, o ¿Por qué sabe a hierro?, esto se debe a los grupos hemo (también llamados grupos hem). El conocer cómo participan en nosotros te ayudará a responder ambas preguntas, pero sobre todo a conocer su importancia, cómo es que funcionan y a maravillarte por lo asombroso que es el cuerpo humano.

Los grupos hemo son tetrapirroles que se encuentran en interacción con proteínas globulares. Los tetrapirroles constan de 4 moléculas de pirrol enlazadas a un anillo planar por medio de 4 puentes α -metileno y en el centro de este anillo, se encuentra un átomo ferroso (Fe^{2+}). Existen otras proteínas con grupos prostéticos tetrapirrol, pero lo que hace al hem un grupo hemo y no un compuesto análogo, son sus sustituyentes, es decir, los que se une al tetrapirrol. Para el hem, estos grupos son: metilo (M), vinilo (V) y propionato (Pr), arreglados en el orden M, V, M, V, M, Pr, M, Pr, M.

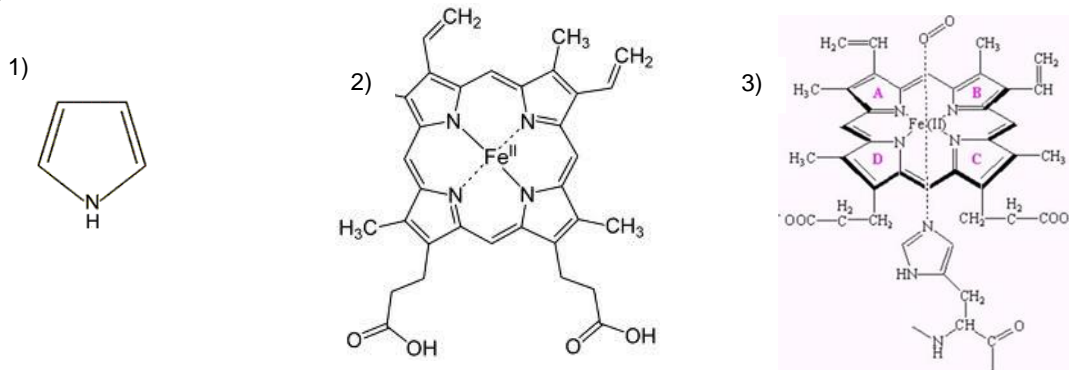


Fig. 1. Estructura del pirrol (1) y del grupo hemo en ausencia (2) y presencia de oxígeno (3).

El grupo hemo es una estructura plana que tiene propiedades apolares, aunque también tiene cargas negativas, por lo que tiene también un extremo polar. Es por tanto insoluble en agua, por lo que evita el contacto con la misma. Por ello el grupo hemo se localiza entre las estructuras terciarias de las cadenas polipeptídicas y se sitúa en un bolsillo hidrofóbico. La parte polar queda hacia el exterior.

La extensa red de enlaces dobles conjugados del grupo hemo, absorbe la luz en el límite inferior del espectro visible, lo cual le da a la molécula un color rojo profundo, y bueno, nos confirma que ningún noble poseía sangre azul, así que, dejémosle eso a la mayor parte de los moluscos y algunos artrópodos (ellos si tienen sangre azul). En cuanto al sabor, es fácil comprenderlo después de conocer la estructura del grupo hemo.

Las hemoproteínas son aquellas proteínas que contienen un grupo prostético hemo, con enlaces covalentes o no covalentes con la proteína misma. Éstas están presentes en diversos organismos, pero en nuestro caso particular el hem se une a 2 proteínas globulares la mioglobina y la hemoglobina, con lo cual brinda a cada una propiedades diferentes que les permiten realizar sus funciones.

La mioglobina es una molécula compactada casi esférica, que se encuentra en el tejido muscular rojo y cuya función consiste en

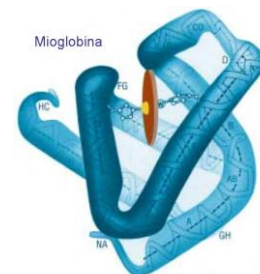


Fig. 2 estructura tridimensional de a mioglobina con el grupo hemo.

almacenar oxígeno, el cual, bajo condiciones de privación de este (por ejemplo, ejercicio intenso), se libera para la síntesis de ATP, dependiente de oxígeno, y es precisamente el grupo hemo quien a partir del sexto enlace del átomo de hierro enlaza O_2 .

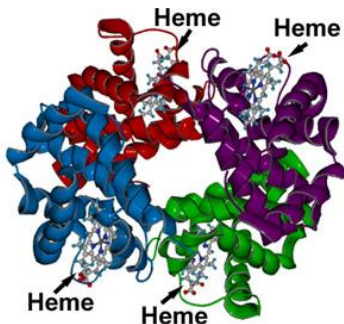


Fig.3 Estructura de la hemoglobina.

Por otro lado la hemoglobina es una proteína tetramérica, compuesta por pares de 2 polipéptidos distintos. Las propiedades de ésta, consideradas individualmente, resultan de la estructura cuaternaria, secundaria y terciaria. La estructura cuaternaria le confiere propiedades adicionales notables (no presentes en la mioglobina), las cuales adaptan la hemoglobina para sus funciones biológicas.

