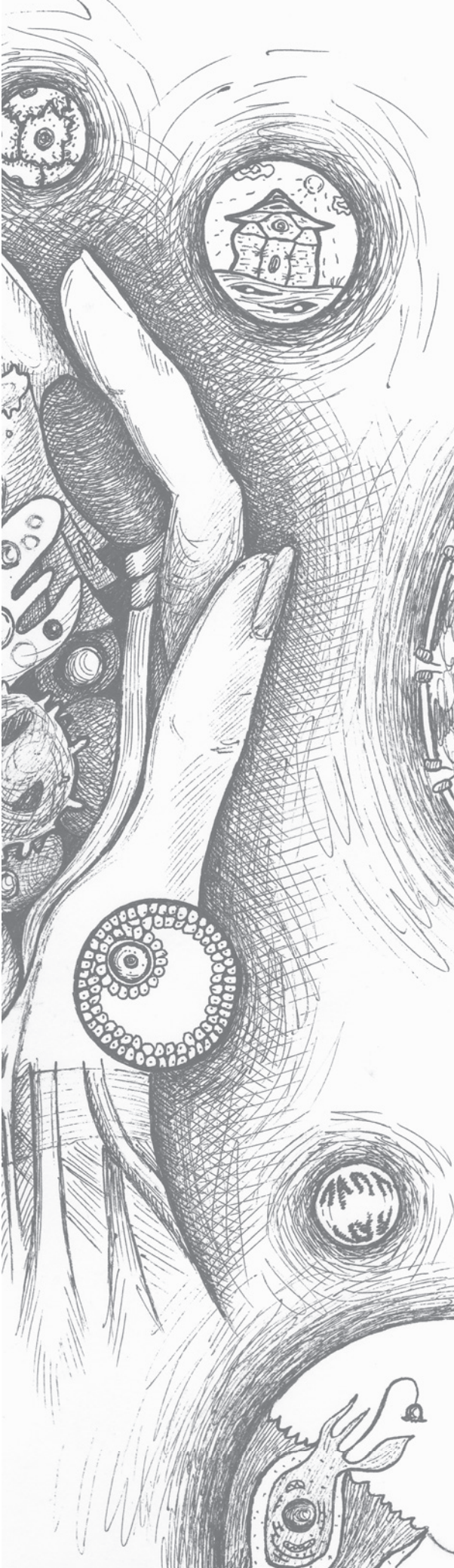


И.В. Мильто

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ
МОРФОЛОГИЯ
ЧЕЛОВЕКА
висцерология**





И.В. Мильто

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

висцерология

Учебник

Том 1



Москва
Логосфера
2022

УДК 616-071.3+611.137.3
ББК 28.716+54.102
М607

Мильто, И.В.

М607

Функциональная морфология человека. Учебник в 3 томах. Т. 1: Висцерология / И.В. Мильто; под ред. И.В. Суходоло. — М.: Логосфера, 2022. — 664 с.: ил.: 20,5 см.

ISBN 978-5-98657-079-2

Первый том учебника «Функциональная морфология человека» содержит информацию о нормальном строении внутренних органов человека, а также рассматривает развитие и морфофункциональные особенности кроветворной, иммунной, эндокринной, пищеварительной, дыхательной, мочевой, половой и покровной систем. Структура внутренних органов человека описана на макроскопическом, тканевом, клеточном и субклеточном уровнях с подробным изложением эмбриологического развития и элементами возрастных изменений. В учебнике использован междисциплинарный подход в изложении традиционных и современных морфологических данных о строении внутренних органов в норме, что будет способствовать формированию у будущих специалистов биологического и медицинского профиля системного представления о структуре организма человека. Первый том учебника «Функциональная морфология человека» состоит из 9 глав, каждая из которых посвящена отдельной системе организма. Материал учебника представлен с соблюдением международной анатомической, гистологической и эмбриологической номенклатуры. Учебник содержит авторские иллюстрации с большой детализацией, что способствует восприятию излагаемого материала и снимает многие вопросы о строении и функционировании внутренних органов человека.

Учебник предназначен студентам биологических и медицинских специальностей высших учебных заведений, магистрам, аспирантам, преподавателям, научным сотрудникам и практикующим врачам различных специальностей, а также тем, кто интересуется строением тела человека.

**УДК 616-071.3+611.137.3
ББК 28.716+54.102**

Учебник «Функциональная морфология человека» состоит из 3 томов.
Том 1. Висцерология
Том 2. Нервная система и система органов чувств
Том 3. Опорно-двигательная система и сердечно-сосудистая система

Иллюстрации канд. биол. наук *В.В. Ивановой*

Все права защищены. Никакая часть этой публикации не может быть воспроизведена, размещена в поисковых системах или передана в какой-либо форме электронными или механическими

способами, включая фотокопирование, запись или любую систему хранения и извлечения информации, без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-98657-079-2 Том 1

© Мильто И.В., 2022
© ООО «Логосфера», 2022

*Моему Учителю, профессору
Ирине Владимировне Суходоло,
посвящается...*

ОБ АВТОРЕ



Мильто И.В. — доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБУН «Северский биофизический научный центр» ФМБА, профессор кафедры морфологии и общей патологии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, член правления научного медицинского общества анатомов, гистологов и эмбриологов России, председатель томского отделения научного медицинского общества анатомов, гистологов и эмбриологов России, член Международной ассоциации морфологов. Лауреат премии Законодательной думы Томской области, а также премии Томской области в сфере образования, науки, здравоохранения и культуры.

Иван Васильевич Мильто родился 11 октября 1985 г. в г. Северске Томской области. В 2008 г. окончил медико-биологический факультет Сибирского государственного медицинского университета (г. Томск).

С 2008 г. по настоящее время работает на кафедре морфологии и общей патологии Сибирского государственного медицинского университета, где прошёл профессиональный

путь от ассистента до профессора. В 2015 г. защитил докторскую диссертацию по специальностям «клеточная биология, цитология, гистология» и «биохимия».

