

Ю.Ю.Сапичева, В.Л.Кассиль

# АНАЛИЗЫ ГЛАЗАМИ РЕАНИМАТОЛОГА

*Под редакцией А.М.Овезова*

*Пятое издание*



Москва  
«МЕДпресс-информ»  
2019

УДК 616-04/-078:615(075.8)  
ББК 53.5  
С19

*Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в любой форме и любыми средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.*

*Авторы и издательство приложили все усилия, чтобы обеспечить точность приведенных в данной книге показаний, побочных реакций, рекомендуемых доз лекарств. Однако эти сведения могут изменяться.*

*Информация для врачей. Внимательно изучайте сопроводительные инструкции изготовителя по применению лекарственных средств.*

*Книга предназначена для медицинских работников.*

### **Сапичева Ю.Ю.**

С19     Анализы глазами реаниматолога / Ю.Ю.Сапичева, В.Л.Кассиль ; под ред. А.М.Овезова. – 5-е изд. – М. : МЕДпресс-информ, 2019. – 224 с. : ил.  
ISBN 978-5-00030-632-1

Руководство посвящено анализам крови, мочи и цереброспинальной жидкости, наиболее часто выполняемым в практике интенсивной терапии больным, находящимся в критическом состоянии, например при кровотечении, сепсисе, инфаркте миокарда, воспалительных процессах и других заболеваниях и состояниях, приводящих к поражению функций жизненно важных органов и систем. Приведены нормальные (референсные) значения различных параметров, отклонение их от нормы, диагностическое значение этих отклонений. Даны краткие рекомендации по интенсивной терапии при различных нарушениях гомеостаза.

Книга предназначена для врачей анестезиологов-реаниматологов, научных работников и преподавателей, а также клиницистов других специальностей, которым приходится лечить больных в отделениях реанимации как широкого профиля, так и специализированных.

УДК 616-04/-078:615(075.8)  
ББК 53.5

ISBN 978-5-00030-632-1

© Сапичева Ю.Ю., Кассиль В.Л., 2015, 2016  
© Оформление, оригинал-макет, иллюстрации.  
Издательство «МЕДпресс-информ», 2015, 2016

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

|   |    |
|---|----|
| <b>Предисловие</b> .....  | 7  |
| <b>Список сокращений</b> .....  | 10 |
| <b>Глава 1. Общий анализ крови</b> .....  | 11 |
| Красная кровь .....   | 11 |
| Эритроциты .....  | 11 |
| Ретикулоциты .....  | 12 |
| Гемоглобин .....  | 13 |
| Гематокрит .....  | 15 |
| Лабораторные показатели и гемотрансфузия .....  | 16 |
| Скорость оседания эритроцитов .....   | 19 |
| Белая кровь .....   | 22 |
| Общее количество лейкоцитов .....   | 22 |
| Типы лейкоцитов и лейкоцитарная формула .....   | 23 |
| Тромбоциты .....  | 27 |
| <b>Глава 2. Водно-электролитный баланс</b> .....  | 29 |
| Водный баланс в организме .....   | 29 |
| Электролитный баланс в организме .....  | 30 |
| Натрий .....  | 31 |
| Калий .....   | 36 |
| Мониторинг эффективности коррекции водно-электролитных нарушений: лабораторные показатели ..... | 38 |
| Другие электролиты .....  | 41 |
| Кальций .....   | 41 |
| Фосфор .....  | 42 |
| Магний .....  | 43 |
| Хлор .....  | 44 |
| Железо .....  | 45 |
| <b>Глава 3. Коагулограмма</b> .....   | 55 |
| Общие представления о свертывающей и противосвертывающей системах крови .....                   | 55 |
| Свертывающая система .....  | 55 |
| Противосвертывающая система .....   | 57 |
| Фибринолитическая и антифибринолитическая системы .....   | 58 |
| Фибринолитическая система .....   | 58 |

|   |            |
|---|------------|
| Антифибринолитическая система .....   | 59         |
| Взаимодействие фибринолитической<br>и антифибринолитической систем .....                      | 59         |
| Коагулограмма в практике интенсивной терапии .....  | 60         |
| Время кровотечения .....  | 60         |
| Время свертывания .....   | 60         |
| Активированное частичное тромбопластиновое время ...  | 60         |
| Протромбиновое время .....  | 61         |
| Протромбиновый индекс .....   | 62         |
| Международное нормализованное отношение .....   | 63         |
| Фибриноген .....  | 63         |
| Тромбиновое время .....   | 64         |
| Количество тромбоцитов .....  | 64         |
| Продукты деградации фибриногена .....   | 64         |
| Синдром диссеминированного<br>внутрисосудистого свертывания .....                             | 66         |
| Лечение ДВС-синдрома .....  | 68         |
| Антифосфолипидный синдром .....   | 74         |
| Волчаночный антикоагулянт .....   | 74         |
| Антифосфолипидный синдром .....   | 77         |
| <b>Глава 4. Газы и кислотно-основное состояние крови .....</b>                                | <b>80</b>  |
| Кислородный баланс .....  | 80         |
| Гипоксемия и гипоксия .....   | 84         |
| Баланс двуокиси углерода .....  | 87         |
| Гиперкапния .....   | 88         |
| Гипокапния .....  | 89         |
| Гипоксемия и гиперкапния,<br>уравнение альвеолярного газа .....                               | 89         |
| Кислотно-основное состояние .....   | 91         |
| Нарушения кислотно-основного состояния в практике<br>интенсивной терапии и их коррекция ..... | 93         |
| <b>Глава 5. Белковый баланс .....</b>   | <b>104</b> |
| Общий белок крови .....   | 104        |
| Альбумин .....  | 106        |
| Коррекция белковых нарушений .....  | 107        |
| Нутриционная поддержка .....  | 109        |
| Показания к нутриционной поддержке .....  | 109        |
| Определение потребности в основных нутриентах .....   | 110        |
| Выбор метода нутриционной поддержки .....   | 114        |
| Парентеральное питание .....  | 114        |
| Показания к парентеральному питанию .....   | 115        |
| Расчет парентерального питания .....  | 115        |

