

УДК 616
ББК 53.4
X42

Хиггинс К.

X42 **Расшифровка клинических лабораторных анализов /**
К. Хиггинс ; пер. с англ. под ред. проф. В. Л. Эмануэля. —
5-е изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.—
456 с. : ил.

ISBN 978-5-9963-0578-0

В книге в доступной форме изложены основные положения биохимии, физиологии и анатомии человека применительно к лабораторным исследованиям. Вступительные главы книги посвящены роли среднего медицинского персонала в процессе лабораторного тестирования. В остальных главах рассматриваются конкретные лабораторные исследования или группы родственных тестов. В руководстве рассматриваются тесты, наиболее часто встречающиеся в клинической практике, к выполнению которых чаще всего привлекается средний медицинский персонал. Основная аудитория книги — медицинские работники среднего звена, но она может быть полезной и интересной другим работникам здравоохранения, а также студентам медицинских училищ и вузов, которые интересуются работой лабораторной службы.

УДК 616
ББК 53.4

Указатель анализов и проб

Определение уровня глюкозы в цельной крови или в плазме крови	56
Лабораторная диагностика диабета	62
Глюкозотолерантный тест	62
Определение уровня натрия и калия	84
Определение концентрации мочевины и креатинина в сыворотке/плазме крови	101
Определение клиренса креатинина	102
Определение газов в крови	146
Определение уровня холестерина и триглицеридов	165
Лабораторное измерение уровней тропонинов (сТнТ, сТнI), миоглобина и МВ-КФК	181
Лабораторная оценка функции щитовидной железы	195
Лабораторное определение функций печени	215
Определение активности сывороточной амилазы	233
Определение салицилата и парацетамола	246
Лабораторное определение содержания лития, дигоксина и теофиллина в сыворотке крови	258
Талассемии	268
Серповидноклеточная анемия	270
Подсчет количества форменных элементов крови	273
Интерпретация результатов: гемоглобин, гематокрит, количество эритроцитов, эритроцитарные индексы.	274
Интерпретация результатов: количество лейкоцитов и дифференциальный подсчет	287
Определение количества тромбоцитов, ПВ, АЧТВ и ТВ.	304
Лабораторное определение содержания железа, общей железосвязывающей способности, уровня ферритина, витамина В ₁₂ и фолиевой кислоты	320
Лабораторное определение СОЭ.	334
Лабораторное определение СРВ.	338
Лабораторное определение группы крови, титра антител и совместимости	352
Микробиологическое исследование мочи	375
Принципы микробиологического исследования крови.	394
Цитологический анализ шеечных мазков (Пар-тест)	410

Оглавление

Предисловие редактора перевода ко 2-му изданию.	5
Предисловие редактора перевода к 1-му изданию.	6
Предисловие к 1-му изданию.	7
Предисловие ко 2-му изданию.	8
Благодарности.	9
Список сокращений.	10
Часть I. Введение.	11
Глава 1. Введение в клиническую лабораторную диагностику.	11
Лаборатория клинической химии (биохимическая).	15
Гематологическая лаборатория.	16
Лаборатория клинической микробиологии.	17
Лаборатория переливания крови.	18
Патологоанатомическая (гистологическая) лаборатория.	19
Цитопатология.	21
Иммунологическая лаборатория.	21
Штат лабораторных подразделений.	22
Перспективы.	23
Глава 2. Принципы лабораторных исследований.	25
Предварительные процедуры.	25
Направление на анализ.	26
Время сбора образцов.	27
Техника взятия проб.	27
Взятие крови из вены.	27
Взятие капиллярной крови.	29
Взятие артериальной крови.	29
Сбор мочи.	30
Сбор мокроты, взятие мазков.	30
Взятие на анализ образцов ткани (биопсия).	31
Объем проб.	31
Упаковка проб.	32
Техника безопасности при сборе и транспортировке биологических проб.	34
К вопросу об интерпретации результатов лабораторных исследований.	35
Единицы измерения, используемые в клинических лабораториях.	36
Международная система единиц (СИ).	36
Что такое моль?.	36
Примеры.	37
Десятичные кратные и дольные единицы СИ.	37
Единицы измерения объема.	39

