



Медицина фізіологія

за Гайтоном і Голлом

ПІДРУЧНИК

У 2 ТОМАХ • ТОМ 1

Переклад з англійської 14-го видання

ДЖОН Е. ГОЛЛ
МАЙКЛ Е. ГОЛЛ

JOHN E. HALL
MICHAEL E. HALL

ELSEVIER

МЕДИЦИНА
WWW.MEDPUBLISH.COM.UA

ПЕРЕКЛАД
З АНГЛІЙСЬКОЇ
14-ГО ВИДАННЯ

Медична фізіологія за Гайтоном і Голлом ПІДРУЧНИК

2 ТОМАХ • ТОМ 1

Джон Е. Голл, доктор філософії

професор імені Артура К. Гайтона,
завідувач відділення фізіології та біофізики,
директор Центру дослідження ожиріння штату Міссісіпі,
Медичний центр Університету Міссісіпі,
м. Джексон, штат Міссісіпі

Майкл Е. Голл, доктор медицини, магістр наук

Ад'юнкт-професор підрозділу
серцево-судинних захворювань відділення медицини,
помічник заступника голови дослідницького відділу
відділення фізіології та біофізики,
Медичний центр Університету Міссісіпі,
м. Джексон, штат Міссісіпі

**Науковий редактор українського видання –
Степан Вадзюк, доктор медичних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України,
завідувач кафедри фізіології з основами біоетики
та біобезпеки Тернопільського національного
медичного університету імені І.Я. Горбачевського**



Київ
ВСВ «МЕДИЦИНА»
2022

634836

УДК 612
ББК 28.707.3
Г60

Previous editions copyrighted 2016, 2011, 2006, 2000, 1996, 1991, 1986, 1981, 1976, 1971, 1966, 1961, and 1956.

Усі права захищені. Жодна частина цього видання не може відтворюватися чи передаватися в будь-якій формі або будь-якими засобами, електронними чи механічними, включно з фотокопіюванням, записуванням або будь-якою іншою системою зберігання та відтворення інформації, без письмового дозволу правовласника. Ця книга та окремі напрацювання, що містяться в ній, захищені авторським правом.

За погодженням із правовласником це видання виходить друком у двох окремих томах. У першому томі подано I–VIII частини, у другому – IX–XV частини.

This edition of *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, fourteenth edition by John E. Hall and Michael E. Hall* is published by arrangement with Elsevier Inc.

Це видання книги *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, fourteenth edition by John E. Hall and Michael E. Hall* опубліковано за угодою з Elsevier Inc.

Переклад було здійснено ТОВ «Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина».

За здійснений переклад відповідає тільки ТОВ «Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина». Лікарі-практики й дослідники повинні завжди спиратися на власний досвід і знання під час оцінювання та використання будь-якої інформації, методів, лікарських засобів або експериментів, описаних у цьому виданні. Зокрема, з огляду на швидкий розвиток медичної науки, слід проводити незалежну перевірку діагнозів і дозування лікарських засобів. Згідно із законодавством, Elsevier, автори, співавтори, редактори не відповідають за виконання перекладу або за будь-які тілесні ушкодження та/або шкоду, заподіяну людям чи майну, в межах відповідальності за якість продукції, небалість тощо або через використання чи застосування будь-яких методів, продукції, інструкцій або ідей, що містяться в цьому виданні.

Наукові редактори окремих розділів перекладу українською:

Катерина Тарасова, кандидат медичних наук, доцент кафедри фізіології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця;

Ігор Міщенко, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри нормальної фізіології Полтавського державного медичного університету

Над перекладом з англійської працювали: **Степан Вадзюк**, доктор медичних наук; **Наталя Волкова**, доктор медичних наук; **Тетяна Запорожець**, доктор медичних наук; **Ігор Міщенко**, доктор медичних наук; **Юліана Болюк**, доктор філософії; **Олена Виноградова-Аник**, кандидат біологічних наук; **Людмила Горбань**, кандидат медичних наук; **Костянтин Драчук**, кандидат медичних наук; **Оксана Клименко**, кандидат медичних наук; **Тетяна Сухомлин**, кандидат медичних наук

Голл, Джон Е.