|  |     |
|--|-----|
| Правила проведения парентерального питания                       | 115 |
| Осложнения парентерального питания                               | 119 |
| Противопоказания к парентеральному питанию                       | 119 |
| Энтеральное питание  | 119 |
| Смеси для энтерального питания                                   | 120 |
| Показания к применению пероральных питательных смесей в хирургии | 121 |
| Осложнения энтерального питания                                  | 121 |
| <b>Глава 6. Углеводный обмен</b>                                 | 122 |
| Основные функции панкреатических гормонов                        | 123 |
| Диабетические комы   | 125 |
| Кетоацидотическая кома   | 125 |
| Гипергликемическая гиперосмолярная кома                          | 129 |
| Лактацидотическая кома (молочнокислый ацидоз)                    | 130 |
| Гипогликемическая кома   | 132 |
| <b>Глава 7. Гормоны</b>  | 134 |
| Гормоны гипофиза   | 134 |
| Адренокортикотропный гормон                                      | 135 |
| Гормоны щитовидной железы  | 136 |
| Тиреотоксический криз  | 138 |
| Микседематозная (гипотиреоидная) кома                            | 141 |
| Гормоны паращитовидных желез                                     | 142 |
| Гиперкальциемический криз  | 143 |
| Гипопаратиреоз   | 145 |
| Гормоны надпочечников  | 147 |
| Гормоны коры надпочечников                                       | 147 |
| Гормоны мозгового вещества надпочечников                         | 152 |
| Другие гормоны   | 158 |
| Ангиотензин  | 158 |
| Глюкагон   | 158 |
| <b>Глава 8. Метаболиты, биомаркеры, ферменты</b>                 | 160 |
| Белки острой фазы воспаления                                     | 160 |
| Прокальцитонин   | 160 |
| Пресепсин  | 164 |
| С-реактивный белок   | 164 |
| Гаптоглобин  | 166 |
| Церулоплазмин  | 167 |
| Кардиоспецифические ферменты (кардиомаркеры)                     | 168 |
| Тропонин   | 168 |
| МВ-фракция креатинфосфокиназы                                    | 169 |
| Лактатдегидрогеназа  | 170 |

|   |            |
|---|------------|
| Другие маркеры  | 171        |
| Протеин S100  | 171        |
| Цитокины  | 173        |
| Липокалин 2   | 176        |
| Метаболиты  | 177        |
| Билирубин   | 177        |
| Креатинин   | 179        |
| Мочевина  | 179        |
| Остаточный азот   | 181        |
| Цистатин С  | 181        |
| Ферменты  | 183        |
| Аспаратаминотрансфераза   | 183        |
| Аланинаминотрансфераза  | 183        |
| $\gamma$ -глутамилтрансфераза   | 184        |
| Щелочная фосфатаза  | 185        |
| Предсердный натрийуретический пептид  | 185        |
| Антидиуретический гормон  | 186        |
| Холинэстераза   | 187        |
| $\alpha$ -амилаза   | 188        |
| <b>Глава 9. Анализ мочи</b>   | <b>189</b> |
| Диурез, физические свойства<br>и клинический анализ мочи                                      | 189        |
| Цвет мочи   | 190        |
| Удельный вес мочи   | 190        |
| Микроскопическое исследование осадка мочи   | 194        |
| Скорость клубочковой фильтрации   | 196        |
| Содержание электролитов, креатинина<br>и мочевины в моче                                      | 197        |
| Острое повреждение почек  | 198        |
| Дифференциальная диагностика олигурий   | 199        |
| 17-оксикортикостероиды  | 202        |
| <b>Глава 10. Анализ цереброспинальной жидкости</b>  | <b>203</b> |
| Изменение свойств цереброспинальной жидкости<br>при менингитах                                | 205        |
| <b>Приложения</b>   | <b>207</b> |
| Приложение 1. Референсные значения некоторых лабораторных<br>показателей у здорового человека | 207        |
| Приложение 2. Оценка тяжести состояния больных  | 216        |
| <b>Литература</b>   | <b>223</b> |

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Врач-реаниматолог, работающий в отделении или палатах интенсивной терапии, всегда имеет дело с больными, находящимися в тяжелом или крайне тяжелом состоянии. Зачастую поставить правильный диагноз и, что еще важнее, определить правильную тактику интенсивной терапии можно, только имея четкие представления о характере и степени нарушений гомеостаза, что недостижимо без лабораторных исследований, число которых возрастает с каждым годом. Клиницист должен уметь правильно интерпретировать результаты анализов, чтобы принять оптимальное решение.