Единицы концентрации	39
Единицы подсчета клеток крови	40
Колебания нормальных значений	40
Факторы, влияющие на область нормальных значений	42
Чувствительность и специфичность	43
Критические значения	44
Различия между сывороткой и плазмой	44
Часть II. Биохимические тесты	47
Глава 3. Определение глюкозы в крови	47
Нормальная физиология	47
Почему важна глюкоза?	48
Важность поддержания нормального уровня глюкозы в крови	50
Глюкоза может депонироваться	51
Как поддерживается нормальный уровень глюкозы в крови?	52
Гормональный контроль концентрации глюкозы в крови	52
Причины патологических изменений уровня глюкозы в крови	57
Сахарный диабет	57
Признаки и симптомы диабета	59
Диабетический кетоацидоз	60
Мониторинг лечения диабета	63
Самостоятельный мониторинг уровня глюкозы в крови	64
Мониторинг сахара в моче	66
Гликозилированный гемоглобин (HbA1c)	66
Гипергликемия у недиабетиков	67
Гипогликемия	67
Объективные признаки и симптомы гипогликемии	68
Причины гипогликемии	68
Глава 4. Определение натрия и калия в сыворотке крови	73
Натрий. Нормальная физиология	73
Распределение воды в организме	73
Как натрий участвует в поддержании объема ВнеКЖ?	75
Регуляция водного баланса	75
Регуляция баланса натрия	78
Калий. Нормальная физиология	82
Регуляция баланса калия в норме	82
Транспорт калия через клеточные мембраны	83
Причины гипонатриемии	85
Потери натрия	86
Избыток воды во ВнеКЖ	86
Причины гипернатриемии	87
Избыток натрия	88
Дефицит воды	88

Причины гипокалиемии	89
Причины гиперкалиемии	91
Эффекты нарушений сывороточных (плазменных) концентраций натрия и калия	92
Признаки и симптомы гипонатриемии	92
Признаки и симптомы гипернатриемии	93
Признаки и симптомы гипокалиемии	93
Признаки и симптомы гиперкалиемии	94
Глава 5. Мочевина, креатинин, клиренс креатинина	97
Нормальная физиология	97
Транспорт мочевины в почках: что такое скорость клубочковой фильтрации?	97
Что такое мочевина и креатинин?	100
Регуляция уровня мочевины и креатинина в почках	100
Клиренс креатинина – способ измерения скорости клубочковой фильтрации	101
Причины снижения концентрации мочевины в сыворотке/плазме крови	104
Беременность	104
Диета с низким содержанием белков	104
Болезни печени	104
Причины снижения концентрации креатинина в сыворотке/плазме крови	104
Беременность	104
Уменьшение мышечной массы	104
Причины повышения концентрации мочевины и креатинина в сыворотке/плазме крови	105
Почечные причины	105
Внепочечные причины повышения уровня мочевины	10 ⁷
Высокобелковая диета	107
Хроническое голодание	108
Кровотечения из желудочно-кишечного тракта	108
Дегидратация	108
Причины снижения клиренса креатинина	108
Последствия повышения концентрации мочевины и креатинина в плазме крови	108
Уремический синдром	109
Оценка СКФ по уровню креатинина в плазме	109
Глава 6. Определение кальция и фосфата в сыворотке крови	114
Нормальная физиология	114
Пищевые источники кальция и фосфора	114
Распределение кальция и фосфата в организме	115
Функции кальция и фосфата	116
Физиологический контроль концентрации кальция в плазме	116
Источник, секреция и эффекты паратгормона	117
Источник, секреция и эффекты кальцитриола	117

