

Семинар

Минеральный обмен.

Маркеры костной ткани и остеопороза.



СИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

www.ssmu.ru

Мусатова Ольга Валерьевна

канд. мед. наук

ассистент кафедры биохимии и молекулярной биологии
с курсом клинической лабораторной диагностики

Кальций

- В организме более 90% кальция фиксируется костной тканью; 40% его циркулирует в комплексе с белками, 9% в виде солей (фосфаты, цитрат), оставшиеся 50% присутствуют в ионизированной форме Ca^{2+} и поэтому способны диффундировать в межклеточную жидкость.

Кальций

Уровень кальция в плазме крови зависит от:

- количества кальция, поступающего в организм;
- величины его экскреции;
- состояния процессов обмена кальция между кровью и костной тканью (кальциостатом).

Кальций

- В норме общего кальция в плазме 2,25—2,75 ммоль/л (эритроциты содержат приблизительно 0,5 ммоль/л Ca^{2+} , лейкоциты — около 2,5 ммоль/л).
- (44—46%) общего кальция связана с белками плазмы (сыворотки) крови, преимущественно альбумином.
- 10—12% содержащегося в сыворотке кальция образуют комплексные соединения с небелковыми компонентами — гидрокарбонатом, гидрофосфатом, цитратом и пр.

Кальций

Таким образом, содержащийся в сыворотке крови кальций по своему составу неоднороден:

- связанный с белками (преимущественно альбумином): коллоидальный, недиффундирующий, составляющий около 0,9ммоль/л;
- диализирующийся, ультрафильтрующийся кальций — 1,6ммоль/л. В его состав входит ионизированный и связанный с гидрокарбонатом, цитратом и другими анионами.

Кальций

- Наибольшее физиологическое значение имеет ионизированный кальций, составляющий приблизительно 50% (42—44%) от всего количества кальция в крови. При этом примерно $2/3$ Ca^{2+} пребывает в «электростатически связанном» состоянии, образуя комплексы с молекулами воды и некоторыми ионами, и лишь $1/3$ является истинно свободной.

Кальций

- Поскольку концентрация общего Са в сыворотке крови — наиболее часто используемый при изучении обмена кальция показатель — состоит из нескольких фракций, не одинаковых как в физико-химическом, так и в физиологическом отношении, возникают сомнения, несет ли столь широко используемое определение уровня Са в сыворотке крови какую-нибудь полезную и важную информацию о состоянии кальциевого обмена.

Кальций

- **Важным показателем обмена кальция является уровень в крови фракции Ca^{2+} .**
- При хронической сердечной недостаточности содержание общего кальция снижается, а уровень ионизированного — почти не изменяется.
- При вибрационной болезни концентрация общего кальция возрастает, но гораздо менее отчетливо, чем Ca^{2+} .
- Определение Ca общего необходимо для более полного суждения о кальциемии в норме и при патологии.

Методы исследования

- Химические методы исследования ионизированного и общего кальция в сыворотке (плазме) крови можно разделить на две большие группы:
- прямые и непрямые, состоящие в предварительном осаждении кальция в виде трудно растворимых в воде соединений.

Методы исследования

Прямые методы определения уровня общего кальция:

- колориметрические,
- флюориметрические,
- пламеннофотометрические,
- Титриметрические(комплексометрические),
- атомно-абсорбционной спектроскопии, признанный как референтный.

Методы исследования

- В настоящее время наиболее распространены способы, основанные на образовании окрашенных комплексов кальция с глиоксаль-бис (2-гидроксианилом), о-крезилфталеином, сульфонатом ализарина, тимоловым, метилтимоловым голубым, металлохромогенным «арсеназо III» (токсическое соединение!), обладающим большим сродством к кальцию, вследствие чего присутствие в реакционной среде других катионов почти не мешает проведению анализа в сыворотке, плазме и моче.

Методы исследования

- Для определения содержания кальция можно использовать как сыворотку, так и гепаринизированную плазму (другие антикоагулянты: цитрат, оксалат, ЭДТА — непригодны), свободные от следов гемолиза (незначительный гемолиз может вызвать завышение результатов).
- При взятии крови лучше, если пациент будет находиться в положении лежа; брать кровь следует без жгута (если это возможно). Применение жгута и вертикальное положение пациента могут повысить содержание кальция на 0,15 ммоль/л.
- Сыворотку следует отделять от сгустка как можно быстрее, поскольку эритроциты могут адсорбировать кальций, причем сыворотка с содержанием заметного осадка не должна шализироваться. Значительная липемия может вызвать ложно завышенные результаты.