Область научных исследований и интересов: функциональная морфология органов человека и лабораторных животных в норме, биологические эффекты наноразмерных материалов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаю искреннюю признательность коллективу кафедры морфологии и общей патологии Сибирского государственного медицинского университета, при содействии которого был создан данный учебник.

Благодарю доктора медицинских наук, профессора *Ирину Владимировну Суходоло* за труд по редактированию данного издания, кандидата биологических наук, доцента *Веру Влади-*

мировну Иванову — за подготовку уникальных иллюстраций, кандидата медицинских наук, доцента *Любовь Александровну Шамардину* — за неоценимую помощь в издании учебника.

Благодарю своих учителей, коллег и студентов, рекомендации и замечания которых помогли сделать учебник содержательнее.

Хочется поблагодарить членов своей семьи за поддержку при работе над учебником.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к учебнику ххv
Введение к первому тому ххvii
Список сокращений ххix

ГЛАВА 1

КРОВЕТВОРНАЯ СИСТЕМА 1

ГЕМОПОЭЗ 1

Пrenатальный гемопоэз 1

Мезобластический период пренатального гемопоэза 2
Гепатолиенальный период пренатального гемопоэза 4
Медуллярный период пренатального гемопоэза 5
Особенности клеточного состава крови плода 6

Постнатальный гемопоэз 6

Унитарная теория гемопоэза 6

Первый класс 7
Второй класс 7
Третий класс 7
Четвёртый класс 9
Пятый класс 10
Шестой класс 10

Костный мозг 10

Развитие костного мозга 10

Красный костный мозг 11
Строение красного костного мозга 12
Паренхима красного костного мозга 12
Эритроцитарный дифферон 12
Тромбоцитарный дифферон 15
Гранулоцитарный дифферон 17
Дифферон тучных клеток 21
Моноцитарный дифферон 22
Дифферон миелоидных дендритных клеток 22
Дифферон лимфоидных дендритных клеток 25
Лимфоцитарный дифферон 25
Лимфопоэз 26
Иммунопоэз 27
Строма красного костного мозга 29
Функции красного костного мозга 30
Жёлтый костный мозг 30
Кровоснабжение костного мозга, венозный и лимфатический отток 31
Кровоснабжение 31
Венозный отток 32



- Лимфатический отток 33
- Иннервация костного мозга 33**
- Тимус 33**
 - Развитие тимуса 33**
 - Строение тимуса 36**
 - Долька тимуса 36
 - Паренхима тимуса 38
 - Строма тимуса 38
 - Ретикулярные эпителиоциты 39
 - Макрофаги и дендритные клетки тимуса 40
 - Гематотимический барьер 40
- Кровоснабжение тимуса, венозный отток и лимфатический отток 41**
 - Кровоснабжение 41
 - Венозный отток 42
 - Лимфатический отток 42
- Иннервация тимуса 42**
- Функции тимуса 42**

ГЛАВА 2

ИММУННАЯ СИСТЕМА 43

- Неспецифическая резистентность и иммунитет 44**
 - Неспецифическая резистентность 44**
 - Иммунитет 44**
- Тимус 45**
 - Клональная селекция клеток дифферона Т-лимфоцитов 48
 - Иммунопоз Т-лимфоцитов 49
 - Главный комплекс тканевой совместимости 50
 - Белки главного комплекса тканевой совместимости 51
- Красный костный мозг 52**
 - Клональная селекция клеток дифферона В-лимфоцита 54
 - Иммунопоз В-лимфоцитов 56
- Селезёнка 57**
 - Развитие селезёнки 57**
 - Строение селезёнки 58**
 - Кровоснабжение селезёнки, венозный отток и лимфатический отток 62**
 - Кровоснабжение 62
 - Венозный отток 63
 - Лимфатический отток 63
 - Иннервация селезёнки 63**
 - Функции селезёнки 64**
- Лимфатический узел 64**
 - Развитие лимфатического узла 64**
 - Строение лимфатического узла 64**
 - Корковое вещество лимфатического узла 65
 - Мозговое вещество лимфатического узла 68
 - Лимфатические синусы 68
 - Лимфатические узлы организма человека 69**
 - Лимфатические узлы головы 69



- Лимфатические узлы шеи 70
- Лимфатические узлы верхней конечности 72
- Лимфатические узлы груди 73
- Лимфатические узлы живота 75
- Лимфатические узлы таза 79
- Лимфатические узлы нижней конечности 81

Кровоснабжение лимфатического узла и венозный отток 81

- Кровоснабжение 81
- Венозный отток 82

Иннервация лимфатического узла 82

Функции лимфатического узла 82

ЛИМФОИДНЫЕ ТКАНИ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С КОЖЕЙ И СЛИЗИСТЫМИ ОБОЛОЧКАМИ

ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ 82

Миндалины 83

- Развитие миндалин 83
- Строение миндалин 84

Лимфоидные бляшки кишечника 86

Червеобразный отросток 87

ГЛАВА 3

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА 89

СТРУКТУРЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО МОЗГА 90

Гипоталамус 90

- Развитие гипоталамуса 90
- Строение гипоталамуса 91
- Кровоснабжение гипоталамуса и венозный отток 94
 - Кровоснабжение 94
 - Венозный отток 95
- Функции гипоталамуса 95

Гипофиз 95

- Развитие гипофиза 95
- Строение гипофиза 96
 - Аденогипофиз 97
 - Передняя доля гипофиза 97
 - Промежуточная доля гипофиза 101
 - Туберальная доля гипофиза 102
 - Нейрогипофиз 102
 - Срединное возвышение 103
 - Наружная зона 104
 - Внутренняя зона 105
 - Эпендимный слой 106
 - Ножка воронки 106
 - Задняя доля гипофиза 106
- Кровоснабжение гипофиза, воротная система и венозный отток 106
 - Кровоснабжение 106
 - Воротная система 108
 - Венозный отток 109
- Иннервация гипофиза 110