Определение содержания кальция и фосфата.	120
Подготовка пациента.	120
Время взятия крови.	120
Подготовка образца.	120
Определение общего уровня кальция в плазме в условиях диагностической лаборатории	120
Определение уровня ионизированного кальция в отделении интенсивной терапии	121
Интерпретация результатов.	121
Влияние альбумина на уровень кальция	122
Влияние pH на уровень кальция.	122
Нормы.	122
Критические значения.	122
Термины, используемые при интерпретации.	123
Причины гиперкальциемии.	123
Гиперкальциемия и онкологические заболевания.	123
Первичный гиперпаратиреоз	124
Редкие причины.	125
Причины гипокальциемии.	125
Гипопаратиреоз: сниженная продукция паратгормона	125
Сниженная продукция кальцитриола.	126
Гипокальциемия в критических состояниях.	127
Неонатальная гипокальциемия.	127
Причины гиперфосфатемии.	129
Причины гипофосфатемии.	129
Последствия патологических изменений уровня кальция и фосфата в сыворотке крови	130
Признаки, симптомы и последствия повышения уровня кальция.	130
Признаки, симптомы и последствия понижения уровня кальция.	131
Признаки, симптомы и последствия повышения уровня фосфата.	131
Признаки, симптомы и последствия понижения уровня фосфата.	132
Глава 7. Газы крови.	135
Нормальная физиология.	135
Физиология дыхания	136
Основные газовые законы в физиологических системах: единицы измерения и диффузия	136
Газообмен в легких	138
Транспорт кислорода в крови	138
Кислотно-основное равновесие: поддержание нормального значения pH в крови	140
Что такое pH?	140
Что такое кислоты и основания?	141
Что такое буфер?	142
Легкие и поддержание нормального значения pH крови	143

Почки и поддержание нормального значения	
pH крови.	145
Резюме.	146
Клинические расстройства кислотно-основного	
равновесия.	149
Классификация расстройств кислотно-основного	
равновесия.	150
Причины четырех расстройств кислотно-основного	
равновесия.	151
Респираторный ацидоз	
(первичное увеличение PCO_2 , уменьшение pH).	151
Респираторный алкалоз	
(первичное уменьшение PCO_2 , увеличение pH).	152
Метаболический ацидоз (первичное уменьшение	
уровня бикарбоната, уменьшение pH).	152
Метаболический алкалоз (первичное увеличение	
уровня бикарбоната, увеличение pH).	153
Компенсация последствий нарушения кислотно-основного	
равновесия.	153
Клинические признаки и симптомы последствий	
нарушения кислотно-основного равновесия.	156
Смешанные расстройства кислотно-основного	
равновесия.	157
Причины и следствия низкого PO_2 в артериальной крови	
(гипоксемия).	157
Глава 8. Холестерин и триглицериды.	162
Нормальная физиология.	162
Что такое холестерин и триглицериды.	162
Функции холестерина и триглицеридов.	164
Транспорт холестерина и триглицеридов.	164
Последствия повышения уровня холестерина	
и триглицеридов в крови.	168
Сердечно-сосудистые заболевания.	168
Ишемическая болезнь сердца.	168
Другие заболевания сердечно-сосудистой системы.	169
Липиды крови и ишемическая болезнь сердца.	170
Другие последствия повышения содержания липидов	
в крови.	173
Причины повышения уровня холестерина и/или	
триглицеридов в крови.	173
Первичная гиперлипидемия.	174
Вторичная гиперлипидемия.	174
Национальные рекомендации по предотвращению	
сердечно-сосудистых заболеваний [4].	174
Глава 9. Миокардиальные маркеры.	178
Нормальная физиология.	179
Тропонин.	179
Креатинкиназа (МВ-КФК).	180
Миоглобин.	180