La hemoglobina se encuentran en los eritrocitos de los vertebrados y realiza 2 funciones importantes de transporte: 1) transportar el O_2 desde el órgano respiratorio hasta los tejidos periféricos y 2) transportar el CO_2 y protones desde los tejidos periféricos hasta los pulmones para la excreción subsecuente de éstos.

A diferencia de la mioglobina, la hemoglobina enlaza 4 moléculas de oxígeno (uno por hem de cada subunidad), la facilidad del enlace del O_2 a la hemoglobina depende de la presencia de otras moléculas de O_2 en el tetrámero, ya que presentan una cinética de enlace cooperativo, es decir, la unión de la primera molécula de O_2 facilita el enlace de las demás moléculas de O_2 .

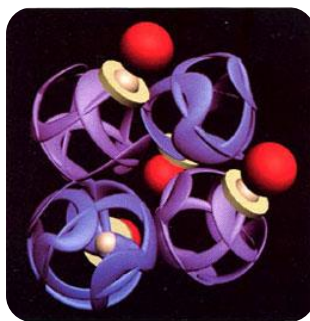


Fig. 4 Molécula de hemoglobina en estado de oxihemoglobina, formada por 4 sub-unidades de globina (azul y morado) y un grupo HEM, compuesto de un anillo y un átomo de hierro en estado ferroso (café claro), al cual se liga el oxígeno (rojo).



Fig. 5 Molécula de hemoglobina en estado de deoxihemoglobina, similar a la previa, sin presencia de oxígeno

Sin embargo para ambas proteínas el enlace entre un oxígeno y el Fe^{2+} se coloca de manera perpendicular al plano del anillo del hem, mientras que el segundo oxígeno se enlaza en un ángulo de 121° respecto al plano del anillo y se orienta alejado de la histidina distal. Es importante mencionar que para la mioglobina, el Fe^{2+} se acerca al anillo planar cuando se enlaza al oxígeno, mientras que en ausencia de éste el Fe^{2+} se aleja del anillo ocasionando que el enlace sea más fuerte y suelte con mayor dificultad el oxígeno, mientras que en la hemoglobina el Fe^{2+} queda en medio del anillo, ocasionando que el enlace sea débil ya que ésta es un transportador de oxígeno que tiene que captar y liberar el oxígeno fácilmente.



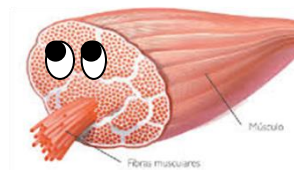
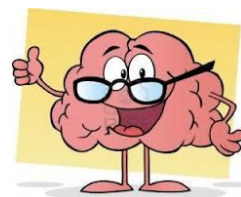
Fig.6 Estructura del Fe^{2+} en presencia (A) y ausencia de oxígeno (B).

El aumento de oxigenación de la hemoglobina en los pulmones y la rápida liberación de oxígeno en los tejidos gracias a los efectos del pH y pCO_2 es conocido como el efecto Bohr. Los tejidos de metabolización rápida, como el músculo durante la contracción, generan grandes cantidades de iones de hidrógeno y dióxido de carbono. Para liberar oxígeno donde es más necesario, la hemoglobina ha evolucionado para responder a las concentraciones de estas dos sustancias. Los iones de hidrógeno y el dióxido de carbono son efectores alostéricos de la hemoglobina que se unen a sitios distintos a los sitios de enlace del oxígeno.

La afinidad de la hemoglobina respecto al oxígeno disminuye, al bajar el valor del pH (7.4). Por lo tanto, cuando la hemoglobina se mueve hacia la región con menor pH, tiende a liberar más oxígeno.

Existen enfermedades (por ejemplo las células falciformes o talasemias) o sustancias (como el cianuro o el monóxido de carbono), que afectan la interacción del grupo hemo y la proteína lo que puede provocarnos deficiencias de O_2 , o incluso la muerte.

Conociendo ahora lo que significa para nosotros, como seres aerobios, contar con grupos hemo, podemos concluir que es de suma importancia la presencia de éstos en nuestras proteínas globulares, ya que sin ellos su plegamiento sería incorrecto y no realizarían su función correctamente, lo que nos traería problemas muy graves.



BIBLIOGRAFÍA:

-Bioquímica de Harper / Robert k. Murray, Peter A. Mayes, Darly k. Granner y Victor W. Rodwell. /Editorial: Manual Moderno/ 15ª. Edición/Capítulo 6. Proteínas: mioglobina y hemoglobina.

-Bioquímica Fundamental/ Conn y Stumpf/ Editorial: Limusa/ 3ª edición/ Pag. 123-125.

IMÁGENES:

1.1-http://blog.educastur.es/bitacorafyq/files/2009/02/pirrol_porfina2c.gif

- 1.2- <http://www.quimitube.com/wp-content/uploads/2012/07/estructura-quimica-grupo-hemo.png>
- 1.3- http://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQCsi8rtaBO0Kp_nC4fmv_eUqfqfAAfAoSf7hSlkTPt4Bdijl
- 2- <http://elcerebrodebroca.files.wordpress.com/2011/03/mioglobina.jpg>
- 3- <http://ciencia.medtropoli.net/wp-content/uploads/2011/04/hemoglobina.jpg>
- 4 y 5- <http://www.scielo.cl/fbpe/img/rchradiol/v13n1/fig05-01.jpg>
- 6- http://www.manualmoderno.com/apoyos_electronicos/9786074482911/imagenes/cap_9/10.jpg