Эпифиз 110



- Развитие эпифиза 110
- Строение эпифиза 111
 - Пинеалоциты 112
 - Интерстициальные клетки 115
- Кровоснабжение эпифиза и венозный отток 115
 - Кровоснабжение 115
 - Венозный отток 115
- Иннервация эпифиза 115
- Функции эпифиза 115
- Эндокринные органы 116**
 - Надпочечники 116**
 - Развитие надпочечников 116
 - Строение надпочечников 118
 - Корковое вещество надпочечника 118
 - Гормоны коркового вещества надпочечников 121
 - Синтез гормонов коркового вещества надпочечников 121
 - Мозговое вещество надпочечников 121
 - Гормоны мозгового вещества надпочечников 124
 - Синтез гормонов мозгового вещества надпочечников 124
 - Кровоснабжение надпочечников, венозный и лимфатический отток 126
 - Кровоснабжение 126
 - Венозный отток 126
 - Лимфатический отток 127
 - Иннервация надпочечников 127
 - Щитовидная железа 127**
 - Развитие щитовидной железы 127
 - Строение щитовидной железы 129
 - Фолликулярные клетки 131
 - Экстрафолликулярные клетки 132
 - Фолликулы щитовидной железы 132
 - Йодтиронины 133
 - Синтез йодтиронинов 133
 - Кровоснабжение щитовидной железы, венозный и лимфатический отток 135
 - Кровоснабжение 135
 - Венозный отток 135
 - Лимфатический отток 135
 - Иннервация щитовидной железы 135
 - Паращитовидные железы 136**
 - Развитие паращитовидных желёз 136
 - Строение паращитовидных желёз 136
 - Кровоснабжение паращитовидных желёз, венозный и лимфатический отток 139
 - Кровоснабжение 139
 - Венозный отток 139
 - Лимфатический отток 139
 - Иннервация паращитовидных желёз 139
 - Параганглии 139**
 - Развитие параганглиев 139
 - Строение параганглиев 140
 - Кровоснабжение параганглиев, венозный и лимфатический отток 142
 - Кровоснабжение 142
 - Венозный отток 142



Лимфатический отток 143
Иннервация параганглиев 143

СКОПЛЕНИЯ ЭНДОКРИННЫХ КЛЕТОК ОРГАНОВ ДРУГИХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА 143

Панкреатические островки 143
Юкстагломерулярный комплекс 144
Гранулёза 144
Тека 145
Жёлтое тело 145
Симпластотрофобласт и скопление децидуальных клеток 147
Нейроэпителиальные тельца 147

ОДИНОЧНЫЕ ЭНДОКРИННЫЕ КЛЕТКИ 148

ГЛАВА 4

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА 151

Полость рта 156

Развитие полости рта 156

Строение полости рта 158

Щёки 160

Строение щёк 160

Кровоснабжение щёк, венозный и лимфатический отток 161

Иннервация щёк 161

Губы рта 161

Строение губ рта 161

Кровоснабжение губ рта, венозный и лимфатический отток 162

Иннервация губ рта 162

Нёбо 163

Строение нёба 163

Твёрдое нёбо 163

Мягкое нёбо 163

Кровоснабжение нёба, венозный и лимфатический отток 165

Кровоснабжение 165

Венозный отток 166

Лимфатический отток 166

Иннервация нёба 166

Десна 166

Строение десны 166

Кровоснабжение десны, венозный и лимфатический отток 169

Иннервация десны 169

Альвеолярная слизистая оболочка 169

Язык 169

Развитие языка 169

Строение языка 170

Мышцы языка 170

Язычные слюнные железы 172

Слизистая оболочка языка 172

Вкусовые луковицы 174

Восприятие вкуса 176

Основные виды вкуса 177

Дополнительные виды вкуса 177



- Молекулярные основы вкусовой рецепции 178
- Кровоснабжение языка, венозный и лимфатический отток 180
- Иннервация языка 180
- Функции языка 180
- Дно полости рта 181
 - Строение дна полости рта 181
 - Кровоснабжение дна полости рта, венозный и лимфатический отток 181
 - Иннервация дна полости рта 181
- Околоротовой орган 182
 - Развитие околоротового органа 182
 - Строение околоротового органа 182
 - Иннервация околоротового органа 184
 - Функции околоротового органа 184
- Зубы 184
 - Развитие зуба 184
 - Период закладки зубных зачатков 184
 - Период формирования и дифференцировки зубных зачатков 185
 - Период образования компонентов зуба 187
 - Образование дентина 187
 - Образование эмали 191
 - Стадия секреции и первичной минерализации 193
 - Стадия вторичной минерализации 195
 - Стадия третичной минерализации 195
 - Образование цемента 195
 - Образование периодонта 196
 - Образование пульпы зуба 196
 - Особенности развития постоянных зубов 197
 - Прорезывание зубов 197
 - Прорезывание временных зубов 198
 - Прорезывание постоянных зубов 198
 - Строение зуба 199
 - Внешнее строение зуба 199
 - Отличие временных зубов от постоянных зубов 202
 - Внутреннее строение зуба 202
 - Дентин 202
 - Слои дентина 204
 - Дентинные трубочки 204
 - Первичный, вторичный и третичный дентин 205
 - Склерозированный дентин 206
 - Эмаль 206
 - Призмная эмаль 206
 - Беспризмная эмаль 209
 - Эмалевые пластинки, пучки и веретёна 209
 - Ямки, перикиматии, отверстия и трещины эмали 209
 - Кутикула и пелликула эмали 209
 - Возрастные изменения эмали 210
 - Цемент 210
 - Цементоциты и цементобласты 211
 - Коллагеновые волокна 211
 - Образование цемента 211
 - Пульпа зуба 211