Молодых врачей часто упрекают, что они, погрузившись в разного рода лабораторные данные, не видят за ними больного. Наверное, такой упрек иногда справедлив. Поэтому, следуя за классиками, мы еще и еще раз повторяем: лечить надо пациента, а не его анализы. Всегда необходимо сопоставлять результаты лабораторных исследований с клиническими данными и интерпретировать их только с учетом последних.

Наши учителя, опытные клиницисты, не раз обращали внимание, что если общее состояние пациента быстро ухудшается, а результаты биохимических анализов одновременно становятся лучше – это плохой прогностический признак. Объяснения этому факту нет, но, к сожалению, они редко ошибались.

С другой стороны, нельзя недооценивать роль современной лаборатории в диагностике, оценке состояния больного и определении стратегии и тактики лечения. В особенности это относится к сфере реанимации и интенсивной терапии, где события часто разворачиваются с драматической быстротой и от правильности решений врача зависит жизнь больного. Очень многое зависит от умения реаниматолога выбрать правильное направление обследования, ориентируясь на клинические признаки, анамнез и данные других методов исследования (функциональных, ультразвуковых, рентгенологических и т.д.).

В идеале наиболее опытный сотрудник лаборатории должен присутствовать на утренних конференциях клиницистов, участвовать в консилиумах, обсуждениях плана диагностических мероприятий и выработке рекомендаций и назначений. Он должен стать клиническим патофизиологом, которых, к сожалению, нет в штате отделений интенсивной терапии в нашей стране. Он обязан за сухими цифрами лабораторных показателей видеть конкретного пациента. А клиницисты в трудных случаях обязаны чаще консультироваться с сотрудниками лабораторий.

Следует заметить, что в настоящее время все анализы выполняют при помощи автоматических анализаторов, производимых различными фир-

мами. Для каждого аппарата существуют свои референсные (нормальные) значения. Чаще всего эти референсные значения приведены на распечатке, которую выдает принтер анализатора, но бывают исключения. Поэтому, прежде чем оценивать те или иные результаты исследований, необходимо знать, какие значения параметров соответствуют нормальным в лаборатории вашего лечебного учреждения.

Напомним, что у больных, находящихся в тяжелом состоянии, динамика параметров лабораторных анализов важнее их абсолютных значений при однократных исследованиях.

Кроме того, в отдельных случаях лабораторные анализы могут ввести врача в заблуждение. Прежде всего, автоматизированные анализаторы, используемые в настоящее время, не являются абсолютно точными, например, на их работу может влиять температура и влажность воздуха в помещении и другие факторы. Во-вторых, анализы могут давать так называемые ложноположительные и ложноотрицательные результаты. В-третьих, неправильный результат может быть связан с погрешностями взятия образцов крови и мочи на исследование, поэтому большое значение имеет методически правильный забор материала в отделении. Так, при заборе крови следует использовать только пробирки, предназначенные для данного анализа, заполняя их точно до метки. Если в пробирке находится антикоагулянт, кровь необходимо смешать с ним не встряхивая, а переворачивая пробирку нерезкими движениями (это особенно важно при взятии крови для исследования коагулограммы); если используется обычный (не специальный) шприц, не следует сильно тянуть за поршень, создавая в шприце отрицательное давление, это может привести к повреждению эритроцитов и гемолизу, а следовательно – к ложному результату при анализе на содержание калия; взятые образцы не должны длительное время храниться при комнатной температуре, их следует как можно быстрее доставить в лабораторию. Эти простые и общеизвестные правила, к сожалению, не всегда соблюдаются.

В-четвертых, необходимо учитывать, какую терапию проводили пациенту, в частности, не вводили ли ему во время забора крови препараты калия или натрия, кортикостероиды, гепарин, растворы глюкозы, инсулин и т.д., долго ли хранилась моча в сосуде перед отправкой в лабораторию и множество других факторов.

При обсуждении плана и объема представляемого руководства авторы понимали, что они не могут затронуть все существующие в настоящее время методы лабораторных исследований.

Поэтому в нашем руководстве не будут рассмотрены результаты микробиологических и серологических исследований, а также особенности анализов, выполняемых у детей, являющиеся прерогативой педиатров. Не рассматриваем мы и специфические исследования у пациентов с токсическими поражениями, относящиеся к работе токсикологов.

В наши задачи не входило описание лабораторной семиотики различных заболеваний, его можно найти в соответствующих руководствах и справочниках, посвященных конкретным нозологическим формам.



Целью данного руководства было напомнить врачу-реаниматологу патофизиологическую сущность наиболее часто исследуемых показателей крови, мочи и цереброспинальной жидкости в их совокупности у пациентов отделения интенсивной терапии, определить возможности и пути коррекции нарушений гомеостаза.