Методы исследования

- Кальций стабилен в сыворотке крови в течение 24 ч при комнатной температуре (18—25°C), одну неделю при 2—8°C, 5 мес в замороженном состоянии (пробы нельзя многократно размораживать).
- Точное определение содержания кальция в моче может проводиться только после полного растворения осадка солей мочи перед исследованием, для чего к суточному объему мочи добавляют 15 мл концентрированной соляной кислоты либо прогревают мочу при 56°C в течение 15 мин, что способствует растворению осадка.

Клинико-диагностическое значение определения уровня кальция в сыворотке крови

- Кальций — электролит, играющий важную роль в жизнедеятельности организма.
- Концентрация кальция в сыворотке (плазме) крови практически здоровых взрослых людей составляет 2,0— 2,75 ммоль/л.
- В крови здоровых новорожденных нижний предел концентрации кальция равен 1,75 ммоль/л (у недоношенных — 1,25 ммоль/л); у более старших детей содержание кальция такое же, как и у взрослых. В зависимости от пола содержание кальция существенно не меняется.

Гиперкальциемия

- Физиологическая гиперкальциемия имеет место у новорожденных (после 4-го дня жизни), у недоношенных, а также у некоторых лиц после принятия пищи.
- В патологических условиях гиперкальциемия наблюдается при гиперпаратиреозе (до 7,25 ммоль/л) вследствие мобилизации ионов кальция и фосфата из костей;
- стимулировании реабсорбции кальция и торможении обратного всасывания фосфатов клетками канальцевого эпителия почек;
- гипервитаминозе D (этот витамин способствует всасыванию и препятствует выведению ионов кальция и фосфата с мочой);
- синдроме Иценко—Кушинга (за счет усиления процессов реабсорбции ионов кальция), акромегалии;

Гиперкальциемия

- злокачественных опухолях с поражением костей, раке молочной железы, легкого или почки;
- злокачественных опухолях без метастазов в костную ткань, плоскоклеточном раке легкого и раке почки;
- злокачественных опухолях пищевода, поджелудочной железы, мочевого пузыря (паратгормонсекретирующие опухоли) или печени;
- лейкозах, лимфоме, миеломной болезни, истинной полицитемии; гангрене, перитоните, недостаточности функции сердечно-сосудистой системы (вследствие повышенного содержания углекислоты в крови), желтухе (из-за разрушения клеток, содержащих ионы кальция), саркоидозе, болезни Педжета, диуретической фазе острого канальцевого некроза;
- состояниях, связанных с нарушением гормонального баланса: феохромоцитоме (сочетающейся с гиперплазией паращитовидных желез), тиреотоксикозе, акромегалии.

Гипокальциемия

- Особенно большое значение в детском возрасте имеет гипокальциемия при спазмофилии (тетании). При явной спазмофилии уровень кальция в крови падает до 1,5 ммоль/л и ниже. При скрытой форме заболевания он варьирует в пределах 1,5—2,0 ммоль/л. Необходимо помнить, что некоторые формы спазмофилии протекают без уменьшения содержания кальция в сыворотке. При спазмофилии падение уровня кальция в сыворотке происходит главным образом за счет ионизированной его формы.
- Нередко обнаруживается гипокальциемия в раннем детском возрасте при рахите. Однако снижение концентрации кальция в сыворотке крови в этих случаях, как правило, весьма умеренное (до 2,12 ммоль/л), в связи с чем оно не имеет большого клинического значения.

Гипокальциемия

- Сопровождаются и некоторые заболевания почек, особенно хронические. При нефротическом синдроме гипокальциемия возникает вследствие резкого уменьшения уровня белка в плазме (гипопротеинемическая гипокальциемия).
- Содержание кальция в крови больных может упасть до 1,25—1,5 ммоль/л, возможно появление симптомов тетании.
- При хронических нефритах уменьшение концентрации кальция до 1,25—1,75 ммоль/л объясняется повышением уровня фосфатидона (до 5,0 ммоль/), вызываемым задержкой в организме фосфатов.