Клетки пульпы зуба	212
Межклеточное вещество пульпы зуба	213
Пульпа коронки и корня зуба	213
Пульпа временных и постоянных зубов	213
Петрификаты и дентикли	214
Фиксирующий аппарат зуба	214
Периодонт	214
Зубные альвеолы	217
Эпителий десны, эпителий десневой борозды и эпителий прикрепления	218
Кровоснабжение зубов, венозный и лимфатический отток	219
Кровоснабжение	219
Венозный отток	219
Лимфатический отток	219
Иннервация зубов	219
Кровоснабжение полости рта, венозный и лимфатический отток	220
Иннервация полости рта	221
Функции полости рта	221
Слюнные железы	221
Развитие слюнных желёз	222
Строение слюнных желёз	222
Строение больших слюнных желёз	222
Строение околоушной железы	225
Строение поднижнечелюстной железы	226
Строение подъязычной железы	226
Кровоснабжение больших слюнных желёз, венозный и лимфатический отток	227
Кровоснабжение околоушных желёз, венозный и лимфатический отток	227
Кровоснабжение поднижнечелюстных желёз, венозный и лимфатический отток	228
Кровоснабжение подъязычных желёз, венозный и лимфатический отток	228
Иннервация больших слюнных желёз	228
Иннервация околоушных желёз	228
Иннервация поднижнечелюстных желёз	228
Иннервация подъязычных желёз	228
Строение малых слюнных желёз	229
Функции слюнных желёз	229
Слюна	229
Ферменты слюны	230
Белки слюны	230
Механизм образования слюны	231
Функции слюны	231
Глотка	231
Развитие глотки	231
Строение глотки	232
Носовая часть глотки	232
Ротовая часть глотки	234
Гортанная часть глотки	234
Оболочки глотки	235
Окологлоточное пространство и интрафарингеальное пространство	238
Кровоснабжение глотки, венозный и лимфатический отток	239
Кровоснабжение	239
Венозный отток	239



- Лимфатический отток 239
- Иннервация глотки 239**
- Функции глотки 240**
- Пищевод 240**
 - Развитие пищевода 240**
 - Строение пищевода 240**
 - Отделы пищевода 240
 - Сужения и изгибы пищевода 241
 - Оболочки пищевода 241
 - Кровоснабжение пищевода, венозный и лимфатический отток 243**
 - Кровоснабжение 243
 - Венозный отток 243
 - Лимфатический отток 243
 - Иннервация пищевода 244**
 - Функции пищевода 244**
- Желудок 244**
 - Развитие желудка 244**
 - Строение желудка 245**
 - Анатомические отделы желудка 246
 - Гистологические отделы желудка 247
 - Оболочки желудка 247
 - Кровоснабжение желудка, венозный и лимфатический отток 253**
 - Кровоснабжение 253
 - Венозный отток 253
 - Лимфатический отток 253
 - Иннервация желудка 254**
 - Функции желудка 256**
 - Желудочный сок 256**
- Кишечник 256**
 - Тонкая кишка 257**
 - Развитие тонкой кишки 257
 - Строение тонкой кишки 259
 - Двенадцатиперстная кишка 259
 - Тощая кишка и подвздошная кишка 262
 - Клеточный состав эпителия кишечных ворсинок 265
 - Клеточный состав эпителия кишечных крипт 267
 - Кровоснабжение тонкой кишки, венозный и лимфатический отток 268**
 - Кровоснабжение двенадцатиперстной кишки, венозный и лимфатический отток 268
 - Кровоснабжение 268
 - Венозный отток 269
 - Лимфатический отток 269
 - Кровоснабжение тощей кишки и подвздошной кишки, венозный и лимфатический отток 270
 - Кровоснабжение 270
 - Венозный отток 270
 - Лимфатический отток 270
 - Иннервация тонкой кишки 270**
 - Иннервация двенадцатиперстной кишки 270
 - Иннервация тощей кишки и подвздошной кишки 271



