

ХБМ № 9 2014: медицина № вёрстки 3	№ корректуры: Число ошибок: Верстал: <i>Соболева</i>	Дата	Подпись:
--	--	------	----------



Мурашова Татьяна Норбертовна
*Врач-гиродотерапевт,
клиника семейного здоровья «Энотера».*



Иванов Александр Вадимович
*Доктор химически наук,
доцент кафедры аналитической химии
химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.*

Функциональное гемосканирование и его возможности в ранней диагностике патологий

В только что взятой из пальца капле крови можно найти ответы на множество вопросов – о состоянии форменных элементов крови, о наличии бактерий и паразитирующих микроорганизмов, о работе пищеварительной и выделительной систем, о возможных причинах различных недомоганий и т. д. Эти ответы позволяет найти функциональное гемосканирование – метод определения качественных показателей крови, находящий всё более широкое применение в ранней диагностике патологий. В статье рассмотрены основные преимущества и возможности метода.

Кровь – внутренняя среда человеческого организма, объединяющая все его органы и ткани в целостную структуру. Условием нормального функционирования этой структуры является обеспечение всех клеток организма кислородом, питательными веществами и необходимыми микроэлементами, а также отведение продуктов метаболизма клеток (например, углекислого газа). Эти функции как раз возложены на кровь. Если выполнение основных

функций нарушается, это приводит к развитию патологических процессов. К сожалению, клинический анализ крови, определяющий её количественные характеристики, – содержание эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина и т. д. – довольно поздно реагирует на начавшуюся патологию. Многие хронические заболевания и возрастные состояния протекают при количественных показателях, находящихся в пределах нормы, что затрудняет их раннее

диагностирование. Например, по данным клинического анализа сложно сделать выводы о нарушениях пищеварения или обезвоживании организма.

С другой стороны, качественные характеристики крови указывают на начало патологических изменений на самых ранних стадиях, когда ещё нет проявления симптомов. Такие качественные показатели можно установить и даже визуализировать с помощью исследования «живой» капли крови. Этот метод, предложенный в 1995 – 1997 гг. Куртом Грейнджем, называется функциональным гемосканированием [1] – [3]. Метод функционального гемосканирования имеет ряд преимуществ по сравнению с клиническим анализом крови, связанных с тем, что каплю крови не высушивают, а начинают исследовать сразу же после отбора, в «живом» состоянии. Среди этих преимуществ такие: не требуются дополнительные реактивы для окрашивания и сохранения формы составляющих крови; можно наблюдать форменные элементы крови в движении, а заодно оценить присутствие патологических включений или живых микроорганизмов (например, бактерий, паразитических простейших и грибов и даже личинок гельминтов) в плазме крови.

Как же проходит это исследование? Из пальца пациента с помощью одноразового инструмента для отбора пробы крови – скарификатора – получают одну капельку крови, наносят её на предметное стекло, накрывают покровным стеклом и помещают в микроскоп. Используется объектив со 100-кратным увеличением. При таком сильном увеличении требуется ввести между покровным стеклом и линзой объектива специальную иммерсионную жидкость – синтетическое масло, обеспечивающее контраст и яркость изображения благодаря высокому показателю преломления (выше 1,51;

для сравнения – у воды показатель преломления равен 1,33). К микроскопу подключают цифровую видеокамеру (цифровое увеличение в 18 и более раз), и изображение с итоговым 1800-кратным увеличением выводится на монитор компьютера.

Перед нами на мониторе разворачивается захватывающая картина микромира нашей крови: диски эритроцитов, плывущие в плазме; скачущие точки – бактерии и настигающие их макрофаги; различные включения – живые и неживые. По характеру этой картины можно судить о состоянии организма и о возникающих патологиях. В «живой» (только что взятой из пальца) капле крови можно найти ответы на множество вопросов: здоровы ли эритроциты – клетки, отвечающие за кислородное снабжение тканей; активны или нет клетки иммунной системы – лейкоциты; как работает наша пищеварительная система, особенно печень; есть ли инородные включения – кристаллы, одноклеточные организмы-паразиты; являемся ли мы носителями бактериальных инфекций? И это далеко не все вопросы, ответы на которые можно получить.