Г60 Медична фізіологія за Гайтоном і Голлом : підручник : пер. з англ. 14-го вид. : у 2 т. Т. 1 / Джон Е. Голл, Майкл Е. Голл ; наук. ред. укр. вид. Степан Вадзюк ; наук. ред. пер. : Катерина Тарасова, Ігор Міщенко. – К. : ВСВ «Медицина», 2022. – xiv, 634 с.

ISBN 978-617-505-913-5 (укр., вид. у 2 т.)

ISBN 978-617-505-914-2 (укр., т. 1)

ISBN 978-0-323-59712-8 (англ.)

Підручник «Медична фізіологія за Гайтоном і Голлом» користується великою популярністю серед студентів та медичних працівників у всьому світі й витримав уже 14 видань. Основну увагу в ньому приділено фундаментальній інформації з медичної фізіології, висвітленню особливостей підтримання гомеостазу в організмі людини з метою запобігання захворюванням, а також важливих принципів, які допоможуть ухвалювати рішення в подальшій професійній діяльності. Матеріал, що об'єднує фізіологію та патофізіологію, підготовлено з огляду на клінічну практику та орієнтовано переважно на студентів клінічного й доклінічного етапів навчання. Підручник містить понад 1200 ретельно виконаних повнокольорових рисунків і схем, що сприятимуть максимально ефективному вивченню та опануванню складних понять у галузі фізіології.

Для студентів медичних факультетів закладів вищої освіти, лікарів-інтернів, викладачів, аспірантів, науковців, фахівців-практиків.

УДК 612
ББК 28.707.3

ISBN 978-617-505-913-5 (укр., вид. у 2 т.)

ISBN 978-617-505-914-2 (укр., т. 1)

ISBN 978-0-323-59712-8 (англ.)

Copyright © 2021 by Elsevier, Inc. All rights reserved.
© ВСВ «Медицина», переклад українською, 2022

Передмова

Перше видання «Медичної фізіології: підручника» Артур К. Гайтон підготував майже 65 років тому. На відміну від більшості провідних медичних посібників, які часто готують 20 або більше авторів, перші вісім видань цієї книги повністю написав доктор Гайтон. Він умів викладати складні ідеї зрозуміло та цікаво, що перетворювало вивчення фізіології на захопливе заняття. Доктор Гайтон написав підручник, щоб допомогти студентам вивчити фізіологію, а не для того, щоб справити враження на колег.

Доктор Джон Голл тісно співпрацював із доктором Гайтоном протягом майже 30 років і мав честь написати окремі частини для 9-го та 10-го видань і взяти на себе відповідальність за завершення наступних.

До підготовки 14-го видання підручника долучився доктор Майкл Голл. Як лікар зі спеціалізацією в галузі внутрішніх хвороб, кардіології та фізіології він запропонував нові ідеї, які суттєво допомогли досягти тієї самої мети, що й у попередніх виданнях: пояснити студентам зрозумілою мовою, як різні клітини, тканини й органи людського тіла працюють разом для підтримання життя.

Це завдання було складним і цікавим, адже дослідники продовжують розгадувати нові таємниці функціонування організму. Досягнення в галузі молекулярної та клітинної фізіології дали змогу пояснити деякі принципи фізіології термінами молекулярних і природничих наук, а не просто низкою окремих незрозумілих біологічних явищ. Однак молекулярні процеси, що лежать в основі функцій клітин організму, лише частково пояснюють фізіологію людини. Загалом для функціонування людського організму потрібні складні системи керування, які взаємодіють одна з одною та координують молекулярні функції клітин, тканин і органів у нормі й під час хвороби.

Підручник не є довідником з останніх досягнень у галузі фізіології, а залишається виданням, орієнтованим передусім на студентів. У центрі уваги – основні принципи фізіології, які обов'язково потрібно знати тим, хто розпочинає кар'єру в галузі медицини, зокрема в лікувальній справі, стоматології

та медсестринстві, а також навчається в аспірантурі з біологічних і медичних спеціальностей. Підручник також стане в пригоді лікарям і медичним працівникам, які хочуть ознайомитися з основними принципами патофізіології захворювань людини. Ми намагалися зберегти ту структуру тексту, яка була зручною для студентів, і забезпечити всебічне охоплення матеріалу, щоб студенти також використовували цю книгу у подальшій професійній практиці.

