

В живых организмах медь впервые была обнаружена в 1808 году известным французским химиком Луи Вокленом — выдающимся аналитиком своего времени. Он провел множество исследований различных веществ и считается одним из основоположников химического анализа.

Позже, в 1834 году, было установлено содержание меди у ряда беспозвоночных животных. Точное местонахождение ее — гемолимфа, которая имеет у них голубую окраску. Это открытие принадлежит итальянскому исследователю Б. Бизио.



Итак, снова голубая кровь... Голубой, а иногда даже синий цвет крови этих животных придают ионы меди. Вспомним: многие соединения этого элемента имеют голубой цвет, например медный купорос.

Голубую кровь некоторых позвоночных в научной литературе впервые описал знаменитый голландский натуралист Ян Сваммердам в 1669 году, однако объяснить природу этого явления долго не удавалось. В 1878 году французский ученый Л. Фредерико назвал вещество, которое придавало крови моллюсков голубой цвет, гемоцианином («гема» — кровь, «циана» — синий) — по аналогии с гемоглобином.

Сегодня мы знаем: никакого гема здесь нет. Единственный из известных порфиринов живых организмов, содержащий медь, это ярко-красный пигмент турацин, обнаруженный только в перьях экзотической африканской птицы турако. (Любопытно, что этих птиц, самых больших кукушек, называют еще и бананоедами, хотя бананами они не питаются.)

Итак, гемоцианин — медьсодержащий белок кальмаров, улиток, раков и пауков. Его молекулярная масса у различных животных неодинакова и изменяется от 25 100 до 36 700. Мономеры гемоцианина способны образовывать субъединицы с молекулярной массой до 825 тыс. Таким образом, проявляются кооперативные, то есть объединяющие свойства, обеспечивающие более эффективное связывание кислорода. Здесь происходит то же самое, что и у гемоглобина, молекула которого состоит из 4 структурных единиц.

Конечно же, ведя этот разговор, невозможно не вспомнить часто встречающееся в литературе словосочетание «голубая кровь», призванное характеризовать высокое происхождение человека, принадлежность к аристократическому кругу. Полагают, что это выражение пришло к нам из Испании, где в давние времена признаком благородства считалась тонкая белая кожа, через которую просвечивались синеватые кровеносные сосуды. Понятно, что к нашей теме это имеет лишь косвенное отношение.

В гемоцианине одна молекула кислорода связывается с двумя атомами меди. При этом белок окрашивается в голубой цвет и наблюдается флуоресценция. С окисью углерода гемоцианин так же, как и гемоглобин, взаимодействует обратимо, образуя бесцветные соединения. В гемоцианине членистоногих содержится 0,178 % меди, а у моллюсков — 0,253 %.

Видимо, не случайно для высших животных природа выбрала именно гемоглобин, отдав ему предпочтение перед гемоцианином. Вспомним: его способность переносить кислород в 5 раз выше, чем гемоцианина. Но если в эволюционном марафоне победило железо, то зачем же организму медь? Какие особые качества, по-видимому, отсутствующие у железа, делают ее совершенно незаменимой для животных и растений?

Еще в 1913 году ученик В. И. Вернадского известный русский геолог и биогеохимик Я. В. Самойлов высказал идею об эволюции не только скелета организмов, но и крови, где функцию железа на разных стадиях развития могли выполнять такие металлы, как медь или ванадий.

В самом деле, не только железо и медь, но и ванадий, а также хром, марганец, кобальт, никель, цинк принадлежат к элементам первой переходной группы периодической системы. Это соседи со сходными свойствами. Именно эти свойства в той или иной степени и определяют роль перечисленных металлов в биологических процессах. Так, ион меди по сравнению с ионами других металлов активнее реагирует с аминокислотами и белками, образуя устойчивые комплексы, которые трудно разрушить. И вообще медь—один из самых разносторонних катализаторов. В сочетании с белками ее активирующее действие усиливается и приобретает специфичность, что так важно для ферментов. Наконец, медь легко переходит из одного валентного состояния в другое. Все эти свойства являются общими у меди и у железа.

Но есть одно важное обстоятельство: соединения одновалентной меди легко окисляются кислородом воздуха. Поэтому медьсодержащие ферменты, катализирующие в организме процессы окисления, сами быстро окисляются, в результате чего их функция восстанавливается.

Сегодня известно около 30 белков и ферментов, в которых обнаружена медь, и похоже, что их количество в ближайшем будущем возрастет: ученые, работающие в этой области\* обнаруживают новые и новые энзимы, содержащие ионы этого элемента.