Гипокальциемия

- Возникает при хронической почечной недостаточности, поражении проксимальных и дистальных канальцев почек, циррозе печени, цистинозе, лепре, остеомалации (особенно при ее прогрессировании), бронхопневмонии (гипокальциемия при бронхопневмонии почти постоянный симптом, причем степень ее соответствует тяжести процесса), поносах (из-за потери кальция с содержимым кишечника).
- Отмечается при остром панкреатите, массивных гемотрансфузиях, гипоальбуминемии, гипонатриемии, дефиците магния, витамина D, мальабсорбции его в кишечнике, идиопатическом и хирургическом гипопаратиреозе, длительном лечении противосудорожными средствами.

Исследование содержания неорганического фосфора

- Неорганический фосфор плазмы (сыворотки) крови представляет собой один из компонентов кислоторастворимой фракции фосфора, включающей в себя также пирофосфаты (АТФ, АДФ и др.), гексозо-, глицерофосфаты и т.д.
- Кислоторастворимый фосфор вместе с кислотонерастворимым (фосфор нуклеопротеинов и липидов) образует так называемый общий фосфор плазмы крови.
- При определении содержания липидного и нуклеинового фосфора органический фосфор путем минерализации переводят в неорганический.

Методы исследования

- Используют в основном химические методы исследования. Среди них выделяют способы фотометрии (в ультрафиолетовой и видимой областях спектра) и комплексонометрии.
- *колориметрические методы*, основанные на определении фосфора в виде синего фосфорномолибденового комплекса, известного под названием молибденовой сини. Метод базируется на реакции взаимодействия фосфора с молибденовой кислотой с образованием фосфорномолибденовой кислоты, которая в присутствии избытка молибдата восстанавливается до синего фосфорномолибденового комплекса.

Методы исследования

- В качестве восстановителей, необходимых для образования молибденовой сини, применяют гидрохинон, эйконоген (1-амино-2-нафтол-4-сульфоная кислота), двухлористое олово, амидол (2,4-диаминофенолгидрохлорид), аскорбиновую кислоту, тиомочевину. Из методов этой группы наиболее чувствительным является способ с применением двухлористого олова. Однако по сравнению с другими способами он сложнее, иногда наблюдается помутнение молибденовой сини.

Методы исследования

- Сыворотку следует отделять от сгустка так быстро, насколько это возможно. Неорганический фосфат стабилен в сыворотке крови в течение 1 нед при температуре 2—8°C, 3 нед — в замороженном состоянии.
- Определение может быть выполнено в моче, которую собирают в течение 24 ч.

Клинико-диагностическое значение определения уровня неорганического фосфора в сыворотке крови и моче

- Концентрация неорганического фосфора в сыворотке крови во многом зависит от функции паращитовидных, щитовидных желез, влияния на его обмен витамина D и функции почек.

Гиперфосфатемия

- Встречается при почечной недостаточности, гипопаратиреоидизме, акромегалии, сахарном диабете, кетозе, приеме больших доз витамина D, ультрафиолетовом облучении, в некоторых случаях при аддисоновой болезни, спазмофилии, болезни Иценко—Кушинга.
- При нефритах и нефротическом симптомокомплексе (3,23—6,46 ммоль/л) является одним из неблагоприятных прогностических признаков; эти заболевания часто сопровождаются понижением резервной щелочности крови.
- Увеличение содержания фосфатов в крови наблюдается при токсикозах беременных.
- Гиперфосфатемия свойственна периоду заживления костных переломов (благоприятный признак). Мышечная работа сопровождается повышением содержания неорганического фосфора в результате расщепления органических фосфорных соединений (АТФ, креатинфосфат).

Гипофосфатемия

- В детском возрасте наблюдается при рахите. Важно отметить, что снижение уровня неорганического фосфора в сыворотке крови отмечается в ранней стадии рахита ($0,19—0,97$ ммоль/л), когда клинические симптомы еще недостаточно выражены. При рахите может перейти в гиперфосфатемию, что нередко сопровождается явлениями спазмофилии.
- Снижение содержания неорганических фосфатов в крови наблюдается при остеомалации, пеллагре, длительном лечении инсулином и хлористым кальцием.
- Наблюдается у новорожденных, при гиперпаратиреозидизме, гиперинсулинизме, микседеме.
- Алиментарное происхождение вследствие потребления бедной фосфатами пищи и нарушения всасывания фосфатов в кишечнике.