Ми сподіваємося, що підручник допоможе досягнути велич людського тіла та його численні функції, а також спонукатиме студентів вивчати фізіологію упродовж усієї професійної діяльності. Фізіологія пов'язує фундаментальні науки та медицину. Вона неймовірна, адже об'єднує окремі функції всіх клітин, тканин і органів у функціональне ціле – тіло людини. Наш організм – це справді набагато більше, ніж сума його частин, і життя залежить від цього загального функціонування, а не тільки від функціонування частин тіла окремо від інших.

Звідси випливає важливе запитання: як узгоджується робота окремих органів і систем для підтримання належного функціонування всього організму? На щастя, наше тіло має велику мережу механізмів зворотного зв'язку, які забезпечують баланс, без якого ми не змогли б жити. Цей високий рівень внутрішнього контролю фізіологи називають *гомеостазом*. У патологічному стані функціональна рівновага та гомеостаз часто серйозно порушуються. Навіть якщо одне порушення сягає межі, тіло більше не може жити. Одна з цілей книги – підкреслити ефективність механізмів гомеостазу організму, а також описати їхні функції в разі захворювань.

Інша мета – забезпечити якомога вищу точність. Здійснити перевірку фактів, а також досягти збалансованості тексту допомогли пропозиції та зауваження багатьох студентів, фізіологів і клініцистів з усього світу. Проте через імовірність помилки під час обробки тисяч біт інформації ми просимо читачів сповіщати нас про помилки або неточності. Фізіологи розуміють важливість зворотного зв'язку для правильного функціонування людського організму; зворотний зв'язок так само важливий для постійно-

го вдосконалення нашого посібника. Ми висловлюємо щиру подяку багатьом людям, які вже допомогли нам. Ваші відгуки сприяли поліпшенню тексту.

Стисло пояснимо певні особливості 14-го видання. Багато розділів підручника було переглянуто, щоб охопити нові принципи фізіології й проілюструвати їх за допомогою нових рисунків, проте ми ретельно контролювали обсяг книги – завдяки цьому обмеженню її можуть ефективно використовувати як студенти медичних спеціальностей, так і медичні працівники. Нові списки літератури було сформовано з урахуванням передусім того, як у цих публікаціях викладено принципи фізіології, та якості використаних у них джерел, а також доступності. Вибіркова бібліографія наприкінці розділів переважно містить нещодавно опубліковані оглядові статті з наукових журналів, доступ до яких можна вільно отримати на сайті PubMed за посиланням <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>. Ці джерела, а також відповідні перекресні посилання можна використовувати для ширшого вивчення фізіології загалом.

Щоб забезпечити максимальну лаконічність, нам довелося вдатися до більш спрощеного й догматичного викладу багатьох фізіологічних принципів, ніж хотілося б. Проте за допомогою бібліографії можна більше дізнатися про наявні суперечності та невіршені питання в розумінні складних функцій людського організму в нормальному і патологічному станах.

Ще однією особливістю цієї книги є те, що в ній використано шрифти двох різних розмірів. Матеріал, надрукований великим шрифтом, – це фундаментальна інформація з фізіології, яка буде потрібна студентам протягом фактично всього періоду навчання. Матеріал, поданий дрібним шрифтом на

блідо-бузковому тлі, охоплює: 1) відомості з анатомії, хімії тощо, потрібні для розгляду теми (більшість студентів вивчатимуть їх докладніше в інших курсах); 2) інформацію з фізіології, що має особливе значення для певних розділів клінічної медицини; 3) дані, що будуть корисні тим студентам, які хочуть глибше вивчити конкретні фізіологічні механізми.

Для самоперевірки засвоєння основних принципів фізіології читачі можуть використовувати книгу «Огляд фізіології за Гайтоном і Голлом», яка містить понад 1000 практичних запитань, узгоджених зі змістом цього підручника.

Висловлюємо щиру подяку багатьом людям, які допомогли підготувати це видання, зокрема нашим колегам із відділення фізіології та біофізики Медичного центру Університету Міссісіпі, які подали нам цінні пропозиції. З інформацією про співробітників нашого відділення і стислим описом його науково-дослідної та освітньої діяльності можна ознайомитися на сторінці: <http://physiology.ums.edu/>. Ми особливо вдячні Стефані Лукас (Stephanie Lucas) за надану допомогу та Джеймсу Перкінсу (James Perkins) за чудові ілюстрації. Також висловлюємо подяку Еліз О'Грейді (Elyse O'Grady), Дженніфер Шрайнер (Jennifer Shreiner), Грейс Ондерлінде (Grace Onderlinde), Ребеці Грульов (Rebecca Gruliov) та всій команді Elsevier за відмінну редакторську роботу й високі стандарти виробництва.