Считаем приятным долгом выразить искреннюю признательность за помощь, многочисленные критические замечания и ценные советы при подготовке рукописи данной книги к изданию докторам медицинских наук И.Е.Гридчик, Г.Н.Зубрихиной, Н.В.Любимовой, Р.М.Пархимовичу, Е.И.Прокопенко, О.В.Сомоновой.

---

## ГЛАВА 1. ОБЩИЙ АНАЛИЗ КРОВИ

---

Общий (клинический) анализ крови помогает реаниматологу решить следующие задачи:

- выявить причины тяжелого состояния пациента;
- оценить тяжесть основного патологического процесса, например при анемии, воспалительной реакции (многие показатели входят в шкалу оценки полиорганной дисфункции SOFA – см. Приложение 2);
- определить динамику основного патологического процесса и реакцию организма на него.

Референсные значения основных показателей крови приведены в *Приложении 1*.

### КРАСНАЯ КРОВЬ

#### Эритроциты

Число эритроцитов выражается в абсолютных величинах.

Норма:

- у мужчин:  $4,0-5,6 \cdot 10^{12}/л$ .
- у женщин:  $3,7-4,7 \cdot 10^{12}/л$ ;

Основная функция эритроцитов – транспорт кислорода и двуокиси углерода. Кроме того, эритроциты обмениваются с плазмой крови липидами, переносят абсорбированные их поверхностью аминокислотные остатки, биологически активные вещества. Эти безъядерные клетки также участвуют в регуляции кислотно-основного равновесия в организме и ионного баланса плазмы, водно-солевого обмена, в процессах иммунитета, поглощая различные токсины, которые после этого разрушаются. Существенную роль эритроциты играют в регуляции активности свертывающей системы (образование тромбопластина).

#### Изменение числа эритроцитов

Снижение числа эритроцитов в крови (эритропения) – один из специфических признаков анемий\*, обусловленных кровопотерей, гемолизом, дефицитом витаминов В<sub>9</sub> (фолиевой кислоты) и В<sub>12</sub> (цианокобаламина). Однако эритропения не является ранним признаком острой анемии, если кровотечение не носит массивного характера, как, например, при ранении

---

\* Строго говоря, анемией называется снижение гемоглобина и гематокрита. При железодефицитной анемии число эритроцитов может быть и выше  $6,0 \cdot 10^{12}/л$ , но содержание гемоглобина и гематокрит снижаются.

крупного сосуда. При умеренном, хотя и продолжающемся кровотечении снижение числа эритроцитов и содержания гемоглобина (см. ниже) может проявиться только через несколько часов, а иногда и суток.

В некоторых случаях реаниматолог сталкивается с повышением числа эритроцитов (эритроцитоз). Оно происходит вследствие сгущения крови в результате дефицита жидкости в организме (упорные рвоты, длительная диарея, повышение температуры тела и т.д.), но также может быть ответом на гипоксемию при хронической обструктивной болезни легких, пребывании в высокогорье, некоторых пороках сердца, длительном курении. Эритроцитоз является также характерным признаком болезни Вакеза (полицитемия, эритропения).

### **Изменение объема эритроцитов**

В норме средний объем эритроцита (MCV, Mean Cell Volume) составляет:

- у мужчин: 80–94 фл (мкм<sup>3</sup>);
- у женщин: 81–99 фл\* (мкм<sup>3</sup>).

Изменение размеров эритроцитов может заключаться в их увеличении (макроцитоз) и реже – уменьшении (микроцитоз).

Определение среднего объема эритроцита в крови используют преимущественно для характеристики типа анемии. В зависимости от значений MCV, анемии можно разделить на *микроцитарные*, *нормоцитарные* и *макроцитарные*. Микроцитарные анемии обнаруживаются при недостатке железа, при сидеробластической анемии, талассемии (встречается в основном у жителей Средиземноморья), серповидноклеточной анемии (встречается у чернокожих жителей Африки и Америки). Если в организме недостаточно фолиевой кислоты или витамина В<sub>12</sub>, развивается макроцитарная анемия. К нормоцитарным анемиям относятся гемолитические анемии, гемоглобинопатии, апластические анемии после кровотечений.

Для характеристики анемии используют вариабельность эритроцитов по объему (кривую распределения эритроцитов по объему – RDW-CV), выраженную в процентах. Она отражает анизоцитоз при анализе мазка крови, в норме составляющий 10–15%.

## **Ретикулоциты**

Ретикулоциты – молодые эритроциты, образующиеся в костном мозге и в небольшом количестве находящиеся в крови. Они являются переходной формой между предшественниками эритроцитов в костном мозге и взрослыми эритроцитами.

В норме количество ретикулоцитов в крови равно  $23\text{--}70 \cdot 10^9/\text{л}$  (0,5–1,2%).

В анализах крови часто используют параметр, который называется ретикулоцитарным индексом, характеризующим активность эритропоэза.

\* фл – фемтолитр; 1 фл =  $1 \cdot 10^{-15}$  л.

