УДК 612.015(075.8)
ББК 28.707.2я73-1
4 25

Ч 25 Частная биохимия. Учебное пособие для студентов медицинских вузов / под ред. В.С. Покровского. — М.: Е-ното, 2020. — 368 с. — Авт. указаны в содерж.

ISBN 978-5-906023-25-4

Частная биохимия — учебное пособие, цель которого состоит в том, чтобы сделать изучение биохимии более лёгким и структурировать знания студентов при подготовке к коллоквиумам и экзаменам.

Основной акцент учебного пособия сделан на особенностях обменных процессов и структуры макромолекул отдельных органов и тканей, а также на интерпретации результатов биохимических исследований, важных для диагностики заболеваний человека. Пособие предназначено студентам медицинских вузов, обучающихся по специальностям «Лечебное дело», «Стоматология» и «Фармация», ординаторам и аспирантам, а также широкому кругу читателей, интересующихся медицинской биохимией.

УДК 612.015(075.8)
ББК 28.707.2я73-1
4 25

ISBN 978-5-906023-25-4 © ООО «Е-ното»

# Оглавление

Предисловие..... 6
Коллектив авторов.....8
Сокращения и условные обозначения.....9
Раздел 1. Клеточные мембраны. *В.С. Покровский*.....11
01.01. Строение мембран..... 13
01.02. Липиды клеточных мембран..... 14
01.03. Белки клеточных мембран..... 16
01.04. Функции биологических мембран..... 18
01.05. Механизмы транспорта молекул через мембрану.....19
01.06. Облегчённая диффузия..... 20
01.07. Первично-активный транспорт..... 21
01.08. Вторично-активный транспорт..... 24
01.09. Рецептор-опосредованный эндоцитоз..... 25
01.10. Заболевания, связанные с патологией транспортных белков..... 26
Раздел 2. Пути передачи сигнала в клетке. *В.С. Покровский*.....27
02.01. Происхождение сигнала.....29
02.02. Сигнальные пути..... 30
02.03. Рецепторы.....32
02.04. Белки сигнальных путей..... 37
02.05. Вторичные посредники..... 41
02.06. Транскрипционные факторы..... 46
02.07. Амплификация и прекращение действия сигнала.....50
02.08. Взаимодействие сигнальных путей.....52
02.09. Сигнальный путь Ras/Raf/MAPK..... 53
02.10. Сигнальный путь PI3K/AKT/mTOR.....55
02.11. Сигнальный путь JAK/STAT..... 56
02.12. Сигнальный путь NF-kB.....56
Раздел 3. Окислительный стресс. *Е.В. Калинина, В.С. Покровский*.....57
03.01. Активные формы кислорода.....59
03.02. Редокс-баланс и окислительный стресс..... 61
03.03. Респираторный взрыв.....62
03.04. Перекисное окисление липидов..... 63
03.05. Повреждение белков активными формами кислорода..... 64
03.06. Повреждение нуклеиновых кислот активными формами кислорода..... 66
03.07. Антиоксидантная система.....67
03.08. Механизмы свободнорадикального повреждения и антиоксидантной защиты.....70
03.09. Заболевания, патогенез которых связан с окислительным стрессом.....71
Раздел 4. Иммунный ответ. *Д.Д. Жданов, В.С. Покровский*.....73
04.01. Врождённый и адаптивный иммунный ответ.....75
04.02. Антитела (иммуноглобулины)..... 76
04.03. Система комплемента..... 79
04.04. Молекулы главного комплекса гистосовместимости.....81
04.05. Цитокины..... 82
Раздел 5. Биохимия крови. *О.М.Кузнецова, В.С. Покровский*..... 83
05.01. Состав крови.....85
05.02. Буферные системы крови..... 88
05.03. Транспорт углекислого газа..... 91
05.04. Особенности метаболизма эритроцита.....93