Насамкінець дякуємо численним читачам, які продовжують допомагати нам удосконалювати підручник. Сподіваємося, що це видання вам сподобається й буде навіть кориснішим, ніж попередні.

Джон Е. Голл
Майкл Е. Голл

Зміст

ЧАСТИНА I

Вступ до фізіології: клітина та загальна фізіологія

РОЗДІЛ 1

Функціональна основа організму людини і контроль стану «внутрішнього середовища» 3

Клітини – живі структурно-функціональні одиниці організму 3

Позаклітинна рідина як «внутрішнє середовище» 4

Гомеостаз – підтримання відносної сталості внутрішнього середовища 4

Регуляторні системи організму 7

Підсумок: автоматизм організму 11

РОЗДІЛ 2

Клітина та її функції 13

Організація клітини 13

Будова клітини 15

Порівняння клітини тварин з доклітинними формами життя 21

Функціональні системи клітини 21

Клітинний рух 27

РОЗДІЛ 3

Генетичний контроль синтезу білка, клітинних функцій і репродукції 31

Контроль синтезу білків клітини генами ядра 31

Транскрипція – передача коду ДНК з ядра клітини до коду РНК цитоплазми 34

Трансляція – утворення білків на рибосомах 38

Синтез інших речовин у клітині 40

Контроль генетичних функцій та біохімічних процесів у клітинах 40

ДНК-генетична система контролює розмноження клітин 42

Клітинна диференціація 46

Апоптоз – запрограмована клітинна смерть 47

Рак 47

ЧАСТИНА II

Фізіологія мембран, нерви і м'язи

РОЗДІЛ 4

Транспорт речовин через клітинні мембрани 53

Клітинна мембрана – ліпідний бішар з транспортними білками клітинної мембрани 53

Дифузія 54

Активний транспорт речовин через мембрани 61

РОЗДІЛ 5

Мембранний потенціал та потенціал дії 67

Базові фізичні основи мембранних потенціалів 67

Мембранний потенціал спокою нейронів 70

Потенціал дії нейрона 71

Поширення потенціалу дії 76

Відновлення іонних градієнтів натрію та калію після того, як потенціал дії завершується. Важливість енергетичного метаболізму 77

Плато при деяких потенціалах дії 77

Ритмічність деяких збудливих тканин. Повторюваний розряд 78

Особливості передачі сигналів по нервових стовбурах 78

Збудження – процес виникнення потенціалу дії 80

РОЗДІЛ 6

Скорочення скелетних м'язів 83

Фізіологічна анатомія скелетних м'язів 83

Загальний механізм скорочення м'язів 85

Молекулярний механізм скорочення м'язів 86

Енергетика скорочення м'язів 90

Характеристики скорочення всього м'яза 91

РОЗДІЛ 7

Збудження скелетних м'язів: нервово-м'язова передача та зв'язок збудження-скорочення 99

Нервово-м'язове з'єднання та передача імпульсів від нервових закінчень до волокон скелетних м'язів 99

| | |
|---|------------|
| Потенціал дії м'язів | 103 |
| Зв'язок збудження–скорочення | 104 |
| РОЗДІЛ 8 | |
| Збудження та скорочення гладких м'язів | 109 |
| Скорочення гладких м'язів | 109 |
| Регулювання скорочення іонами кальцію | 112 |
| Нервовий та гормональний контроль скорочення гладких м'язів | 114 |
| Нервово-м'язові синапси гладкого м'яза | 114 |

ЧАСТИНА III**Серце****РОЗДІЛ 9**

| | |
|--|------------|
| Серцевий м'яз. Серце як насос і функція серцевих клапанів | 121 |
| Фізіологія серцевого м'яза | 121 |
| Серцевий цикл | 126 |
| Регуляція насосної функції шлуночків | 132 |

РОЗДІЛ 10

| | |
|---|------------|
| Ритмічне збудження серця | 137 |
| Спеціалізована збуджувальна та провідна система серця | 137 |
| Контроль збудження та провідності в серці | 141 |