Ретикулоцитарный индекс рассчитывается по формуле:

$$\text{процентное содержание ретикулоцитов} \times \text{гематокрит} / 45 \times 1,85,$$

где 45 – гематокрит человека в норме, а 1,85 – количество суток, необходимое для поступления новых ретикулоцитов в периферическую кровь.

Значение индекса менее 2 говорит о снижении активности образования эритроцитов, а больше 2–3 – о повышении.

*Причины повышения числа ретикулоцитов:*

- кровотечение. Через 3–4 дня после кровотечения содержание ретикулоцитов повышается, что отражает увеличение выработки эритроцитов костным мозгом для возмещения их потери. Повышение числа ретикулоцитов может использоваться как критерий эффективности лечения анемии, а также адекватности подбора дозировки препарата железа при железодефицитной анемии (повышение ретикулоцитов происходит на 8–12-й день). При лечении  $V_{12}$ -дефицитной анемии на 5–8-й день наступает так называемый ретикулоцитарный криз, что говорит об адекватности назначенного лечения. При хронической кровопотере уровень ретикулоцитов будет стойко повышен;
- гемолиз (показатель может повышаться до 300% от нормы);
- воспалительные процессы;
- полицитемия любого происхождения;
- онкологические заболевания костного мозга или метастазы других опухолей в костный мозг; восстановление работы костного мозга после химио- или лучевой терапии.

Если у пациента анемия, а количество ретикулоцитов не повышается, это свидетельствует о нарушении функции костного мозга и/или дефиците эритропоэтина.

*Причины понижения числа ретикулоцитов:*

- железодефицитная анемия;
- анемии, связанные с недостатком витамина  $V_{12}$  или фолиевой кислоты;
- хронический алкоголизм;
- снижение функции щитовидной железы;
- апластическая анемия (постоянно сниженный уровень ретикулоцитов – неблагоприятный прогностический признак);
- заболевания почек, азотемия;
- хронические инфекции.

## Гемоглобин

Гемоглобин (HGB, *Hb*) – сложный белок, хромопротеид, состоящий из белка глобина и железопорфирина – гема.

Нормальная концентрация гемоглобина в цельной крови:

- у мужчин: 130,0–160,0 г/л;
- у женщин: 120,0–140,0 г/л.

Гемоглобин – красный пигмент, который содержит молекулы гема с атомами железа. Главная его функция состоит в переносе кислорода. Кроме того, гемоглобин способен связывать двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ) и высвобождать ее в легких.

Если в организме происходит снижение количества гемоглобина в крови, то такое состояние называется анемией. Гемоглобин понижен при кровотечениях, интоксикациях, заболеваниях крови, после переливания крови, при нехватке витамина  $\text{B}_{12}$ , фолиевой кислоты.

Гемоглобин повышается после физической нагрузки, при эритроцитозе, сгущении крови, некоторых врожденных пороках сердца.

**Цветовой показатель крови (ЦП)** – параметр, отражающий относительное содержание гемоглобина в эритроцитах по отношению к норме. ЦП вычисляется следующим образом:

$$\text{ЦП} = (\text{количество Hb в г/л}) \times 3 / \text{первые три цифры числа эритроцитов.}$$

Например, у больного  $\text{Hb} = 120$  г/л; число эритроцитов –  $4,12 \cdot 10^{12}/\text{л}$ .

Тогда  $\text{ЦП} = 120 \times 3/412 = 0,87$ .

В норме ЦП составляет 0,85–1,05.

Определение ЦП крови имеет значение для проведения дифференциального диагноза при анемиях различной этиологии. По цветовому показателю все анемии можно разделить на *нормохромные*, *гипохромные* и *гиперхромные*.

ЦП крови пропорционален международно принятому показателю – МСН (см. ниже).

Повышение ЦП может указывать на дефицит витамина  $\text{B}_{12}$ , фолиевой кислоты, на полицитемию. Если ЦП ниже нормы, это может быть признаком железодефицитной анемии, анемии при беременности, при отравлении свинцом.

В настоящее время более информативными считаются такие параметры, как среднее содержание гемоглобина в эритроците (МСН, Mean Cell Hemoglobin), в норме равное 27–31 пг, и его средняя концентрация (МСНС, Mean Cell Hemoglobin Concentration), которая в норме составляет 33–37 г/дл.

Среднее содержание гемоглобина определяют путем деления концентрации гемоглобина на количество эритроцитов в том же объеме крови, оно аналогично ЦП, но среднее содержание гемоглобина в эритроците – это более информативный параметр, так как ЦП не отображает синтез гемоглобина и его содержание в эритроците, а также во многом зависит от объема клетки.

Разница между МСНС и МСН заключается в том, что МСН соответствует массе гемоглобина в одном эритроците и выражается в долях грамма (пг), в то время как МСНС представляет концентрацию гемоглобина в одном эритроците, иначе говоря, соотношение содержания гемоглобина и клеточного объема. Средняя концентрация гемоглобина равна  $\text{Hb}/\text{Ht}$ , или гемоглобин / число эритроцитов  $\times$  средний объем эритроцита.

Значительное влияние на СОЭ оказывают также вязкость крови и общее количество эритроцитов. Например, при анемиях, которые сопровождаются значительным уменьшением вязкости крови, может наблюдаться повышение СОЭ, а при эритроцитозах, наоборот, – увеличение вязкости и снижение СОЭ.