Гипофосфатемия

- Для диагностики различных патологических состояний важное значение имеет установление количественного соотношения между содержанием кальция и неорганического фосфора в крови. При рахите количество экскретируемого с мочой фосфата увеличивается в 2—10 раз по сравнению с нормой.
- Повышение выделения неорганических фосфатов с мочой отмечается при распаде клеток у больных лейкозами, гипертиреозом, диабетом, менингитом и некоторыми другими заболеваниями, снижение — при туберкулезе, лихорадочных состояниях, острой желтой атрофии печени, недостаточной функции почек, акромегалии.

Исследование уровня железа и железосвязывающей способности сыворотки крови

ЖЕЛЕЗО

- В организме взрослого человека массой 70 кг содержится 3,5—4,5 г железа, основная часть которого находится в связанной с белками.
- Связывание может быть функционально активным, как это происходит в случае гемоглобина и железосодержащих ферментов (цитохромы и каталаза), или в виде неактивных транспортных форм.
- Железо сыворотки крови находится в связанном состоянии, так как образует комплексы с (3-глобулинами и трансферрином. Небольшая оставшаяся часть катиона связана электростатическими силами взаимодействия с аминокислотами.

Распределение железа в организме человека

Концентрация (мг на 1 кг массы тела)		
Соединение	Мужчины	Женщины
Гемоглобин	31	28
Миоглобин	4,0	3,5
Ферменты	1,5	1,0
Трансферрин	0,5	0,5
Ферритин	13	5

Методы исследования

- Определение содержания сывороточного железа, а также общей и ненасыщенной железосвязывающей способности сыворотки крови обычно основывается на формировании окрашенных комплексов, образующихся при взаимодействии железа с определенными химическими реагентами.

Методы исследования

- Первым реактивом, примененным в 1927 г. для исследования содержания железа в сыворотке крови, был роданид калия. Однако метод, оказался очень несовершенным: интенсивность окраски комплексного соединения железа с роданидом уменьшалась уже через 15 мин, а само окрашивание во многом зависело от примесей (например, фосфатов).
- В дальнейшем для определения концентрации железа был применен ортофенантролин. Этот органический реагент дает с железом комплекс, который сохраняется в растворе несколько месяцев.
- В 1951 г. Казе предложил новый реактив — батофенантролин. Чувствительность батофенантролинового метода оказалась в 2 раза выше по сравнению с таковой ортофенантролинового.

Методы исследования

- Железо легче взаимодействует с соответствующими реактивами после высвобождения из связанного (с белком) состояния, принято предварительно осуществлять этап диссоциации комплекса «железо—трансферрин».
- Для выделения железа из связанного состояния часто рекомендуется использовать 0,3 н или 2 н раствор соляной кислоты.
- Необходимую концентрацию водородных ионов (pH 4,8—5,0) создают, как правило, ацетатом аммония или ацетатом натрия.
- В качестве восстановителя могут быть использованы гидроксиламин, тиогликолевая, аскорбиновая кислота, гидрохинон, гидразин. Стремясь к уменьшению объемов смеси, применяют насыщенный раствор сульфата гидразина. Этот восстановитель характеризуется большой стойкостью.

Методы исследования

- *Атомная абсорбционная спектрофотометрия* дает ненадежные результаты из-за нередко возникающей интерференции веществ.
- *Весьма чувствительные, специфичные радиоизотопный и иммунологический методы* определения железа и железосвязывающей способности сыворотки крови редко применяются в клинко-биохимических лабораториях, так как требуют специальной аппаратуры, дефицитных реактивов и длительного времени для выполнения исследований.

Методы исследования

- Уровень железа в сыворотке имеет выраженные суточные колебания: в послеобеденный период он ниже, чем утром, приблизительно на 7 мкмоль/л.
- Определение должно выполняться в свежей, свободной от гемолиза сыворотке крови.
- Содержащееся в гемоглобине железо не выявляется химическими методами (феррозиновым и др.), однако значительный гемолиз влияет на величину абсорбции.
- Сыворотку следует отделять немедленно после образования сгустка: во избежание перехода в нее гемоглобина.
- Содержание железа в сыворотке крови не изменяется в течение 4 сут. при комнатной температуре (18—25°C) и 7 сут. — при температуре 2—8°C.