РОЗДІЛ 11

| | |
|---|------------|
| Основи електрокардіограми | 145 |
| Зубці нормальної електрокардіограми | 145 |
| Струм навколо серця під час серцевого циклу | 147 |
| Електрокардіографічні відведення | 149 |

РОЗДІЛ 12

| | |
|--|------------|
| Електрокардіографічна інтерпретація аномалій серцевого м'яза та коронарного кровотоку. Векторний аналіз | 153 |
| Векторний аналіз електрокардіограм | 153 |
| Векторний аналіз нормальної електрокардіограми | 155 |
| Електрична вісь шлуночкового QRS та її значення | 159 |
| Умови аномальної амплітуди комплексу QRS | 161 |
| Пролонговані та химерні форми комплексу QRS | 162 |
| Струми пошкодження | 163 |
| Аномалії зубця T | 167 |

РОЗДІЛ 13

| | |
|--|------------|
| Серцеві аритмії та їх електрокардіографічна інтерпретація | 169 |
| Аномальні синусові ритми | 169 |
| Блокада внутрішньосерцевих провідних шляхів | 170 |

| | |
|---------------------------|-----|
| Передчасне скорочення | 172 |
| Пароксизмальна тахікардія | 175 |
| Фібриляція шлуночків | 176 |
| Миготлива аритмія | 179 |
| Тріпотіння передсердь | 180 |
| Зупинка серця | 181 |

ЧАСТИНА IV**Система кровообігу****РОЗДІЛ 14**

| | |
|---|------------|
| Огляд системи кровообігу: тиск, кровотік та опір | 185 |
| Фізичні характеристики системи кровообігу | 185 |
| Основні функціональні принципи системи кровообігу | 187 |
| Взаємозв'язок тиску крові, її потоку та опору | 188 |

РОЗДІЛ 15

| | |
|---|------------|
| Розтяжність судин, функції артеріальної та венозної систем | 197 |
| Розтяжність судин | 197 |
| Коливання артеріального тиску | 198 |
| Вени та їх функції | 202 |

РОЗДІЛ 16

| | |
|---|------------|
| Мікроциркуляція та лімфатична система: обмін капілярної рідини, інтерстиційна рідина та лімфотік | 209 |
| Будова системи мікроциркуляції та капілярної системи | 209 |
| Кровотік у капілярах. Вазомоція | 211 |
| Обмін води, поживних речовин та інших речовин між кров'ю та інтерстиційною рідиною | 211 |
| Інтерстицій та інтерстиційна рідина | 212 |
| Фільтрація рідини через капіляри | 213 |
| Лімфатична система | 217 |

РОЗДІЛ 17

| | |
|---|------------|
| Місцевий і гуморальний контроль кровотоку у тканинах | 223 |
| Місцевий контроль кровотоку у відповідь на потреби тканин | 223 |
| Механізми контролю кровотоку | 223 |
| Гуморальний контроль кровообігу | 233 |

РОЗДІЛ 18

| | |
|---|------------|
| Нервова регуляція кровообігу та швидкий контроль артеріального тиску | 237 |
| Нервова регуляція кровообігу | 237 |
| Особливості нервової регуляції артеріального тиску | 247 |