Функции тонкой кишки 271

Толстая кишка 271

Развитие толстой кишки 271

Строение толстой кишки 272

Отделы толстой кишки 274

Слепая кишка 274

Ободочная кишка 276

Восходящая ободочная кишка 276

Поперечная ободочная кишка 277

Нисходящая ободочная кишка 277

Сигмовидная ободочная кишка 278

Прямая кишка 278

Анальный канал 280

Оболочки отделов толстой кишки 282

Оболочки слепой кишки и ободочной кишки 282

Оболочки прямой кишки 285

Оболочки анального канала 287

Кровоснабжение толстой кишки, венозный и лимфатический отток 291

Кровоснабжение толстой кишки 291

Кровоснабжение слепой кишки и ободочной кишки 291

Кровоснабжение прямой кишки и анального канала 291

Венозный отток толстой кишки 291

Венозный отток слепой кишки и ободочной кишки 291

Венозный отток прямой кишки и анального канала 292

Лимфатический отток толстой кишки 294

Лимфатический отток слепой кишки и ободочной кишки 294

Лимфатический отток прямой кишки и анального канала 294

Иннервация толстой кишки 294

Функции толстой кишки 296

Поджелудочная железа 296

Развитие поджелудочной железы 297

Строение поджелудочной железы 299

Отделы поджелудочной железы 299

Протоки поджелудочной железы 299

Части поджелудочной железы 300

Экзокринная часть поджелудочной железы 300

Эндокринная часть поджелудочной железы 302

Кровоснабжение поджелудочной железы, венозный и лимфатический отток 303

Кровоснабжение 303

Венозный отток 304

Лимфатический отток 304

Иннервация поджелудочной железы 304

Функции поджелудочной железы 305

Печень 305

Развитие печени 305

Строение печени 307

Поверхности и края печени 307

Связки печени 309

Доли печени 311

Печёночные сегменты 312



- Портальные сектора и портальные щели печени 313
- Строма печени 313
- Паренхима печени 314
 - Печёночная долька 314
 - Печёночные синусоиды 318
 - Перисинусоидное пространство 319
 - Перипортальное пространство 319
 - Клетки печени 319
 - Гепатоциты 319
 - Звёздчатые макрофаги 320
 - Перисинусоидные клетки 321
 - Синусоидные эндотелиоциты 321
 - Печёночные натуральные киллерные клетки 322
 - Печёночные стволовые клетки 323
 - Холангиоциты 323
 - Клетки соединительной ткани стромы 323
 - Портальная печёночная долька и печёночный ацинус 323
 - Жёлчевыводящие пути 324
- Кровоснабжение печени, венозный и лимфатический отток 326**
 - Кровоснабжение 326
 - Венозный отток 328
 - Лимфатический отток 328
- Иннервация печени 328**
- Функции печени 329**
- Жёлчный пузырь 329**
 - Развитие жёлчного пузыря 329
 - Строение жёлчного пузыря 330
 - Кровоснабжение жёлчного пузыря, венозный и лимфатический отток 332**
 - Кровоснабжение 332
 - Венозный отток 332
 - Лимфатический отток 332
 - Иннервация жёлчного пузыря 332**
- Брюшная полость и брюшина 333**
 - Развитие брюшной полости и брюшины 333**
 - Строение брюшины 334**
 - Париетальная брюшина и висцеральная брюшина 336
 - Производные брюшины 336
 - Кровоснабжение брюшины, венозный и лимфатический отток 339**
 - Кровоснабжение 339
 - Венозный отток 340
 - Лимфатический отток 340
 - Иннервация брюшины 340**
 - Строение брюшной полости 340**
 - Брюшинная полость 341
 - Внебрюшинные пространства 343