Определение общей (ОЖСС) и ненасыщенной (НЖСС) железосвязывающей способности сыворотки крови

- Содержащееся в сыворотке (плазме) крови железо связано с белком бета-1-глобулиновой фракции — трансферрином.
- Функция этого белка, постоянно синтезирующегося в печени, состоит в транспортировке и препятствии накоплению в плазме свободных токсических ионов железа.
- В обычных физиологических условиях этот белок насыщен железом примерно на 30% от максимальной способности к насыщению. То наибольшее количество железа, которое может присоединять трансферрин до своего полного насыщения, принято обозначать как общую (полную) железосвязывающую способность сыворотки крови — ОЖСС.
- Она складывается из связанной, насыщенной железом части и свободной, латентной, или ненасыщенной железосвязывающей способности сыворотки крови.
- Полная (общая) способность связывать железо является суммой показателей, отражающих содержание железа в сыворотке и НЖСС: концентрация железа в сыворотке + НЖСС = ОЖСС.

Определение общей (ОЖСС) и ненасыщенной (НЖСС) железосвязывающей способности сыворотки крови

- В последние годы стал известен другой методологический подход к установлению коэффициента насыщения железом трансферрина — на основании одного только определения концентрации сывороточного железа (в мкмоль/л) и содержания трансферрина как специфического белка (г/л) методом иммунотурбидиметрии на современных полуавтоматизированных и полностью автоматизированных приборах и стандартных наборах реагентов.
- Определение уровня сывороточного железа, показателей ОЖСС и НЖСС помогает оценить особенности обмена железа при отдельных формах патологии.
- В норме содержание сывороточного железа составляет 14,3 (женщины) — 21,5 (мужчины) мкмоль/л, НЖСС — 26,8—41,2; ОЖСС — 53,2—71,6 мкмоль/л, коэффициент насыщения железом трансферрина — около 30% (20—55%).

Два основных методологических подхода определения показателей ОЖСС и НЖСС :

- 1) Установление содержания железа в сыворотке крови после предварительного насыщения (*in vitro*) трансферрина ионами железа и удаление их избытка вносимым в пробу адсорбентом (обычно карбонатом магния). По разнице между полученным показателем (ОЖСС) и содержанием сывороточного железа находят величину НЖСС.
- 2) Добавление к сыворотке известного количества ионов железа (II) в щелочной среде. Эти ионы соединяются с трансферрином в свободных местах связывания. Излишек несвязанных ионов железа (II) определяется характерной реакцией (например, с феррозином). Разница между количеством добавленных и оставшихся ионов представляет собой НЖСС. ОЖСС является суммой содержания железа в сыворотке и НЖСС.

Значение определения ферритина сыворотки крови

- Запасы железа в организме сосредоточены в депонирующих органах, где оно накапливается в виде железосодержащего белка ферритина, а также в составе гемосидерина.
- Ферритин представляет собой универсальный депонирующий железо белок, присутствующий практически во всех клетках и тканях организма.
- Ферритин — мультисубъединичный белок с молекулярной массой 450 000—470 000 Д, имеющий внутреннюю полость, где находится железосодержащий кристалл.
- Основная биологическая функция тканевых ферритинов заключается в депонировании феррионов железа (Fe^{3+}), которые в свободном состоянии весьма токсичны для организма (даже в низких концентрациях) и способны обеспечивать синтез различных железосодержащих белков.

Значение определения ферритина сыворотки крови

- Уровень ферритина сыворотки крови адекватно и достаточно полно отражает состояние запасного железа в организме человека.
- Его концентрация у мужчин — 12—130 мкг/л, у женщин — 25—240 мкг/л. Если обнаруживаемый в плазме уровень ферритина меньше 12 мкг/л, это говорит о железодефицитном состоянии.
- Концентрация ферритина 1 мкг/л соответствует содержанию 8 мг резервного (запасного) железа в организме.

Снижение содержания ферритина сыворотки

- Железодефицитных состояниях и заболеваниях, связанных с нарушением метаболизма железа,
- Анемиях, сопровождающих беременность.

Повышение содержания ферритина сыворотки

Вследствие перераспределения фондов железа при:

- заболеваниях, связанных с нарушением кровообращения: инсультах, инфаркте миокарда;
- острых и хронических заболеваниях, связанных с поражением печеночных клеток: гепатитах, циррозах различной этиологии, алкогольных поражениях печени;
- системной красной волчанке, ревматоидном полиартрите;
- онкологических заболеваниях: раке молочной железы, лимфогранулематозе, остром миелобластном и лимфобластном лейкозе;

Повышение содержания ферритина сыворотки

Вследствие воспалительных и некробиотических процессов:

- уровень ферритина как белка острой фазы увеличивается при легочных инфекциях, хронических инфекциях мочевых путей, остеомиелите, ожогах (при этих заболеваниях уровень ферритина повышается как содержание белка острой фазы).