05.05. Мембранные белки эритроцита..... 95
05.06. Гемоглобины..... 96
05.07. Регуляция связывания гемоглобина с кислородом..... 98
05.08. Гем..... 100
05.09 Свёртывающая система крови..... Ю3
05.10. Антигены групп крови и резус-фактор..... 109
Раздел 6. Биохимия лёгких и газообмен. *М.Д. Новичкова, О.М. Кузнецова*..... 111
06.01. Газообмен в лёгких..... 113
06.02. Сурфактант..... 116
06.03. Монооксид азота..... 121
06.04. Эндотелины..... 126
06.05. Лёгочная гипертензия..... 128
06.06. а,-Антитрипсин..... 130
Раздел 7. Биохимия почек. *В.С. Покровский, О.Ю. Алексеева*..... 131
07.01. Особенности обмена углеводов, липидов и белков в почках..... 133
07.02. Обмен воды..... 134
07.03. Осморегуляция..... 136
07.04. Обмен электролитов..... 139
07.05. Механизмы мочеобразования в нефроне..... 142
07.06. Эритропоэтин..... 151
07.07. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система..... 152
07.08. Состав мочи..... 153
07.09. Биохимический анализ мочи..... 155
07.10. Патологические компоненты мочи..... 157
07.11. Уролиты..... 160
Раздел 8. Биохимия печени. *В.С. Покровский, Т.А. Лобаева*..... 161
08.01. Особенности обмена углеводов, липидов и белков в гепатоцитах..... 163
08.02. Обезвреживание аммиака..... 165
08.03. Жёлчь..... 170
08.04. Жёлчные кислоты..... 173
08.05. Обмен билирубина..... 176
08.06. Биотрансформация ксенобиотиков..... 179
08.07. Микросомальное окисление..... 181
08.08. Конъюгирование субстратов..... 184
08.09. Обезвреживание продуктов гниения белков..... 188
08.10. Биотрансформация лекарственных препаратов..... 190
08.11. Обмен этанола..... 193
08.12. Биохимические показатели анализа крови, характеризующие функцию печени..... 198
Раздел 9. Биохимия нервной ткани. *В.И. Иванова-Радкевич, В.С. Покровский*..... 201
09.01. Особенности обмена веществ в нервной ткани..... 203
09.02. Особенности липидного состава нейрональных мембран..... 206
09.03. Особенности белкового состава нейронов..... 211
09.04. Потенциал покоя и потенциал действия..... 212
09.05. Миелин..... 215
09.06. Нейромедиаторы..... 218
09.07. Опиоидные пептиды..... 226
09.08. Тахикинины..... 230
09.09. Цереброспинальная жидкость..... 231
Раздел 10. Биохимия мышечной ткани. *В.С. Покровский, О.Ю. Алексеева*..... 233
10.01. Особенности обмена белков, жиров и углеводов в миоцитах..... 235
10.02. Сократительные белки..... 236
10.03. Саркоплазматические белки..... 240
10.04. Строение миофибриллы..... 242
10.05. Энергетический обмен в мышечной ткани..... 243

10.06. Механизм мышечного сокращения и расслабления....247
10.07. Механизмы регуляции мышечного сокращения.... 248
10.08. Показатели биохимического анализа крови, важные для диагностики поражения миокарда и скелетных мышц....251
Раздел 11. Биохимия соединительной ткани и межклеточного матрикса. *Е.В. Лукашева, В.С. Покровский*....253
11.01. Функции соединительной ткани.... 255
11.02. Внеклеточный матрикс....256
11.03. Коллагены....257
11.04. Эластин.... 269
11.05. Нидоген....270
11.06. Тенасцины....270
11.07. Фибронектин.... 271
11.08. Ламинины.... 272
11.09. Фибриллин.... 273
11.10. Матриксные металлопротеиназы.... 274
11.11. Протеогликаны.... 275
Раздел 12. Биохимия минерализованных тканей. *Е.В. Лукашева, В.С. Покровский*....281
12.01. Минерализованные ткани.... 283
12.02. Органические компоненты минерализованных тканей....284
12.03. Минеральные компоненты костной ткани....288
12.04. Ремоделирование костной ткани....291
Раздел 13. Биохимия смешанной слюны. *Е.В. Лукашева, Е.А. Рыскина*....295
13.01. Состав слюны....297
13.02. Буферные системы слюны.... 299
13.03. Секреция слюны....300
13.04. Функции слюны.... 303
13.05. Специфические белки слюны.... 304
13.06. Надзубные образования....309
13.07. Диагностическая значимость биохимического анализа слюны....311
Раздел 14. Обмен микроэлементов. *Е.А. Рыскина, О.М. Кузнецова*....313
14.01. Железо....315
14.02. Медь....319
14.03. Цинк....321
14.04. Магний.... 323
14.05. Марганец....325
14.06. Молибден....325
14.07. Хром.... 326
14.08. Кобальт.... 327
14.09. Йод....328
14.10. Селен.... 329
14.11. Фтор....330
14.12. Кремний.... 330
Раздел 15. Биохимия опухолевой клетки. *В.С. Покровский*....331
15.01. Онкогены и гены-опухолевые супрессоры.... 333
15.02. Канцерогенез....336
15.03. Основные свойства опухолевой клетки....341
15.04. Иммунные чекпойнты....345
15.05. Онкомаркёры....346
Предметный указатель.... 351
Указатель формул.... 361
Указатель лекарственных препаратов.... 363
Указатель заболеваний....365