### Методы определения СОЭ

Для определения СОЭ могут использоваться разные методы. Наиболее распространен в нашей стране метод Панченкова, но можно определять и по Вестергрену (международный метод). Методы отличаются друг от друга характеристиками пробирок и шкалой результатов. Область нормальных значений у этих методов совпадает, но метод Вестергрена является более чувствительным к повышению СОЭ и в зоне повышенных значений результаты, полученные по Вестергрену, выше результатов, полученных методом Панченкова.

Пример сопоставления результатов исследования СОЭ:

|                   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|-------------------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Метод Вестергрена | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 17 | 20 | 22 | 35 | 50 | 65 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 |
| Метод Панченкова  | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 14 | 16 | 18 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70  | 80  | –   | –   |

Нормальное значение СОЭ по методу Вестергрена у мужчин составляет 0–25 мм/ч, у женщин 15–30 мм/ч; по методу Панченкова – у мужчин 1–10 мм/ч, у женщин 2–15 мм/ч.

Приведем два примера клинического анализа крови:

#### Пример 1.1

Пациентка 3. 38 лет. Нормальный клинический анализ крови, выполненный при обследовании.

| Показатель                                       | Референсные значения | Реальные значения |
|--|----------------------|-------------------|
| Гемоглобин, г/л                                  | 117–155              | 125,0             |
| Гематокрит, %                                    | 35–45                | 37                |
| Эритроциты, $10^{12}/л$                          | 3,8–5,1              | 3,83              |
| Средний объем эритроцита, фл                     | 81–100               | 96                |
| Среднее содержание Hb (MCH), пг                  | 27–34                | 33                |
| Средняя концентрация Hb в эритроците (MCHC), г/л | 320–360              | 339               |
| Тромбоциты, $10^9/л$                             | 150–400              | 366               |
| Средний объем тромбоцита, фл                     | 7,4–10,4             | 7                 |
| Лейкоциты (WBC), $10^9/л$                        | 4,5–11               | 7,3               |
| Лимфоциты (отн.), %                              | 19–37                | 24,8              |
| Лимфоциты (абс.), $10^9/л$                       | 1–4                  | 1,8               |
| Моноциты (отн.), %                               | 3–11                 | 8                 |

| Показатель                         | Референсные значения | Реальные значения |
|------------------------------------|----------------------|-------------------|
| Моноциты (абс.), $10^9/\text{л}$   | 0,2–1                | 0,6               |
| Нейтрофилы (отн.), %               | 47–72                | 64,5              |
| Нейтрофилы (абс.), $10^9/\text{л}$ | 2–7,5                | 4,7               |
| Эозинофилы (отн.), %               | 1–5                  | 2,0               |
| Эозинофилы (абс.), $10^9/\text{л}$ | 0–0,5                | 0,2               |
| Базофилы (отн.), %                 | 0–1                  | 0,7               |
| Базофилы (абс.), $10^9/\text{л}$   | 0–0,2                | 0,1               |
| СОЭ по Вестергрену, мм/ч           | 0–20                 | 20                |

Примечание: отн. – относительное количество; абс. – абсолютное количество.

### Пример 1.2

Пациентка О. 42 года. Диагноз: хронический лимфолейкоз (В-клеточная лимфома), резистентный к химиотерапии. Состояние после многократных курсов химиотерапии. Сепсис, двусторонняя септическая пневмония.

| Показатель                                       | Референсные значения | Реальные значения |
|--|----------------------|-------------------|
| Гемоглобин, г/л                                  | 117–155              | 112,0*            |
| Гематокрит, %                                    | 35–45                | 34*               |
| Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$                   | 3,8–5,1              | 3,9               |
| Средний объем эритроцита, фл                     | 81–100               | 88                |
| Среднее содержание Нв (МСН), пг                  | 27–34                | 29                |
| Средняя концентрация Нв в эритроците (МСНС), г/л | 320–360              | 333               |
| Тромбоциты, $10^9/\text{л}$                      | 150–400              | 41*               |
| Средний объем тромбоцита, фл                     | 7,4–10,4             | 10                |
| Лейкоциты (WBC), $10^9/\text{л}$                 | 4,5–11               | 0,30*             |
| Лимфоциты (отн.), %                              | 19–37                | 25,8              |
| Лимфоциты (абс.), $10^9/\text{л}$                | 1–4                  | 0,1*              |
| Моноциты (отн.), %                               | 3–11                 | 61*               |
| Моноциты (абс.), $10^9/\text{л}$                 | 0,2–1                | 0,2               |
| Нейтрофилы (отн.), %                             | 47–72                | 9,2*              |
| Нейтрофилы (абс.), $10^9/\text{л}$               | 2–7,5                | 0,0*              |
| Эозинофилы (отн.), %                             | 1–5                  | 0,5*              |
| Эозинофилы (абс.), $10^9/\text{л}$               | 0–0,5                | 0,0               |
| Базофилы (отн.), %                               | 0–1                  | 3,5*              |
| Базофилы (абс.), $10^9/\text{л}$                 | 0–0,2                | 0,0               |
| СОЭ по Панченкову, мм/ч                          | 0–20                 | 42*               |
| Счет на 50 клеток                                |                      |                   |
| Бластные клетки, %                               | 0                    | 2,0*              |
| Палочкоядерные, %                                | 1–6                  | 5,0               |

---

## ГЛАВА 2. ВОДНО-ЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ БАЛАНС

---

### ВОДНЫЙ БАЛАНС В ОРГАНИЗМЕ

Принято считать, что вода составляет примерно 50–60% массы тела человека. У мужчин на воду приходится 60%, у женщин – 50% массы тела. Содержание воды в организме зависит от возраста, пола, мышечной массы, телосложения и количества жира (табл. 2.1).