Причины повышения уровня в сыворотке/плазме тропонинов, миоглобина и креатинкиназы	182
Инфаркт миокарда и ишемическая болезнь сердца.	182
Инфаркт миокарда и сердечные маркеры.	184
Другие причины некроза миокарда.	187
Глава 10. Определение функциональной активности щитовидной железы.	190
Нормальная анатомия и физиология.	190
Щитовидная железа.	190
Функции тиреоидных гормонов Т3 и Т4.	191
Продукция тиреоидных гормонов.	192
Регуляция образования тиреоидных гормонов.	192
Причины нарушений функции щитовидной железы.	197
Первичный гипертиреоз.	197
Вторичный (центральный) гипертиреоз.	199
Субклинический (мягкий) первичный гипертиреоз.	199
Первичный гипотиреоз.	200
Вторичный (центральный) гипотиреоз.	201
Субклинический гипотиреоз.	202
Влияние нетиреоидных заболеваний на показатели ТТГ, FT4 и FT3.	202
Мониторинг лечения заболеваний щитовидной железы.	203
Лечение гипертиреоза.	203
Лечение первичного гипотиреоза.	205
Глава 11. Функциональные печеночные пробы.	208
Нормальная физиология.	208
Печень.	208
Образование желчи, билиарный тракт.	210
Билирубин.	211
Альбумин.	213
Гамма-глутамилтрансфераза, аланинаминотрансфераза и щелочная фосфатаза.	214
Причины роста концентрации билирубина.	216
Желтуха.	216
Желтуха новорожденных.	220
Причины отклонения от нормы концентрации альбумина.	220
Причины отклонений от нормы активности ферментов.	221
Аланинаминотрансфераза.	221
Гамма-глутамилтрансфераза.	222
Щелочная фосфатаза.	223
Лекарства и функциональные печеночные пробы.	223
Специфические клинические эффекты, сопровождающие нарушения функциональных проб печени.	226
Билирубин.	226
Альбумин.	226
Печеночные ферменты.	226

Глава 12. Сывороточная амилаза	229
Нормальная физиология	229
Поджелудочная железа	229
Панкреатический сок	231
Амилаза	232
Причины повышения уровня сывороточной амилазы	234
Острый панкреатит	234
Хронический панкреатит	235
Рак поджелудочной железы	236
Другие заболевания	236
Глава 13. Передозировка лекарств	240
Применение аспирина и парацетамола: безопасность терапевтической дозы	240
Парацетамол	241
Всасывание, метаболизм и острая токсичность	241
Признаки и симптомы острого отравления	243
Принципы лечения передозировки	243
Аспирин	243
Всасывание, метаболизм и острая токсичность	243
Признаки острого отравления	244
Принципы лечения передозировки	245
Глава 14. Мониторинг лекарственной терапии	251
Литий	251
Фармакологическое действие и клиническое применение	251
Токсические (нежелательные) побочные эффекты	251
Для чего и когда определяют содержание лития в сыворотке крови	252
Дигоксин	253
Фармакологическое действие и клиническое применение	253
Токсические (нежелательные) побочные эффекты	254
Для чего и когда определяют содержание дигоксина в сыворотке крови	254
Теofilлин	255
Фармакологическое действие и клиническое применение	255
Токсические (нежелательные) побочные эффекты	256
Для чего и когда определяют содержание теофиллина в сыворотке крови	257
Часть III. Гематологические тесты	263
Глава 15. Общий анализ крови: количество эритроцитов, содержание гемоглобина и индексы эритроцитов	263
Нормальная физиология	263
Воспроизводство эритроцитов	263