ГЛАВА 5

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА 347

Внелёгочные воздухоносные пути 348

**Развитие внелёгочных воздухоносных путей 348****Строение внелёгочных воздухоносных путей 349****Нос 349**

Полость носа 349

Наружный нос 352

Костный отдел наружного носа 353

Хрящевой отдел наружного носа 353

Перепончатый отдел наружного носа 354

Скелетные мышцы и кожа наружного носа 354

Полость наружного носа 355

Внутренний нос и полость внутреннего носа 355

Респираторный отдел полости внутреннего носа 355

Обонятельный отдел полости внутреннего носа 357

Кровоснабжение носа, венозный и лимфатический отток 359

Кровоснабжение наружного носа, венозный и лимфатический отток 359

Кровоснабжение 359

Венозный отток 359

Лимфатический отток 359

Кровоснабжение внутреннего носа, венозный и лимфатический отток 359

Кровоснабжение 359

Венозный отток 360

Лимфатический отток 360

Иннервация носа 360

Иннервация наружного носа 360

Иннервация внутреннего носа 360

Глотка 361**Гортань 361**

Развитие гортани 361

Строение гортани 362

Кровоснабжение гортани, венозный и лимфатический отток 369

Кровоснабжение 369

Венозный отток 369

Лимфатический отток 370

Иннервация гортани 370

Трахея 371

Развитие трахеи 371

Строение трахеи 371

Кровоснабжение трахеи, венозный и лимфатический отток 374

Кровоснабжение 374

Венозный отток 374

Лимфатический отток 375

Иннервация трахеи 375

Главные бронхи 375

Развитие главных бронхов 375

Строение главных бронхов 375

Кровоснабжение главных бронхов, венозный и лимфатический отток 377

Кровоснабжение 377

Венозный отток 377

Лимфатический отток 377

Иннервация главных бронхов 377

Функции главных бронхов 377



ЛЁГКИЕ 377

Развитие лёгких 377

Строение лёгких 379

Внутрилёгочные воздухоносные пути 381

Внутрилёгочные бронхи 381

Терминальные бронхиолы 385

Респираторный отдел 387

Респираторные бронхиолы 387

Альвеолярные ходы и альвеолярные мешочки 387

Лёгочные альвеолы 388

Кровоснабжение лёгких, венозный и лимфатический отток 390

Кровоснабжение 391

Венозный отток 392

Лимфатический отток 392

Иннервация лёгких 392

Функции лёгких 393

Дыхательные функции лёгких 393

Недыхательные функции лёгких 393

Грудная полость и плевра 394

Развитие грудной полости и плевры 394

Строение грудной полости и плевры 394

Грудная полость 394

Плевра 395

Кровоснабжение плевры, венозный и лимфатический отток 398

Кровоснабжение 398

Венозный отток 398

Лимфатический отток 399

Иннервация плевры 399

ГЛАВА 6

МОЧЕВАЯ СИСТЕМА 401

Почки 403

Развитие почек 403

Строение почек 406

Нефрон 410

Виды нефронов 412

Почечное тельце 414

Гематомочевой барьер 416

Канальцы нефрона 419

Проксимальный отдел нефрона 419

Петля нефрона 421

Дистальный отдел нефрона 422

Собираательные трубочки 423

Дуговые собираательные трубочки 423

Прямые собираательные трубочки 424

Чашечно-лоханочная система 425

Интерстициальная соединительная ткань почки 426

Юкстагломерулярный комплекс 427

Кровоснабжение почек, венозный и лимфатический отток 428

Кровоснабжение 428



Венозный отток 430

Лимфатический отток 430

Иннервация почек 431

Функции почек 431

Структурные и молекулярные основы функционирования почек 431

Канальцевая и сосудистая противоточные системы почки 431

Реабсорбция ионов натрия 435

Реабсорбция хлорид-ионов 435

Реабсорбция глюкозы 436

Реабсорбция аминокислот 436

Реабсорбция пептидов и белков 437

Регуляция рН крови 437

Регуляция осмолярности крови 438

Регуляция концентрации ионов калия в крови 438

Регуляция концентрации фосфат-ионов и ионов кальция в крови 439

Регуляция концентрации мочевины в крови 440

Выведение аммиака 441

Мочевыводящие органы 441

Мочеточник 441

Развитие мочеточника 442

Строение мочеточника 442

Кровоснабжение мочеточника, венозный и лимфатический отток 444

Кровоснабжение 444

Венозный отток 444

Лимфатический отток 444

Иннервация мочеточника 444

Мочевой пузырь 445

Развитие мочевого пузыря 445

Строение мочевого пузыря 445

Кровоснабжение мочевого пузыря, венозный и лимфатический отток 453

Кровоснабжение 453

Венозный отток 454

Лимфатический отток 454

Иннервация мочевого пузыря 454

Мочеиспускательный канал 455

Развитие мочеиспускательного канала 455

Строение мочеиспускательного канала 456

Женский мочеиспускательный канал 456

Отделы женского мочеиспускательного канала 456

Оболочки женского мочеиспускательного канала 456

Мужской мочеиспускательный канал 459

Отделы мужского мочеиспускательного канала 459

Задний отдел мужского мочеиспускательного канала 459

Передний отдел мужского мочеиспускательного канала 461

Оболочки мужского мочеиспускательного канала 462

Кровоснабжение мочеиспускательного канала, венозный и лимфатический отток 462

Кровоснабжение 462

Венозный отток 463

Лимфатический отток 463

Иннервация мочеиспускательного канала 463



ГЛАВА 7

МУЖСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА 465

Внутренние мужские половые органы 468

Семенники 468

Развитие семенников 468

Строение семенников 471

Извитые семенные канальцы 472

Сустентоциты 473

Сперматогенные клетки 475

Сперматогонии 475

Сперматоциты 476

Сперматиды 476

Сперматозоиды 477

Сперматогенез 479

Периоды сперматогенеза 479

Цикл сперматогенеза 484

Гематотестикулярный барьер 487

Внутригонадные семявыносящие пути 488

Прямые канальцы семенника 488

Канальцы сети семенника 488

Интерстициальная соединительная ткань семенника 488

Кровоснабжение семенников, венозный и лимфатический отток 489

Кровоснабжение 489

Венозный отток 490

Лимфатический отток 490

Иннервация семенников 490

Функции семенников 491

Внегонадные семявыносящие пути 491

Развитие внегонадных семявыносящих путей 491

Строение внегонадных семявыносящих путей 491

Придаток семенника 491

Выносящие канальцы семенника 493

Проток придатка семенника 494

Семявыносящий проток 495

Семявыбрасывающий проток 498

Кровоснабжение внегонадных семявыносящих путей, венозный и лимфатический отток 498

Кровоснабжение 498

Венозный отток 498

Лимфатический отток 498

Иннервация внегонадных семявыносящих путей 499

Добавочные половые железы 499

Семенные пузырьки 499

Развитие семенных пузырьков 499

Строение семенных пузырьков 499

Кровоснабжение семенных пузырьков, венозный и лимфатический отток 501

Кровоснабжение 501

Венозный отток 501

Лимфатический отток 501

Иннервация семенных пузырьков 501



- Предстательная железа 502
 - Развитие предстательной железы 502
 - Строение предстательной железы 502
 - Кровоснабжение предстательной железы, венозный и лимфатический отток 507
 - Кровоснабжение 507
 - Венозный отток 508
 - Лимфатический отток 508
 - Иннервация предстательной железы 508
- Бульбоуретральные железы 508
 - Развитие бульбоуретральных желёз 508
 - Строение бульбоуретральных желёз 508
 - Кровоснабжение бульбоуретральных желёз, венозный и лимфатический отток 509
 - Иннервация бульбоуретральных желёз 509

НАРУЖНЫЕ МУЖСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ 509

Половой член 509

- Развитие полового члена 509
- Строение полового члена 510
- Кровоснабжение полового члена, венозный и лимфатический отток 513
 - Кровоснабжение 513
 - Венозный отток 515
 - Лимфатический отток 516
- Иннервация полового члена 517

Мошонка 517

- Развитие мошонки 517
- Строение мошонки 517
- Кровоснабжение мошонки, венозный и лимфатический отток 518
 - Кровоснабжение 518
 - Венозный отток 519
 - Лимфатический отток 519
- Иннервация мошонки 519

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МУЖСКОЙ ПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ 519

- Эрекция 519
- Эякуляция 520

ГЛАВА 8

ЖЕНСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА 521

ВНУТРЕННИЕ ЖЕНСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ 523

Яичники 523

- Развитие яичников 523
- Строение яичников 527
 - Корковое вещество яичника 529
 - Фолликулы яичника 529
 - Примордиальные фолликулы яичника 529
 - Промежуточные фолликулы яичника 529
 - Первичные фолликулы яичника 529
 - Вторичные фолликулы яичника 531
 - Третичные фолликулы яичника 532
 - Гематоовариальный барьер 534
 - Фолликулогенез 535



- Атрезия фолликулов яичника 538
- Оогенные клетки 539
 - Оогонии 539
 - Ооциты 539
 - Яйцеклетка 540
- Оогенез 540
- Овуляция 543
- Жёлтое тело 544
- Мозговое вещество яичника 547
- Кровоснабжение яичников, венозный и лимфатический отток 548
 - Кровоснабжение 548
 - Венозный отток 548
 - Лимфатический отток 548
- Иннервация яичников 549
- Маточные трубы 549**
 - Развитие маточных труб 549
 - Строение маточных труб 550
 - Отделы маточной трубы 550
 - Оболочки маточной трубы 551
 - Кровоснабжение маточных труб, венозный и лимфатический отток 552
 - Кровоснабжение 552
 - Венозный отток 553
 - Лимфатический отток 553
 - Иннервация маточных труб 554
- Матка 553**
 - Развитие матки 553
 - Строение матки 554
 - Оболочки матки 555
 - Слизистая оболочка матки 555
 - Мышечная оболочка матки 557
 - Наружная оболочка матки 558
 - Связки матки 558
 - Кровоснабжение матки, венозный и лимфатический отток 560
 - Кровоснабжение 560
 - Венозный отток 561
 - Лимфатический отток 561
 - Иннервация матки 562
- Влагалище 562**
 - Развитие влагалища 562
 - Строение влагалища 562
 - Фиксирующий аппарат влагалища 563
 - Оболочки влагалища 564
 - Кровоснабжение влагалища, лимфатический и венозный отток 565
 - Кровоснабжение 565
 - Венозный отток 565
 - Лимфатический отток 566
 - Иннервация влагалища 566
- НАРУЖНЫЕ ЖЕНСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ 566**
 - Развитие наружных женских половых органов 566
 - Строение наружных женских половых органов 566