В различных органах и тканях содержится разное количество воды (табл. 2.2).

Общее содержание воды в организме распределяется в клеточном (40%) и внеклеточном (20% массы тела) секторах. Внеклеточный сектор в свою очередь делится на интерстициальный (в нем находится 15% воды) и внутрисосудистый, в котором сосредоточено примерно 5% внеклеточной воды. Таким образом, при массе тела 70 кг объем внутриклеточной воды составляет примерно 28 л, внеклеточной – 14 л (из них объем воды интерстициального пространства составляет 10,5 л, внутрисосудистого (плазма крови) – 3,5 л (табл. 2.3).

ОЦК в норме составляет 70 мл/кг массы тела.

Таблица 2.1

#### Содержание воды в процентах от массы тела

| Телосложение               | Содержание воды, % |         |
|----------------------------|--------------------|---------|
|                            | мужчины            | женщины |
| Астеническое (худое)       | 65                 | 55      |
| Нормостеническое (среднее) | 60                 | 50      |
| Гиперстеническое (полное)  | 55                 | 45      |

Таблица 2.2

#### Содержание воды в различных органах и тканях

| Органы                       | Содержание воды, процент от общей массы органа |
|------------------------------|--|
| Легкие, сердце и почки       | 80   |
| Скелетная мускулатура и мозг | 75   |
| Кожа и печень                | 70   |
| Кости                        | 20   |
| Жировая ткань                | 10   |



Таблица 2.3

**Распределение воды в организме\***

| Пространство (сектор), в котором распределяется вода | Содержание воды, процент от массы тела |               |
|--|--|---------------|
|  | мужчины                                | женщины       |
| Организм в целом                                     | 60 (50–71)                             | 50 (40–60)    |
| Внутриклеточное                                      | 40 (36–50)                             | 35 (26–40)    |
| Внеклеточное   | 15 (13–21)                             | 15 (13–19)    |
| • интерстициальное                                   | 11 (10–18)                             | 10 (10–15)    |
| • внутрисосудистое                                   | 4,5 (3,4–5,8)                          | 4,3 (3,2–5,0) |

\* Цит. по: Камышников В.С., 2014.

В живом организме постоянно происходит движение воды как внутри перечисленных секторов, так и между ними. Это движение обусловлено множеством химических и биохимических реакций и постоянно изменяющимся осмотическим и онкотическим давлением в тканях и на границах секторов.

Одной из главных действующих сил при этом является постоянное перемещение положительно и отрицательно заряженных ионов или нейтральных атомов электролитов, которые увлекают за собой молекулы свободной или связанной воды. Большую роль в этом перемещении воды также играет функция системы кровообращения и состояние проницаемости биологических мембран.

**ЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ БАЛАНС В ОРГАНИЗМЕ**

Обмен электролитов – важнейшая составная часть общего метаболизма, направленная на поддержание постоянства внутренней среды. Электролитами называются соли, кислоты и основания, которые в водном растворе диссоциируют на катионы – положительно заряженные ионы и анионы – отрицательно заряженные ионы. Основными катионами являются натрий, калий, кальций и магний; анионами – хлорид, бикарбонат, фосфат и органические кислоты. Электролиты отвечают за осмолярность плазмы крови и, соответственно, транспорт воды между кровеносными сосудами и тканями; определяют рН биологических жидкостей; участвуют в большинстве метаболических реакций, активируя ферменты; оказывают множество других биологических эффектов. Ионы распределены во внутри- и внеклеточной жидкостях неравномерно. Так, в плазме крови и межклеточной жидкости содержится много натрия, хлорида и бикарбоната, в то время как внутри клеток находится в основном калий, магний и фосфат. Такое распределение поддерживается с помощью натрий-калиевого насоса, на работу которого затрачивается до 30–40% всей вырабатываемой в клетке энергии. Ионный дисбаланс по обе стороны мембраны способствует поддержанию трансмембранного потенциала, который жизненно необходим для клетки. Без биоэлектрического потенциала невозможны возбуждение клеток и нормальный обмен веществ между клеткой и окружающей средой.