| | | | |
|---|------------|--|------------|
| РОЗДІЛ 19 | | | |
| Роль нирок у довгостроковому контролі артеріального тиску та розвитку гіпертензії. Інтегрована система регулювання артеріального тиску | 251 | | |
| Нирково-рідинна система контролю артеріального тиску | 251 | | |
| Роль ренін-ангіотензинової системи в контролі артеріального тиску | 259 | | |
| Узагальнення інтегрованих багатограних систем для регулювання артеріального тиску | 266 | | |
| РОЗДІЛ 20 | | | |
| Серцевий викид, венозне повернення та їх регуляція | 269 | | |
| Нормальні значення серцевого викиду у стані спокою та під час фізичної активності | 269 | | |
| Контроль серцевого викиду за допомогою венозного повернення. Механізм Франка–Старлінга | 269 | | |
| Методи вимірювання серцевого викиду | 281 | | |
| РОЗДІЛ 21 | | | |
| Кровотік у м'язах і серцевий викид під час тренування. Коронарний кровообіг та ішемічна хвороба серця | 285 | | |
| Регуляція кровотоку в скелетних м'язах у стані спокою та під час фізичних навантажень | 285 | | |
| Коронарний кровообіг | 288 | | |
| РОЗДІЛ 22 | | | |
| Серцева недостатність | 297 | | |
| Динаміка кровообігу при серцевій недостатності | 297 | | |
| Однобічна недостатність лівого шлуночка | 301 | | |
| Серцева недостатність із низьким викидом. Кардіогенний шок | 301 | | |
| Набряк у пацієнтів із серцевою недостатністю | 302 | | |
| Серцевий резерв | 304 | | |
| Кількісний графічний аналіз серцевої недостатності | 305 | | |
| Серцева недостатність з діастолічною дисфункцією та нормальною фракцією викиду | 307 | | |
| Серцева недостатність з високим викидом | 307 | | |
| РОЗДІЛ 23 | | | |
| Серцеві клапани і тони серця. Набуті (клапанні) та вроджені вади серця | 309 | | |
| Серцеві звуки | 309 | | |
| Порушення динаміки кровообігу при захворюваннях клапанів серця | 313 | | |
| Порушення динаміки кровообігу при вроджених вадах серця | 315 | | |
| Використання екстракорпорального кровообігу під час кардіохірургічної операції | 318 | | |
| | | Гіпертрофія серця при набутих і вроджених вадах серця | 318 |
| | | РОЗДІЛ 24 | |
| | | Циркуляторний шок та його лікування | 319 |
| | | Фізіологічні причини шоку | 319 |
| | | Шок, спричинений гіповолемією, – геморагічний шок | 320 |
| | | Нейрогенний шок – збільшення ємності судин | 326 |
| | | Анафілактичний шок та гістаміновий шок | 327 |
| | | Септичний шок | 327 |
| | | Фізіологічні принципи лікування шоку | 327 |
| | | Зупинка кровообігу | 329 |
| | | ЧАСТИНА V | |
| | | Рідина в організмі і нирки | |
| | | РОЗДІЛ 25 | |
| | | Регуляція рідини в організмі. Позаклітинна та внутрішньоклітинна рідина. Набряк | 333 |
| | | У звичайних умовах споживання і виділення рідини є збалансованими | 333 |
| | | Розподіл рідини в організмі | 334 |
| | | Складники позаклітинної та внутрішньоклітинної рідини | 335 |
| | | Вимірювання об'ємів рідини в організмі. Принцип розведення індикатора | 337 |
| | | Обмін рідини та осмотична рівновага між внутрішньоклітинною та позаклітинною рідиною | 338 |
| | | Об'єм та осмоляльність позаклітинної та внутрішньоклітинної рідини в аномальних станах | 341 |
| | | Глюкоза та інші розчини, які вводять в організм з метою живлення | 343 |
| | | Клінічні порушення регуляції об'єму рідини: гіпонатріємія та гіпернатріємія | 343 |
| | | Набряк: надлишок рідини в тканинах | 345 |
| | | Рідина в потенційних просторах тіла | 349 |
| | | РОЗДІЛ 26 | |
| | | Сечова система: функціональна анатомія та утворення сечі нирками | 351 |
| | | Різноманітні функції нирок | 351 |
| | | Фізіологічна анатомія нирок | 352 |
| | | Сечовипускання | 355 |
| | | Утворення сечі внаслідок клубочкової фільтрації, канальцевої реабсорбції та секреції | 359 |
| | | РОЗДІЛ 27 | |
| | | Клубочкова фільтрація, нирковий кровотік та їх контроль | 363 |
| | | Клубочкова фільтрація – перший крок у формуванні сечі | 363 |