Не выдержав состязания с железом в качестве переносчика кислорода в крови высших

животных, медь все же осталась незаменимой при кроветворении. Если проследить путь этого металла в организме, то мы увидим, что прежде всего он связывается с белком сыворотки крови — альбумином. Затем медь переходит в печень и оттуда снова возвращается в сыворотку — на сей раз в составе голубого белка церулоплазмينا, играющего главную роль в ее хранении и, транспорте у высших животных.

Церулоплазмин впервые был выделен шведскими биохимиками К- Холмбергом. и К.-Б. Лауреллом в 1947 году.. Помните — именно эти ученые первыми детально исследовали трансферрин— белок, транспортирующий железо. Церулоплазмин содержит 8 атомов меди и построен из 8 субъединиц с общей молекулярной массой около 150 тыс. Причем интересно; что 4 атома меди находятся здесь в двухвалентном и 4 — в одновалентном состоянии.

Несмотря на то что биологическая роль церулоплазмينا весьма интенсивно изучается, до сих пор многое в его поведении остается неясным. Некоторые исследователи считают, что этот фермент служит регулятором баланса меди и обеспечивает выделение из организма ее избытка, поступающего с пищей. Болезнь Вильсона, о которой мы уже упоминали, по-видимому, как раз и объясняется нарушением синтеза церулоплазмينا, когда при его недостатке организм не справляется с избытком меди. Как показали новейшие исследования, дело здесь не столько в расстройстве синтеза белковой части этого фермента, сколько в замедлении включения в его субстрат атомов меди. А.этот процесс, в свою очередь, связан с присутствием 3: печени другого фермента, способствующего направленной концентрации меди.

Чтобы исключить попадание избыточной меди в организм при болезни Вильсона . не( . рекомендуется есть печень, грибы, орехи, устриц. Кроме этого, назначают препараты, которые способствуют образованию устойчивых соединений с медью, легко выводимых из организма.

Функции церулоплазмينا весьма разнообразны. Английский биохимик Д. Керзон обнаружил, что этот фермент катализирует окисление ионов двухвалентного железа в трехвалентное, являющееся прекрасным окислителем в цитохромах. Более того, церулоплазмин не только участвует в синтезе гемоглобина, но и способствует образованию трансферрина. Вот так медь и железо биологически связаны неразрывно.

К этому стоит добавить, что цитохромоксидаза — этот конечный окислитель, уже известный нам, помимо железа, содержит еще и медь. Это, пожалуй, единственный из ферментов, где сообща взаимодействуют оба этих металла.

Медь, как и железо, содержится, по-видимому, во всех органах, но самые большие ее концентрации обнаружены в печени и головном мозге. Однако медьсодержащие компоненты мозга до последнего времени были изучены недостаточно. Только в середине 50-х годов выделили цереброкупреины — белки, в которых обнаружили медь. В начале 70-х годов были получены медьсодержащие белки головного мозга — альбокупреины. Однако роль их пока совершенно не ясна.

Заинтересовавшись медьсодержащими белками мозга, группа исследователей из Института биохимии Академии наук Армянской ССР недавно открыла новый белок, названный нейрокупреином. Он содержит почти половину всей меди мозга. Молекулярная масса этого белка невелика — всего лишь 10 тыс. Роль его также пока не выяснена.

Вероятно, повышенное содержание меди в органах центральной нервной системы — явление не случайное. Вот любопытный факт: серое вещество мозга из правого и левого его полушарий содержит разное количество меди. А ведь известно, что полушария развиты неодинаково. У человека левое полушарие более активно и содержит больше различных биологически активных металлов. Больше всего меди находится в подкорковых образованиях, связанных с осуществлением двигательных функций.

Установлено, что правое полушарие головного мозга управляет левой половиной нашего тела, а левое — правой. Именно правое полушарие ответственно за координацию и пространственное перемещение, левое же контролирует язык и речь. Но бывает, что правое полушарие развивается быстрее левого и становится более активным, выполняя в некоторой степени функции и левого полушария. В этом случае человек становится левшой. Это явление связано с некоторой гормональной аномалией.

Интересно было бы при этом проследить за поведением активных металлов и особенно меди. Каково ее влияние на функции мозговых полушарий? Тем более что известно: количество этого металла меняется при инфекционных заболеваниях мозга, таких, например, как энцефалит. Работы в этом направлении ведутся. Сегодня медики вполне уверенно говорят о связи уровня меди с такими болезнями, как шизофрения и эпилепсия, которые возникают при нарушениях функции мозга. Препараты меди уже с успехом применяют для снижения возбудимости при психических заболеваниях.

{pageviews 00 none} *Информация предоставлена [bibliotekar.ru](http://bibliotekar.ru)*

---

### Рекомендуем также посмотреть:

- [«Голубая» кровь](#)
  - [«Голубая кровь» утекла из России](#)
-