---

## ГЛАВА 3. КОАГУЛОГРАММА

---

### ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СВЕРТЫВАЮЩЕЙ И ПРОТИВОСВЕРТЫВАЮЩЕЙ СИСТЕМАХ КРОВИ

Система гемостаза играет важную роль в жизнедеятельности организма и представляет собой сложный комплекс взаимозависимых механизмов, который обеспечивает, с одной стороны, жидкое состояние крови, а с другой – препятствует кровотечению и способствует его остановке. Сохранение этих функций поддерживается тремя функционально различными системами:

- свертывающей, образующей тромб;
- противосвертывающей, препятствующей образованию тромба;
- фибринолитической, растворяющей уже образовавшийся тромб.

### СВЕРТЫВАЮЩАЯ СИСТЕМА

Суть первичного сосудисто-тромбоцитарного гемостаза заключается в образовании тромбов в сосудах низкого давления (микроциркуляции) в три этапа: местной вазоконстрикции (местное действие серотонина, адреналина, тромбоксана А<sub>2</sub>), адгезии (прилипание) тромбоцитов к поврежденному (обнаженному) коллагену эндотелия сосудов и их агрегации с образованием белого тромба. В адгезии тромбоцитов принимают участие ионы кальция и синтезируемый в эндотелии сосудов белок – фактор фон Виллебранда.

Выстилая просвет сосудов изнутри, эндотелий удерживает элементы крови в сосудистом русле, препятствует их миграции в интерстициальное пространство. В физиологических условиях тромбоциты не агрегируют между собой и не приклеиваются к сосудистой стенке в силу того, что последняя постоянно образует простаглицлин из арахидоновой кислоты. Простаглицлин – мощный физиологический антиагрегант. Цитоплазматическая мембрана эндотелиальных клеток синтезирует тромбомодулин, который связывает тромбин, благодаря чему последний утрачивает способность к свертыванию, но сохраняет активирующее действие на систему двух важнейших антикоагулянтов – протеина С и S. Эндотелиальные клетки продуцируют тканевой активатор фибринолиза, фиксируют на своей поверхности антикоагулянтный комплекс антитромбин III + гепарин, секретируют фактор фон Виллебранда, фибронектин («биологический клей»).

При повреждении эндотелия тромбоциты вступают в контакт с белками субэндотелия, коллагеном, фактором фон Виллебранда, тромбоспондином, фибронектином и др. Помимо тромбина активацию тромбоцитов вызывают выделяющийся из клеток при их повреждении фактор агрегации тромбоцитов аденозиндифосфат (АДФ), а также выбрасываемые в кровоток кате-

холамины, серотонин и др. Все эти агенты имеют специфические рецепторы на тромбоцитарной плазматической мембране.

Адгезивно-агрегационная функция тромбоцитов в значительной степени зависит от транспорта ионов кальция в эти клетки, а также от образования из мембранных фосфолипидов арахидоновой кислоты и циклических производных простагландинов. При этом в самих тромбоцитах образуется мощный стимулятор агрегации и ангиоспазма тромбоксан А<sub>2</sub>, а в эндотелиальных клетках – антиагрегант и вазодилататор простаглицлин. При повреждении эндотелия преобладает образование тромбоксана. Этот дисбаланс между тромбоксаном и простаглицлином резко усиливает агрегацию.

Плазменный коагуляционный потенциал реализуется благодаря 13 факторам свертывания крови, которые последовательно взаимодействуют друг с другом, переходя из неактивного состояния в активное. Различают две группы факторов свертывания крови: ферментные и неферментные. Ферментные факторы занимают самостоятельную ступень в коагуляционном каскаде. Неферментные факторы являются только мощными катализаторами процесса свертывания крови (факторы V и VIII). Фактор V усиливает активность X фактора, а VIII фактор повышает активность IX фактора. Активация и взаимодействие факторов свертывания крови почти на всех этапах процесса происходят на свободных плазменных фосфолипидных мембранах. С помощью ионов кальция факторы свертывания фиксируются на фосфолипидных мембранах.

Есть два пути свертывания крови: внутренний и внешний. Запуск внутреннего механизма свертывания начинается с активации фактора XII (фактор Хагемана). Калликреин усиливает активацию фактора XII, превращая его в фактор XIIa. Фактор XIIa активировывает фактор XI, а XIa в присутствии ионов кальция активировывает фактор IX. Фактор IXa активировывает фактор X в присутствии фактора VIII, ионов кальция и фосфолипидов тромбоцитов. Параллельно работает внешний механизм свертывания крови, при котором тканевой тромбопластин, содержащийся в эндотелиальных и гладкомышечных клетках, в присутствии ионов кальция образует комплекс с циркулирующим в крови фактором VII, превращая последний в фактор VIIa. Комплекс фактор VIIa – тканевой тромбопластин превращает фактор X в Xa. Фактор Xa в присутствии ионов кальция на фосфолипидной поверхности связывается с фактором V. Весь этот комплекс действует как протромбиназа, превращая протромбин в тромбин. Под действием тромбина от фибриногена отщепляются фибринопептиды А и В. Образуются фибрин-мономеры, у каждого из которых имеются 4 свободные связи. Соединяясь этими связями друг с другом вначале парами (димеры), а затем по типу конец к концу и бок к боку (полимеры), они образуют волокна фибрина. Фибрин непрочен, его стабилизация происходит под влиянием фактора XIIIa, последний обеспечивает поперечные сшивки между соседними молекулами фибрина.