| | | | |
|---|------------|---|------------|
| Фактори, що визначають швидкість клубочкової фільтрації | 365 | Важливість пресорного натрійурезу і діурезу для підтримання балансу натрію та рідини в організмі | 433 |
| Нирковий кровотік | 368 | Розподіл позаклітинної рідини між інтерстиційним простором та судинною системою | 435 |
| Фізіологічний контроль клубочкової фільтрації та ниркового кровотоку | 370 | Нервові та гормональні фактори підвищують ефективність контролю зворотного зв'язку між нирками та рідиною в організмі | 436 |
| Ауторегуляція швидкості клубочкової фільтрації та ниркового кровотоку | 371 | Інтегровані реакції на зміни споживання натрію | 439 |
| РОЗДІЛ 28 | | Умови, які спричиняють значне збільшення об'ємів крові та позаклітинної рідини | 440 |
| Реабсорбція та секреція в ниркових канальцях | 377 | Стани, які зумовлюють значне збільшення об'єму позаклітинної рідини при нормальному або зниженому об'ємі крові | 440 |
| Канальцева реабсорбція кількісно велика і високоселективна | 377 | РОЗДІЛ 31 | |
| Канальцева реабсорбція включає пасивні та активні механізми | 377 | Регулювання кислотно-основного балансу | 443 |
| Реабсорбція та секреція в різних частинах нефрона | 383 | Концентрація іонів водню є точно відрегульованою | 443 |
| Регуляція канальцевої реабсорбції | 391 | Кислоти та основи: визначення та функції | 443 |
| Використання методів кліренсу для кількісного вимірювання функції нирок | 397 | Захист від змін концентрації H^+ : буферні системи, легені та нирки | 444 |
| РОЗДІЛ 29 | | Буферування H^+ у рідинах організму | 445 |
| Концентрація та розведення сечі. Регуляція осмолярності позаклітинної рідини та концентрації натрію | 403 | Бікарбонатна буферна система | 445 |
| Нирки виділяють надлишок води, утворюючи розведену сечу | 403 | Фосфатна буферна система | 447 |
| Нирки зберігають воду, виділяючи концентровану сечу | 405 | Білки є важливими внутрішньоклітинними буферами | 447 |
| Протитечійний множинний механізм створює гіперосмолярний нирковий мозковий інтерстицій | 406 | Респіраторне регулювання кислотно-основного балансу | 448 |
| Властивості петлі Генле, що спричиняють затримку розчинених речовин у мозковій речовині нирок | 407 | Ниркова регуляція кислотно-основного балансу | 450 |
| Контроль осмолярності позаклітинної рідини та концентрації натрію | 414 | Секреція H^+ і реабсорбція HCO_3^- нирковими канальцями | 450 |
| Система зворотного зв'язку осморорецептор–АДГ | 414 | З'єднання надлишку H^+ з фосфатним і амонійним буфером у канальці утворює «новий» HCO_3^- | 453 |
| Важливість спраги для контролю осмолярності позаклітинної рідини та концентрації натрію | 417 | Кількісне визначення ниркової кислотно-основної екскреції | 455 |
| РОЗДІЛ 30 | | Регуляція ниркової канальцевої секреції H^+ | 455 |
| Ниркова регуляція концентрації калію, кальцію, фосфатів та магнію. Інтегрування ниркових механізмів для контролю об'ємів крові та позаклітинної рідини | 421 | Ниркове корегування ацидозу: збільшення екскреції H^+ і додавання HCO_3^- у позаклітинну рідину | 456 |
| Регуляція концентрації калію в позаклітинній рідині та його екскреції | 421 | Ниркове корегування алкалозу: зменшення канальцевої секреції H^+ і збільшення екскреції HCO_3^- | 457 |
| Регуляція ниркової екскреції кальцію та позаклітинної концентрації іонів кальцію | 428 | РОЗДІЛ 32 | |
| Регуляція ниркової екскреції фосфатів | 430 | Діуретики та захворювання нирок | 463 |
| Регуляція ниркової екскреції магнію та позаклітинної концентрації іонів магнію | 431 | Діуретики та механізми їх дії | 463 |
| Інтегрування ниркових механізмів для контролю об'єму позаклітинної рідини | 432 | Захворювання нирок | 465 |
| | | Гостре ураження нирок | 466 |
| | | Хронічна хвороба нирок часто пов'язана з незворотною втратою функціональних нефронів | 468 |

ЧАСТИНА VI**Клітини крові. Імунітет. Зсідання крові****РОЗДІЛ 33**

| | |
|--|------------|
| Червоні клітини крові, анемія і поліцитемія | 483 |
| Червоні клітини крові (еритроцити) | 483 |
| Анемії | 490 |
| Поліцитемія | 492 |