Большие половые губы 566

Малые половые губы 567

Клиитор 568

Преддверие влагалища 568

Кровоснабжение наружных женских половых органов, венозный и лимфатический отток 570

Кровоснабжение 570

Венозный отток 570

Лимфатический отток 570

Иннервация наружных женских половых органов 570

Функционирование женской половой системы 571

Половой цикл 571

Овариальный цикл 571

Менструальный цикл 572

Тубулярный цикл 575

Влагалищный цикл 576

Коитус 576

ГЛАВА 9

ПОКРОВНАЯ СИСТЕМА 577

Кожа 577

Развитие кожи 577

Строение кожи 579

Эпидермис 579

Слой эпидермиса 579

Специализированные клетки эпидермиса 582

Регенерация эпидермиса 584

Дерма 584

Подкожная жировая клетчатка 585

Железы кожи 586

Сальные железы 586

Концевые отделы сальных желёз 586

Выводные протоки сальных желёз 587

Видоизменённые сальные железы 587

Потовые железы 588

Типы потовых желёз 589

Мерокринные потовые железы 589

Апокринные потовые железы 590

Кровоснабжение кожи, венозный и лимфатический отток 590

Кровоснабжение 590

Венозный отток 591

Лимфатический отток 591

Иннервация кожи 592

Функции кожи 593

Производные кожи 593

Волосы 593

Развитие волос 593

Строение волос 594

Виды вторичных волос 595

Мозговое вещество волоса 596



Корковое вещество волоса 597

Кутикула волоса 597

Внутреннее корневое эпителиальное влагалище 597

Наружное корневое эпителиальное влагалище 597

Мышца, поднимающая волос 598

Рост волос 598

Иннервация волос 599

Функции волос 599

Ногти 599

Развитие ногтей 599

Строение ногтей 600

Иннервация ногтей 601

Функции ногтей 601

Молочные железы 601

Развитие молочных желёз 602

Строение молочных желёз 602

Строение молочных желёз женщины 602

Паренхима молочных желёз 605

Строма молочных желёз 606

Женское молоко и молозиво 606

Строение молочных желёз мужчины 607

Кровоснабжение молочных желёз, венозный и лимфатический отток 607

Кровоснабжение 607

Венозный отток 607

Лимфатический отток 608

Иннервация молочных желёз 609

Функции молочных желёз 609

ПРЕДИСЛОВИЕ К УЧЕБНИКУ

Функциональная морфология человека — это раздел биологии, изучающий внешнее и внутреннее строение организма человека, его формирование и развитие в неразрывной связи с его функционированием.

За последние несколько десятилетий благодаря интенсивному междисциплинарному исследованию и применению комплекса современных методов значительно расширились представления о нормальном строении органов человека и об аспектах их функционирования. По моему мнению, наиболее значимые достижения в области морфологических дисциплин, безусловно, должны занять свое место в учебной литературе и быть доступными для преподавателей и обучающихся.

Учебник «Функциональная морфология человека» является результатом моей многолетней работы и учитывает опыт раздельного преподавания морфологических дисциплин в высшем учебном заведении. Представленный материал обобщает научные и педагогические традиции томской морфологической школы, которые совмещаются с современными достижениями отечественной и зарубежной функциональной морфологии.

Междисциплинарный подход в изложении традиционных и современных морфологических данных о строении внутренних органов человека способствует формированию системного представления о структуре организма человека и усвоению учебного материала.

Учебник состоит из трёх томов и содержит информацию о нормальном строении внутренних органов человека.

В первом томе учебника рассмотрены развитие и морфофункциональные особенности органов кроветворной, иммунной, эндокринной, пищеварительной, дыхательной, мочевой, половой и покровной систем. Структура внутренних органов человека описана на макроскопическом, тканевом, клеточном и субклеточном уровнях, с подробным изложением их эмбриологического развития и возрастных изменений.

Второй том учебника посвящён описанию развития и строения нервной системы и системы органов чувств.

В третьем томе учебника описано формирование и строение опорно-двигательной системы и сердечно-сосудистой системы.

Учебник «Функциональная морфология человека» содержит исчерпывающую информацию для глубокого понимания современного уровня развития морфологических дисциплин. В то же время, исходя из дидактических соображений, я старался избегать чрезмерной детализации и не включать в текст дискуссионные вопросы современной морфологии.

Надеюсь, что учебник будет востребован широким кругом профессионалов и окажется полезным для студентов высших учебных заведений.

Я готов обсудить предложения по улучшению учебника. Все пожелания прошу направлять на электронную почту milto_bio@mail.ru.

И.В. Мильто

ВВЕДЕНИЕ К ПЕРВОМУ ТОМУ

В первом томе учебника «Функциональная морфология человека: висцерология» приведены сведения о развитии, макро- и микроскопической структуре внутренних органов человека в норме, которые необходимы для формирования комплексного понимания строения организма человека. Изложены современные представления о строении организма человека, но, несмотря на длительную историю и значительный прогресс в изучении организма человека, всё ещё остаются вопросы, которые необходимо изучать, и сведения, которые нужно уточнить.

В дидактических целях материал о строении организма человека изложен по системам организма и с соблюдением международной анатомической, гистологической и эмбриологической номенклатуры.

Учебник «Функциональная морфология человека: висцерология» состоит из 9 глав и содержит авторские иллюстрации, которые будут способствовать усвоению материала и могут быть использованы для преподавания морфологических дисциплин. В методических целях иллюстрации представлены рисунками, которые выполнены с большой детализацией, снимающей многие вопросы о строении и функционировании внутренних органов человека.