Поговорим о «нормальной картине» и о наиболее распространённых отклонениях от неё. В этой статье мы рассмотрим так называемые форменные элементы (клетки) крови – эритроциты, лейкоциты, тромбоциты; плазму и различные чужеродные включения.

Эритроциты. Как известно, основная функция эритроцитов – транспортировка кислорода к клеткам. Чтобы полноценно выполнять свою функцию, эритроциты должны существовать в виде отдельных объектов, т. е. не должны склеиваться. В норме мембрана каждого эритроцита благодаря остаткам сиаловых кислот (моносахаридов с карбоксильной группой, содержащихся

в тканях животных и человека) имеет отрицательный заряд, что способствует взаимному отталкиванию эритроцитов. Состояние эритроцитов служит одним из наглядных показателей кислотности плазмы крови. В нормальном состоянии рН плазмы крови лежит в очень узком диапазоне – от 7,36 до 7,44; эритроциты при этом существуют обособленно (рис. 1).

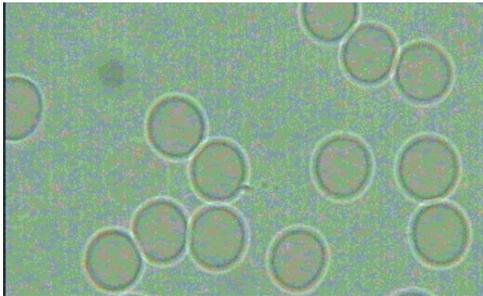


Рис. 1. Эритроциты в норме

Следует отметить, что выход рН за пределы этого диапазона в ту или другую сторону (ацидоз – в кислую область, алкалоз – в щелочную) хотя бы на сотые доли уже приводит к серьезным нарушениям в работе организма, а изменение рН на 0,1 ед. опасно для жизни. При повышенной кислотности плазмы крови (ацидозе) – уменьшении рН ниже 7,36 – часть заряда на мембранах эритроцитов компенсируется ионами водорода. Даже нейтрально заряженные мембраны могут притягиваться к мембранам, имеющим отрицательный заряд, благодаря слабым водородным связям, дипольным взаимодействиям и т. д. При избытке ионов водорода некоторые мембраны могут стать и положительно заряженными; тогда в результате электростатических (кулоновских и др.) взаимодействий эритроциты слипаются между собой и выстраиваются в цепочки подобно «монетным столбикам». Слипание или склеивание эритроцитов ещё называют сладжированием (от английского

«sludge» – осадок, шлак). Наличие такого «монетного столбика» (рис. 2) говорит о сдвиге кислотно-основного равновесия в крови – возможно, в результате нарушений пищеварения. Более длинные и уплотнённые «монетные столбики» говорят о более значительном снижении рН. Слипшиеся эритроциты выполняют свои функции далеко не полностью, что постепенно приводит к гипоксии – кислородному голоданию организма. В результате нарушаются биохимические процессы; человек будет себя плохо чувствовать, но при этом общее количество эритроцитов, определяемое в клиническом анализе, останется в пределах нормы.

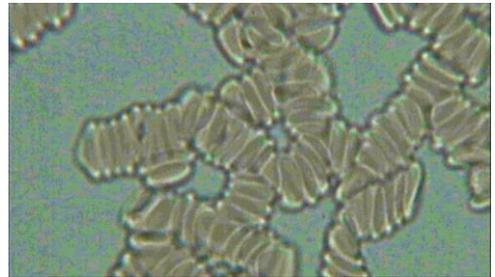


Рис. 2. Слипание эритроцитов в «монетные столбики» в результате ацидоза

Кроме сладжирования, может происходить деформация эритроцитов под действием токсичных веществ или свободных радикалов, поступающих в организм из нашей изрядно «отравленной» окружающей среды, – вместе с пищей, водой, лекарствами и воздухом. Такие деформированные эритроциты называются эхиноцитами. Деформация эритроцитов, как и сладжирование, приводит к нарушению их функций. На рис. 3 приведено состояние эритроцитов в крови девочки 5 лет, регулярно (практически каждый день) употребляющей «Кока-колу» и продукты фаст-фуда. Подобную картину можно наблюдать в крови курильщиков или людей, проживающих в экологически неблагоприят-

ных районах, а также регулярно принимающих сильнодействующие лекарства или спиртные напитки. Таким образом, большое количество эритроцитов в крови говорит о хронической интоксикации организма.