Методы исследования

- Радиоиммунного анализа (РИА),
- иммуноферментного анализа (ИФА),
- реакция пассивной гемагглютинации (РПГА)

В норме величины содержания ферритина в сыворотке крови составляют:

- у новорожденных 25—200 мкг/л,
- у детей в возрасте 1 мес. 200—600 мкг/л,
- 2—5 мес. 50—200 мкг/л,
- 6 мес.—12 лет 7—140 мкг/л,.
- у взрослых мужчин 15—200 мкг/л,
- у взрослых женщин 12—150 мкг/л.

Клинико-диагностическое значение определения железа и железосвязывающей способности сыворотки крови

Снижение количества железа в организме и плазме крови может быть вызвано:

- Недостаточным поступлением с пищей;
- Плохим усвоением в желудочно-кишечном тракте: при анацидных и гипацидных гастритах, резекции желудка и кишечника, при глистных инвазиях, профузных поносах у детей;
- Усиленной утилизацией органами и тканями: при беременности, быстром росте организма, повышенной физической активности (при этом уровень железа в плазме крови снижается);

Клинико-диагностическое значение определения железа и железосвязывающей способности сыворотки крови

- При кровотечениях, дисфункциональных метроррагиях, фибромиомах (даже некровоточащих) и вследствие активации клеточных элементов системы фагоцитирующих мононуклеаров;
- Временным перераспределением железа в организме: при системных заболеваниях соединительной ткани (коллагенозах, ревматизме, ревматоидном полиартрите); злокачественных новообразованиях (карциноматозе, лимфогранулематозе, остром и хроническом лейкозах), хроническом гепатите, циррозе печени, острых и хронических нагноительных заболеваниях легких, септических состояниях; уремии, инфаркте миокарда.

Клинико-диагностическое значение определения железа и железосвязывающей способности сыворотки крови

Дефицит железа может быть:

- **Скрытым** — характеризуется уменьшением содержания или отсутствием резервного железа, нормальным уровнем гемоглобина и железа в какой-то промежуток времени (содержание ферритина снижено, сывороточного железа — в норме);
- **Относительным**, обусловленным временным перераспределением железа при воспалительных процессах, инфекционных заболеваниях, некрозах и опухолях (содержание сывороточного железа снижено, резервного — не изменено);
- **Абсолютным**, характеризующимся отсутствием резервного железа, снижением уровня сывороточного железа, гипогемоглобинемией.

Дефицит железа

- Скрытый дефицит железа (повышение ОЖСС более 65 мкмоль/л, снижение уровня сывороточного железа менее 12,5 мкмоль/л при проценте насыщения трансферрином железа менее 25, независимо от пола) наблюдается у 26% (по показателю ОЖСС) кадровых доноров. Уровень гемоглобина при этом находится в пределах нормы

Лабораторные критерии дефицита железа

- Снижение уровня гемоглобина менее 120 г/л у женщин и менее 130 г/л у мужчин;
- уменьшение гематокрита, содержания гемоглобина в одном эритроците (менее 24 пг),
- уменьшение среднего объема эритроцита, концентрации ферритина сыворотки (плазмы) крови,
- увеличение содержания свободных протопорфиринов в эритроцитах.

Высокое содержание железа

- При недостаточном использовании его в кроветворных органах, либо при повышенном поступлении в организм. У больных, страдающих сидероахрестическими анемиями, железо, поступающее в костный мозг, не используется в должной мере для эритропоэза.

Высокое содержание железа

- Недостаточное использование железа для образования ферритина наблюдается при заболеваниях печени (хроническом гепатите, всех формах желтух), при которых обычно увеличено содержание сывороточного железа.

Высокое содержание железа

- Повышенное поступление железа в организм характерно для гемохроматоза, при котором из-за наследственного нарушения механизма, ограничивающего резорбцию (всасывание) железа в желудочно-кишечном тракте, нерегулируемо утилизируется большое количество железа.
- При пернициозной анемии, апластической и гемолитической анемии, повторных трансфузиях, талассемиях, дефиците витамина В₁₂ и (гиперхромная анемия), нефрите, избыточной терапии препаратами железа, остром отравлении железом (у детей).