# Предисловие

Учебное пособие «Частная биохимия» — продолжение книги «Основы биохимии», подготовленной подготовленной авторами кафедры биохимии им. Т.Т. Берёзова РУДН. Основная цель этого учебного пособия — помочь студенту изучить те разделы биохимии, которые находятся «на периферии» учебной программы. Многие из них не представлены в базовых учебниках по биохимии вовсе или освещены в урезанном формате, отдельные (например, биохимия смешанной слюны, соединительной ткани или минерализованных тканей) — приводятся только в специализированных изданиях для студентов, обучающихся по специальности «Стоматология».

Название «Частная биохимия», вынесенное на титул издания, в значительной степени условно, поскольку первые разделы книги посвящены общим вопросам биохимии и клеточной биологии: строению и функциям биологических мембран, механизмам внутриклеточной передачи сигнала, окислительного стресса, иммунного ответа. Эти разделы освещают материал на стыке биохимии и клеточной биологии, и часто в общем лекционном курсе на них просто не остаётся времени.

Основная часть учебного пособия посвящена особенностям обмена и различным аспектам биохимии отдельных органов и тканей: почек, печени, крови, лёгких, мышечной ткани и др. Собственно, поэтому в названии пособия и фигурирует слово «частная». Учитывая специфику, нам было сложно провести границу между тем материалом, который можно отнести к дисциплине «Биохимия», и тем, который скорее относится к таким отраслям медицинской науки, как, например, физиология или биофизика. В конечном варианте мы оставили то, что, по нашему мнению, необходимо для сохранения логики изложения материала, но формально включено в. учебные программы других дисциплин, которые преподаются в медицинских вузах. Мы надеемся, что эти разделы книги могут быть полезны студентам и при освоении физиологии, иммунологии, патологической физиологии, фармакологии, а возможно, и клинических дисциплин.

Пособие «Частная биохимия» ориентировано прежде всего на будущих врачей. Именно поэтому мы приводим максимальное количество отсылок к тому, что важно для правильной постановки диагноза и лечения пациента. Так студентам будет проще понять, для чего нужно учить биохимию: биохимические реакции лежат в основе механизмов действия или метаболизма лекарственных средств, а нарушения этих реакций или структуры отдельных белков предопределяют развитие заболеваний — как генетически обусловленных, так и связанных с образом жизни. Клиническая диагностика не обходится без биохимических анализов. Именно поэтому особый акцент мы делаем на интерпретации данных биохимических исследований, важных для клинициста.

Мы постарались исключить возможные ошибки или неточности, но не можем быть уверенными в их отсутствии наверняка: все схемы и формулы были для этой книги отрисованы заново, а в процессе технической работы всегда есть риск потерять что-то важное. Мы будем благодарны за комментарии и замечания, которые можно направлять по адресу vadimpokrovsky@yandex.ru.

Редактор Покровский В.С., д.м.н.