Структура и функции эритроцитов	265
Структура и функции гемоглобина	267
Транспорт кислорода гемоглобином	272
Роль эритроцитов и гемоглобина в транспорте CO_2	272
Нормальное разрушение эритроцитов	273
Состояния, связанные со снижением количества эритроцитов, гемоглобина и гематокрита	275
Анемия	275
Симптомы анемии	276
Причины анемии	277
Причины повышения количества эритроцитов, гемоглобина и гематокрита	278
Полицитемия	278
Влияние разведения крови на количество эритроцитов, гемоглобина и гематокрит	279
Другие причины возрастания среднего объема эритроцита	280
Глава 16. Общий анализ крови 2: количество лейкоцитов и дифференциальный подсчет лейкоцитов	283
Нормальная физиология	283
Нейтрофилы	284
Эозинофилы	284
Базофилы	285
Моноциты	285
Лимфоциты	285
Лабораторное измерение показателей общего анализа крови	286
Причины увеличения количества лейкоцитов	288
Общий обзор	288
Причины нейтрофилии	292
Злокачественная нейтрофилия	292
Причины лимфоцитоза	292
Причины эозинофилии	293
Причины базофилии и моноцитоза	293
Причины лейкопении	294
Общий обзор	294
Нейтропения	294
Причины лимфоцитопении	295
Клинические следствия изменения количества лейкоцитов	295
Глава 17. Исследование свертывающей системы крови: количество тромбоцитов, протромбиновое время, активированное частичное тромбопластиновое время и тромбиновое время	298
Нормальная физиология	299
Образование тромбоцитов, их структура и функция	300
Свертывающий каскад	301

Какие тесты выполняют для анализа свертывающей системы крови?	304
Причины тромбоцитопении	306
Причины тромбоцитоза	307
Последствия изменения числа тромбоцитов	308
Причины и последствия увеличения показателей протромбинового времени, активированного частичного тромбопластинового времени и тромбопластинового времени	308
Последствия увеличения показателей протромбинового времени, активированного частичного тромбопластинового времени и тромбинового времени	310
Антикоагулянтная терапия	310
Варфарин, протромбин и INR	311

Глава 18. Лабораторные исследования при анемии: сывороточное железо, общая железосвязывающая способность сыворотки, сывороточный ферритин, витамин В ₁₂ и фолиевая кислота в сыворотке крови . . .	315
Нормальная физиология	316
Функции и метаболизм железа	316
Функции и метаболизм витамина В ₁₂ и фолиевой кислоты	318
Всасывание витамина В ₁₂ (рис. 18.2)	318
Всасывание фолиевой кислоты	319
Состояния, связанные с отклонением от нормы показателей сывороточного железа, общей железосвязывающей способности сыворотки и ферритина	321
Железодефицитная анемия	322
Причины	322
Симптомы	323
Результаты анализов крови	324
Хроническое воспаление и инфекция	324
Избыточное накопление железа	325
Причины	325
Результаты анализов крови	326
Состояния, связанные со снижением уровня витамина В ₁₂ и фолиевой кислоты	326
Мегалобластная анемия	326
Причины дефицита витамина В ₁₂ и/или фолата	327
Симптомы мегалобластной анемии	328
Результаты анализов крови	328
Глава 19. Скорость оседания эритроцитов и С-реактивный белок	332
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)	332
Нормальная физиология: что заставляет эритроциты оседать?	333
Причины повышения скорости оседания эритроцитов	334

Общий обзор	334
Воспалительные заболевания	335
Инфекционные заболевания	336
Онкологические заболевания	336
Другие причины повышения СОЭ	337
Причины снижения СОЭ	337
Нормальная физиология: синтез и функции	
С-реактивного белка (СРВ)	337
Причины повышения уровня СРВ	339
Общие положения	339
Инфекции	340
Воспаление	340
Повреждение тканей	340
Клиническая значимость исключений	341
СРВ и сердечно-сосудистые заболевания	341
Часть IV. Анализы при переливании крови	344
Глава 20. Анализы при переливании крови:	
определение группы крови, антител,	
совместимости	344
Основные понятия иммунологии	345
Что такое антигены и антитела?	345
Антигены эритроцитов и группы крови	347
Система ABO	347
Система резус-фактора	347
Другие, менее значимые антигены эритроцитов	347
Антитела к антигенам эритроцитов:	
переливание несовместимой крови	348
Образование антител к эритроцитам	348
Иммунная гемолитическая трансфузионная	
реакция – ABO-несовместимость	350
Другие иммунные гемолитические трансфузионные	
реакции	352
Предтрансфузионная проверка в палате	356
Другие трансфузионные реакции	359
Фебрильные реакции	359
Трансфузионное острое повреждение легких	359
Аллергические реакции	360
Бактериальная инфекция	360
Наблюдение за пациентом во время трансфузии	361
Лабораторные исследования трансфузионной реакции	361
Посттрансфузионные реакции	362
Серьезные побочные эффекты – как обезопасить	
процедуру переливания крови?	362
Трансфузионные инфекции	362
ABO-несовместимость	363
Трансфузионные повреждения легких	363
Гемолитическая болезнь новорожденных	363

Что такое гемолитическая болезнь новорожденных?	364
Предупреждение гемолитической болезни новорожденных . .	365
Гемолитическая болезнь новорожденных может быть вызвана другими антигенами эритроцитов.	365

Часть V. Микробиологические исследования 369

Глава 21. Микробиологическое исследование мочи: посев мочи и определение чувствительности к антибиотикам. . 369

Нормальная физиология.	369
Мочевая система и образование мочи.	369
Бактерии в мочевыводящих путях.	371
Инфекция мочевыводящих путей.	371
Пути инфицирования.	371
Предрасполагающие факторы.	373
Пол.	373
Сексуальная активность.	373
Беременность.	373
Застой мочи.	373
Иммунодефицит.	374
Сахарный диабет.	374
Пузырно-мочеточниковый рефлюкс.	374
Госпитализация.	374
Признаки и симптомы.	375
Инфекция нижнего отдела мочевыводящих путей (цистит).	375
Инфекция верхнего отдела мочевого тракта (пиелонефрит).	375

Глава 22. Посев (культура) крови. 385

Нормальная физиология.	385
Реакции врожденного иммунитета, которые происходят в крови.	386
Реакции приобретенного иммунитета, которые происходят в крови.	386
Бактериемия и фунгемия.	387
Предрасполагающие факторы.	387
Ослабление защитных сил организма.	387
Существующие очаги инфекции.	388
Вирулентность микроорганизма.	388
Больничные процедуры, которые облегчают попадание бактерий в кровь.	388
Бактерии-возбудители.	389
Грибы-возбудители.	391
Последствия бактериемии.	391
Синдром системного воспалительного ответа (SIRS). . .	392
Сепсис.	392
Тяжелый сепсис.	393
Септический шок.	393
Сводка общих симптомов бактериемии.	394

Часть VI. Гистологические исследования	401
Глава 23. Цитологический анализ шеечных мазков	401
Шейка матки	401
Анатомия	401
Эпителий шейки матки	403
Граница (стык) между призматическим и многослойным плоским эпителием и зона трансформации	403
Рак шейки матки	405
HPV и рак шейки матки	406
Развитие рака шейки матки	407
Цервикальный скрининг	408
История	408
Организация и успехи цервикального скрининга	409
Глава 24. Экспресс-анализы мочи	419
Сбор проб мочи	420
Исследование физико-химических свойств мочи	421
Цвет	421
Прозрачность/мутность	421
Запах	422
Экспресс-тестирование мочи с помощью диагностических полосок	422
Технические аспекты	422
Интерпретация результатов	424
Глюкоза	424
Билирубин и уробилиноген	425
Кетоны	427
Нитриты	428
Эстераза лейкоцитов	428
Кровь	429
Белок	430
pH	431
Относительная плотность	432
Приложение	434
Нормы лабораторных анализов крови у взрослых	434
Словарь терминов, используемых в лабораторной диагностике	438
Указатель анализов и проб	444