РОЗДІЛ 34

| | |
|---|------------|
| Резистентність організму до інфекцій. I. Лейкоцити, гранулоцити, моноцитарно-макрофагальна система і запалення | 493 |
| Лейкоцити (білі клітини крові) | 493 |
| Нейтрофіли і макрофаги захищають від інфекцій | 495 |
| Моноцитарно-макрофагальна система (ретикулоендотеліальна система) | 497 |
| Запалення: роль нейтрофілів та макрофагів | 498 |
| Еозинофіли | 501 |
| Базофіли | 501 |
| Лейкопенія | 502 |
| Лейкози (лейкемії) | 502 |

РОЗДІЛ 35

| | |
|--|------------|
| Резистентність організму до інфекцій. II. Імунітет та алергія | 505 |
| Набутий (адаптивний) імунітет | 505 |
| Алергія і гіперчутливість | 516 |

РОЗДІЛ 36

| | |
|--|------------|
| Групи крові. Переливання крові. Трансплантація органів і тканин | 519 |
| Антигенність спричиняє імунні реакції крові | 519 |
| Групи крові системи O-A-B | 519 |
| Групи крові системи Rh | 521 |
| Гемотрансфузійні реакції в результаті несумісності груп крові | 522 |
| Трансплантація тканин та органів | 523 |

РОЗДІЛ 37

| | |
|---|------------|
| Гемостаз та зсідання крові | 525 |
| Явища гемостазу | 525 |
| Механізм зсідання (коагуляції) крові | 527 |
| Умови, за яких виникає надмірна кровоточивість у людини | 533 |
| Тромбоемболічні стани | 535 |
| Антикоагулянти для клінічного використання | 536 |
| Оцінювання зсідання крові | 537 |

ЧАСТИНА VII**Дихання****РОЗДІЛ 38**

| | |
|-------------------------------|------------|
| Легенева вентиляція | 541 |
| Механізм легеневої вентиляції | 541 |
| Легеневі об'єми та ємності | 545 |
| Альвеолярна вентиляція | 547 |

РОЗДІЛ 39

| | |
|---|------------|
| Легенева циркуляція. Набряк легень. Плевральна рідина | 553 |
| Фізіологічна анатомія легеневої системи кровообігу | 553 |
| Тиск у легеневій системі | 553 |
| Об'єм крові в легенях | 554 |
| Потік крові через легені та її розподіл | 555 |
| Вплив градієнтів гідростатичного тиску в легенях на регіональний легеневий кровотік | 555 |
| Рушійні сили легеневих капілярів | 558 |
| Рідина в плевральній порожнині | 560 |

РОЗДІЛ 40

| | |
|--|------------|
| Принципи газообміну. Дифузія кисню та вуглекислого газу через дихальну мембрану | 561 |
| Склад альвеолярного й атмосферного повітря різний | 563 |
| Дифузія газів через дихальну мембрану | 565 |

РОЗДІЛ 41

| | |
|---|------------|
| Транспорт кисню і вуглекислого газу в крові та тканинних рідинах | 571 |
| Транспорт кисню від легень до тканин організму | 571 |
| Транспорт CO ₂ у крові | 578 |
| Коефіцієнт дихального обміну | 581 |

РОЗДІЛ 42

| | |
|--|------------|
| Регуляція дихання | 583 |
| Дихальний центр | 583 |
| Хімічний контроль дихання | 585 |
| Периферійна хеморецепторна система – роль кисню в контролі дихання | 586 |
| Регуляція дихання під час фізичних вправ | 589 |

РОЗДІЛ 43

| | |
|---|------------|
| Дихальна недостатність: патофізіологія, діагностика, киснева терапія | 595 |
| Методи дослідження порушень дихання | 595 |
| Патофізіологія особливих легеневих порушень | 597 |

| | |
|--|-----|
| Гіпоксія та киснева терапія | 601 |
| Гіперкапнія – надлишок вуглекислого газу в рідинах організму | 602 |
| Штучне дихання | 603 |

ЧАСТИНА VIII

Авіаційна, космічна та підводна фізіологія

РОЗДІЛ 44

| | |
|---|------------|
| Авіаційна, висотна та космічна фізіологія | 607 |
| Вплив зниженого атмосферного тиску на організм людини | 607 |

РОЗДІЛ 45

Фізіологія глибоководного занурення та інших гіпербаричних умов **617**

| | |
|---|-----|
| Вплив високого парціального тиску окремих газів на тіло | 617 |
| Автономний підводний дихальний апарат (підводне плавання) | 621 |

| | |
|-----------------|------------|
| Показчик | 623 |
|-----------------|------------|