Учебник «Функциональная морфология человека: висцерология» позволит читателю познакомиться не только с основами строения организма человека в норме, но и с особенностями строения, а также приобщиться к современному состоянию проблем в области функциональной морфологии человека.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АДФ	аденозиндифосфат
АТФ	аденозинтрифосфат
АТФаза	аденозинтрифосфатаза
ГАМК	гамма-аминомасляная кислота
ДНК	дезоксирибонуклеиновая кислота
ДОФА	диоксифенилаланин
ИЛ	интерлейкин
мРНК	матричная рибонуклеиновая кислота
РНК	рибонуклеиновая кислота
ФНО	фактор некроза опухолей
ЭПС	эндоплазматическая сеть
APUD	Amine Precursor Uptake and Decarboxylation, поглощение предшественников аминов и их декарбоксилизация
ASIC	Acid-Sensing Ion Channel, кислоточувствительный ионный канал
ATZ-эпителий	Anal Transitional Zone epithelium, эпителий анальной переходной зоны
BALT	Bronchus-Associated Lymphoid Tissue, лимфоидная ткань, ассоциированная со слизистой оболочкой бронхов
BCR	B-Cell Receptor, В-клеточный рецептор
BSC	Bumetanid-Sensitive Cotransporter, буметанид-чувствительный котранспортёр
CALT	Conjunctival-Associated Lymphoid Tissue, лимфоидная ткань, ассоциированная с конъюнктивой
CALHM	CALcium Homeostasis Modulator, белок, модулирующий кальциевый гомеостаз
ECL-клетка	EnteroChromaffin-Like-cell, энтерохромаффиноподобная клетка (одиночная эндокринная клетка, синтезирующая гистамин)
ЕС-клетка	EnteroChromaffin-cell, энтерохромаффинная клетка (одиночная эндокринная клетка, синтезирующая серотонин)
EGF	Epidermal Growth Factor, эпидермальный фактор роста
ENaC	Epithelial Na ⁺ -Channels, эпителиальные натриевые каналы
EpCAM	Epithelial Cell Adhesion Molecule, эпителиальная молекула клеточной адгезии
FAS	FS7-Associated cell Surface antigen, FS7-ассоциированный поверхностный антиген
GALT	Gut-Associated Lymphoid Tissue, лимфоидная ткань, ассоциированная со слизистой оболочкой пищеварительного канала
GLUT	GLUcose Transporter, транспортёр глюкозы
GPCR	G-Protein-Coupled Receptor, рецептор, ассоциированный с G-белком
HGF	Hepatocyte Growth Factor, фактор роста гепатоцитов
ICAM	InterCellular Adhesion Molecule, молекула межклеточной адгезии
IFN	InterFeroN, интерферон



Ig	Immunoglobulin, иммуноглобулин
IGF	Insulin-like Growth Factor, инсулиноподобный фактор роста
IRK	Inwardly Rectifying K ⁺ -channel, K ⁺ -каналы внутреннего выпрямления
LALT	Larynx-Associated Lymphoid Tissue, лимфоидная ткань, ассоциированная со слизистой оболочкой гортани
LGR	Leucine-rich repeat-containing G protein-coupled Receptor, рецептор, ассоциированный с G-белком, содержащим обогащённые лейцином повторы
LINC	Linker of Nucleoskeleton and Cytoskeleton, линкер нуклеоскелета и цитоскелета
MALT	Mucosa-Associated Lymphoid Tissue, лимфоидная ткань, ассоциированная со слизистыми оболочками органов дыхательной, пищеварительной, мочевой и половой систем
MHC	Major Histocompatibility Complex, главный комплекс тканевой совместимости
NALT	Nose-Associated Lymphoid Tissue, лимфоидная ткань, ассоциированная со слизистой оболочкой полости носа
NCAM	Neural Cell Adhesion Molecule, нейральная молекула клеточной адгезии
NK	Natural Killer, натуральные киллеры
NKT-лимфоцит	Natural Killer-T-lymphocyte, лимфоцит, сочетающий признаки NK-лимфоцитов и T-лимфоцитов
PAWP	PostAcrosomal sheath WW domain-binding Protein, белок постакросомальной части перинуклеарной теки, связывающий WW-домен
PKD	Polycystic Kidney Disease, поликистозная болезнь почек
PP-клетка	Pancreatic Polypeptide cell, одиночная эндокринная клетка, синтезирующая панкреатический полипептид
RAB	RAt sarcoma-related protein in Brain, белок головного мозга крысы, ассоциированный с саркомой
ROMK-канал	Renal Outer Medullary K ⁺ -channel, K ⁺ -канал наружного мозгового вещества почки
SALT	Skin-Associated Lymphoid Tissue, лимфоидная ткань, ассоциированная с кожей
SDF	Stromal cell-Derived Factor, фактор, полученный из стромальных клеток
SGLT	Sodium-Glucose Linked Transporter, транспортный белок Na ⁺ /глюкоза
TCR	T-Cell Receptor, T-клеточный рецептор
TGF	Transforming Growth Factor, трансформирующий фактор роста
TR	Taste Receptors, вкусовые рецепторы
TRPA	Transient Receptor Potential (Ankyrin), анкириновые каналы переменного рецепторного потенциала
TRPV	Transient Receptor Potential (Vanilloid), ваниллоидные каналы переменного рецепторного потенциала
TSC	Thiazid-Sensitive Cotransporter, тиазид-чувствительный котранспортёр
UT2	Urea Transporter 2, транспортёр мочевины 2
UTALT	Urinary Tract-Associated Lymphoid Tissue, лимфоидная ткань, ассоциированная со слизистой оболочкой органов мочевой системы
VALT	Vaginal-Associated Lymphoid Tissue, лимфоидная ткань, ассоциированная со слизистой оболочкой влагалища
VMAT	Vesicular MonoAmine Transporter, везикулярный транспортёр моноаминов
ZP	Zona Pellucida, прозрачная оболочка