Исследование уровня магния в сыворотке (плазме) крови, эритроцитах, моче

- Магний — электролит, метаболизм которого тесно связан с обменом кальция.
- Общее содержание магния в организме взрослого человека 20—30 г, $\frac{1}{3}$ из которого сосредоточена в костях, зубах, $\frac{1}{5}$ — в мышцах.
- Магний поступает в организм человека и животных с растительной пищей (поскольку входит в состав порфириновой группы хлорофилла), мясными продуктами (содержащими фосфаты). Много его в бананах, апельсинах, шоколаде, миндале.

Методы исследования

- Химические (титриметрические и колориметрические);
- Эмиссионной, в том числе пламенной, фотометрии;
- Флюориметрические; атомно-абсорбционной фотометрии;
- Спектрографические.

Методы исследования

- Современные колориметрические методы различаются по способу осаждения белков и использованию разных красителей: титанового желтого, магона, эриохромчерного Т, метилтимолового голубого, «колмагите».
- Метод пламенной фотометрии не получило распространения, так как оно возможно лишь с помощью приборов, имеющих светофильтр для магния, а присутствие других щелочных мешает исследованию этого элемента.
- Атомно-абсорбционный анализ. Одним из основных преимуществ его является высокая чувствительность и простота исполнения, однако для выполнения требуется специальная, дорогостоящая аппаратура.
- Спектрографический и люминесцентный методы исследования уровня магния (с применением 8-оксихинолина, реактива «люмомагнезон ИРЕА» и других реагентов) труднодоступны для применения в широкой клинико-лабораторной практике.

Гипомагниемия

- Желудочно-кишечные (потребление пищи с низким содержанием белка, длительная диарея, вызванная, в частности, назначением слабительных средств, синдром нарушенного всасывания магния в кишечнике, опухоли кишечника и др.);
- Сердечно-сосудистые (хроническая ишемическая болезнь сердца, атеросклероз, внезапная смерть);
- Почечные (острый канальцевый некроз; состояния, связанные с назначением диуретиков, антибиотиков — циклоспорина, гентамицина, и др.);
- Эндокринные расстройства: сахарный диабет (диабетический кетоацидоз), гипотиреоз, иногда гиперпаратиреоз, тиреотоксикоз, гиперальдостеронизм, неадекватная секреция антидиуретического гормона;
- Избыточная лактация, обменное переливание крови.

Гипермагниемия

- При острой и хронической почечной недостаточности, анурии, уремии, гипотиреозе, болезни Иценко—Кушинга, бронхиальной астме, ацидозе (диабетический ацидоз, неконтролируемый сахарный диабет), эссенциальной гипертензии, прогрессирующем атеросклерозе, гипертрофическом артрите, обезвоживании (эксикозе), уремии.

Магний

Определение содержания магния в плазме (сыворотке) крови имеет особенно большое значение для:

- диагностики нарушений функции щитовидной железы (гипотиреоза, гипертиреоза).
- Выявления метаболических факторов риска возникновения внезапной смерти при ИБС, ускоренного формирования атеросклероза и инфаркта миокарда; диагностики хронической сердечно-сосудистой недостаточности;
- Диагностики хронического алкоголизма;
- Констатации патологически протекающей беременности;
- В детской практике — для выявления рахита и спазмофилии.

Исследование уровня меди в сыворотке крови, эритроцитах

- Около 90% меди плазмы входит в состав церулоплазмина.
- Незначительная часть ионов меди находится в свободном состоянии.
- Медь играет важную биологическую роль, так как является составной частью ряда ферментов, участвуя в обмене витаминов, гормонов, белков (в том числе и гемоглобина), углеводов, а также в некоторых иммунных процессах.

Методы исследования

- Наиболее распространены способы исследования, базирующиеся на использовании комплексообразователя — диэтилддитио-карбамата натрия. Для определения концентрации меди по реакции с производным фенантролина — батокупреином.

Медь

- В норме содержание меди в сыворотке крови составляет у женщин — 13,4—24,4 мкмоль/л,
- У мужчин — 11,0—22,0 мкмоль/л,
- У новорожденных — 3,1—9,4 мкмоль/л (к исходу первого месяца жизни показатели содержания сывороточной меди не отличаются от таковых у взрослых).

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ