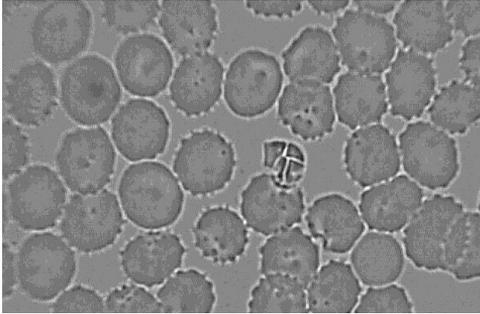


Рис. 3. Деформация эритроцитов под действием токсичных веществ

Красный цвет эритроцитов обусловлен гемоглобином. Нехватка гемоглобина (а следовательно, недостаток ионов железа) проявляется в неполном прокрашивании эритроцитов; когда гемоглобина совсем мало, появляются «клетки-мишени». При этом на диске эритроцита наблюдается светлый, практически белый центр – подобно мишени (рис. 4). Такое состояние организма называется железодефицитной анемией. Об анемии также свидетельствует наличие в крови эритроцитов разного размера (анизоцитоз), поскольку из-за недостатка гемоглобина организм вынужден вбрасывать в кровеносное русло незрелые эритроциты. Можно провести аналогию: когда на фронте не хватает обстрелянных солдат, в бой вынуждены бросать необученных новобранцев.

Деформация эритроцитов может быть вызвана не только токсинами, но и биологическими агентами. Оптическая микроскопия, даже при таком высоком увеличении (1800×), не позволяет визуализировать вирусы, но в ряде случаев мы можем увидеть последствия их деятельности, т. е. судить о наличии вирусов

косвенно. Например, края эритроцита, поврежденного вирусом герпеса, выглядят подобно коронарному свечению вокруг Солнца – так они зазубрены и покрыты канальцами.



Рис. 4. «Клетки-мишени» и анизоцитоз – картина железодефицитной анемии

Лейкоциты – так называемые «белые кровяные тельца» – это клеточное звено иммунитета. В настоящее время в эту группу объединяют различные по происхождению и по внешнему виду клетки, выполняющие общую функцию – защиту организма от чужеродных агентов. Одна группа лейкоцитов – макрофаги – поглощает чужеродные организмы, другая – вырабатывает антитела.

Макрофаги, «охотящиеся» на бактерии и другие микроорганизмы, должны активно выполнять свою «охотничью» функцию – фагоцитоз. Этот процесс отлично виден при функциональном гемосканировании. В отличие от эритроцитов, имеющих постоянную форму, макрофаги всё время двигаются и меняют свои очертания, образуя псевдоподии («выросты»), благодаря которым они и оказываются способны обволакивать и поглощать «непрощенных гостей». Фагоцитоз – один из наиболее драматических, детективных моментов наблюдения за живой каплей крови. У лейкоцитов есть некий «инстинкт самосохранения» на клеточном уровне. Когда на пути встречается чужеродный объект,

лейкоцит «оценивает свои силы» – может ли он справиться с врагом? В микроскоп часто можно видеть, как лейкоцит устремляется к потенциальной «жертве», но в какой-то момент останавливается, а потом меняет свою траекторию, отказываясь от нападения на слишком крупного «противника», который ему «не по зубам». Видимо, лейкоцит получает от чужеродного объекта химический или электрический сигнал – «не тронь меня!». Для организма будет намного больше пользы, если лейкоцит уничтожит множество бактерий, чем напрасно погибнет в схватке с более сильным врагом.

К сожалению, активный фагоцитоз сейчас встречается не у всех исследуемых – у значительного числа современных людей иммунитет снижен, и лейкоциты у них маленькие и неподвижные. Состояние покоя не свойственно активным (здоровым) макрофагам; если же макрофаг принимает форму сферы (термодинамически наиболее выгодную для жидкой среды в состоянии покоя) – это говорит о его неработоспособности. Поскольку соотношение лейкоцитов и эритроцитов примерно 1 : 1000, то лейкоциты встречаются не в каждом поле зрения микроскопа. В норме они не должны образовывать скоплений – проще говоря, «не собираться больше одного»; наличие в поле зрения двух или нескольких лейкоцитов говорит о возможном воспалительном процессе (рис. 5).

Эозинофилы – один из видов зернистых лейкоцитов – в норме в крови практически не встречаются. Их большое количество, а особенно – скопления, говорят об аллергической реакции организма или о заражении паразитическими червями – гельминтами (которые являются сильнодействующим аллергеном). По внешнему виду эозинофилы отличаются от других лейкоцитов нали-

чием одной или нескольких полостей внутри клетки, что позволяет их легко идентифицировать при помощи микроскопа.

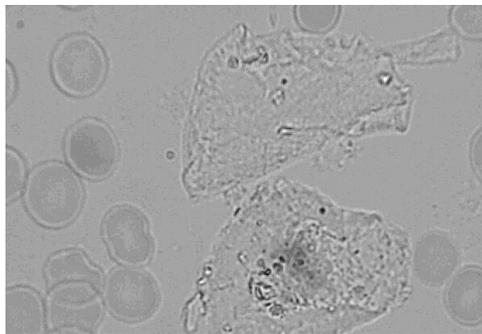


Рис. 5. Скопление лейкоцитов при воспалительном процессе

Тромбоциты – сферические бесцветные клетки размером в несколько мкм, являющиеся незаменимыми участниками системы свёртывания крови. Кроме того, тромбоциты играют активную роль в регенерации тканей, стимулируя деление и рост клеток повреждённой ткани. Как уменьшение, так и увеличение числа тромбоцитов ведёт к патологиям. Уменьшение – к обильным кровотечениям; увеличение – к образованиям сгустков крови, тромбозам, чреватых такими серьёзными заболеваниями, как инфаркт миокарда, инсульты, закупоривание кровеносных сосудов (эмболия), тромбозы и т. д. Особенностью тромбоцитов является их способность к активации в результате любых (вплоть до механических) воздействий окружающей среды. Это безусловно оправдано с точки зрения эволюционных процессов: в животном мире почти все неожиданные изменения окружающей среды с древнейших времен означают потенциальную опасность для жизни с угрозой кровотечения или повреждения тканей. Активированные тромбоциты прикрепляются либо к месту повреждения (адгезия), либо друг к другу (агрегация), образуя

тромб. Именно поэтому в норме тромбоциты должны быть обособленными, как и эритроциты; скопления тромбоцитов свидетельствует о патологии или повреждении ткани.

При гемосканировании тромбоциты обычно видны как тёмные объекты, прикрепленные к нитям фибрина (белка, отвечающего за свёртывание крови).

Плазма – жидкая фаза, в которой существуют форменные элементы (клетки) крови, а также находятся гормоны, ферменты, питательные вещества, необходимые для нормального функционирования организма. При функциональном гемосканировании в норме плазма крови должна быть чистой, т. е. в ней должны быть видны только форменные элементы. К сожалению, очень часто плазма оказывается буквально насыщенной различными чужеродными включениями как неживыми, так и живыми. К неживым включениям относятся кристаллоподобные структуры, образованные холестерином, солями мочевой и ортофосфорной кислот. Их присутствие в плазме говорит о нарушениях в работе ферментов и о предрасположенности пациента к различным заболеваниям. Например, при отложении солей мочевой кислоты в поле микроскопа видны кристаллы, напоминающие толстые заострённые «иглы» или острые осколки бутылочного стекла (рис. 6). Эти кри-



Рис. 6. Отложение солей мочевой кислоты

сталлы говорят о нарушениях в работе почек (особенно – о нарушении фильтрационной способности) и мочевыводящей системы в целом. Можно сделать вывод о предрасположенности к развитию подагры, а также к образованию уратных камней в почках и мочевом пузыре (такие камни имеют острые края – подобно кускам разбитого стекла – и могут вызывать сильнейшие почечные колики и даже повреждать ткани).

Соли ортофосфорной кислоты видны в поле микроскопа как включения чёрного цвета с различными размерами и формой (рис. 7). Ортофосфорная кислота и её натриевые соли в основном поступают в организм из продуктов и напитков, содержащих их в качестве регуляторов кислотности, стабилизаторов и т. п. В результате нарушений фосфорно-кальциевого метаболизма происходит образование фосфатов кальция, что представляет опасность для организма: с одной стороны, кальций вымывается из костей и зубов, что приводит к дефициту кальция и развитию остеопороза, кариеса, нарушениям мышечной и сердечной проводимости. С другой стороны, фосфат кальция – одно из наиболее нерастворимых соединений (его произведение растворимости около 10^{-26}), и его образование в организме тоже может приводить к формированию камней в почках,

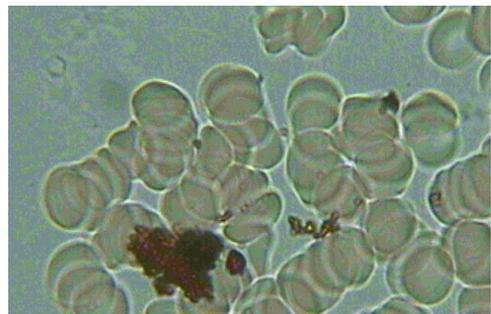


Рис. 7. Отложение солей ортофосфорной кислоты

мочевом пузыре и мочеточниках. Избыток кальция попадает в организм из жёсткой воды, что также способствует нарушению фосфорно-кальциевого обмена и формированию камней. Правда, фосфатные камни не такие острые, как уратные, но их появление тоже может вызывать серьезные сбои мочевыводящей системы.

Сейчас большое внимание уделяется содержанию холестерина в продуктах питания, поскольку холестерин при его избыточном поступлении способен откладываться в организме. В зависимости от состояния холестерина мы можем наблюдать его отложения либо в виде неоформленных скоплений, не имеющих чётких границ, либо – в виде длинных чётких полос, представляющих собой «слепок» с кровеносного сосуда. Такие «слепки» называются «холестериновым деревом» (рис. 8). Процесс отложения холестерина начинается в концевых капиллярах, сечение которых соизмеримо с диаметром эритроцита (6 – 8 мкм). На рис. 8 видно, что сосуд, на котором образовалось данное отложение, крупнее – его сечение составляет примерно 4 – 5 диаметров эритроцита. Это говорит о том, что в организме уже откладывается холестерин, и о риске развития сердечно-сосудистых заболеваний. Также можно сделать вывод, что в организме пациента не хватает ферментов, способствующих переработке избытка холестерина. Известно, что за метаболизм липидов (к которым относится и холестерин) отвечает печень. Значит, данному пациенту следует обратить внимание на состояние печени и

желчного пузыря. Бытует мнение, что холестериновые отложения (атеросклероз) характерны для пожилых людей, однако в последнее время всё чаще холестериновые «деревья» можно обнаружить и у маленьких детей. Это может быть результатом как неправильного питания, так и ранней патологии печени и желчевыводящих путей.

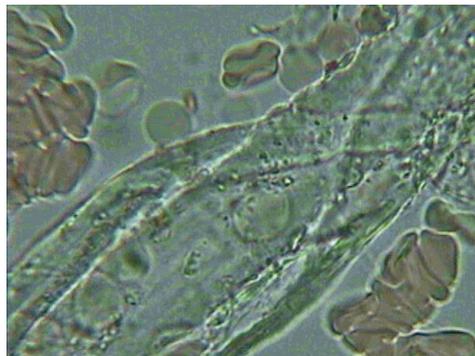


Рис. 8. Фрагмент холестеринового «дерева»

Ещё чаще, чем холестериновые «деревья», можно видеть отложения в виде небольших неоформленных скоплений – липопротеиновые комплексы. Образуются они по тем же причинам – из-за ферментативной недостаточности печени либо дисфункции желчевыводящих путей. Липопротеиновые комплексы – отличная питательная среда для живых чужеродных включений в плазму крови: бактерий, паразитических простейших и грибов. Исследованию этого многообразного микромира, а также коррекции состояния организма по результатам диагностики будет посвящено продолжение этой статьи.

Литература

1. Грейндж К. Темнопольный микроскоп и его возможности в клинической практике // Натуральная фармакология и медицина. – 2006. – №3. – С. 40.
2. GemoScan: www.gemoscan.org.ua/kurt-grejndzh-usa-tpm.
3. Боженков Ю.Г., Шипова Е.И. Функциональное гемосканирование. – М.: Эталон, 2008. 36 с.