

Э.М. Нейматов

**ПРИКЛАДНАЯ
БИОМЕХАНИКА
в спортивной медицине
и остеопатии**

2-е издание



Медицинское информационное агентство
Москва
2025

УДК 616.7:615.828
ББК 750+53.54
Н46

Автор:

Нейматов Эдуард Металович — доктор медицинских наук, профессор кафедры нелекарственных методов лечения и клинической физиологии Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова, врач высшей квалификационной категории, доктор остеопатии Европы, академик Российской академии медико-технических наук, автор физкультурно-оздоровительной системы METAVITONICA

Автор выражает большую благодарность тем, кто принял участие в создании этого труда, друзьям и коллегам за привнесенный вклад и ценные замечания.

Особая благодарность Некрасовой Наталье Юрьевне, врачу-педиатру, остеопату, специалисту по телесно-ориентированной практике физкультурно-оздоровительного направления METAVITONICA.

Нейматов, Э.М.

Н46 Прикладная биомеханика в спортивной медицине и остеопатии / Э.М. Нейматов. — 2-е изд. — Москва : ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2025. — 448 с. : ил.

ISBN 978-5-9986-0548-2

Биомеханика — наука о законах механического движения в живых системах. Задачей книги является раскрытие природы человеческого тела и его механизмов как в подвижности, так и стабильности с подробным разбором суставной структуры и мышечной функции. Основным в данном издании является раздел биомеханики, в котором тело рассматривается как система костных рычагов. Через изучение биомеханики возможно осмыслить физические принципы, управляющие телом, и силы, действующие на него, что поможет приблизиться к пониманию структуры и функции отдельных его компонентов.

Для остеопатов и врачей любых специальностей, интересующихся биомеханикой и взаимосвязями структуры и функции: ортопедов, травматологов, мануальных терапевтов, остеопатов, неврологов, врачей спортивной медицины и специалистов по физической реабилитации, а также для всех тех, кто интересуется телесно-ориентированными практиками.

УДК 616.7:615.828
ББК 750+53.54

ISBN 978-5-9986-0548-2

© Нейматов Э.М., 2025
© Оформление. ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2025

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой-либо форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	8
Введение	10
История развития биомеханики	10
Биомеханика опорно-двигательного аппарата	11
Кинематические соединения скелета человека	14
Грудная клетка	14
Скелет конечностей человека	15
Кинематика опорно-двигательного аппарата	18
ГЛАВА 1. ПОЗВОНОЧНИК	21
1.1. Общее строение и функции	21
1.1.1. Строение	21
Фиброзное кольцо	29
1.1.2. Функции	38
1.2. Региональное строение и функции	46
1.2.1. Строение шейного отдела	46
Типичные шейные позвонки	46
Атлanto-осевой комплекс	48
1.2.2. Функции шейного отдела	51
1.2.3. Строение грудного отдела	56
Типичный грудной позвонок	57
1.2.4. Функции грудного отдела	58
1.2.5. Строение поясничного отдела	59
Типичный поясничный позвонок	59
Связки и фасции	61
1.2.6. Функции поясничного отдела	64
1.2.7. Строение крестцового отдела	68
Связки	71
1.2.8. Функции крестцового отдела	73

1.3.	Мышцы позвоночника	75
1.3.1.	Сгибатели	75
1.3.2.	Ротаторы и боковые сгибатели	76
1.3.3.	Разгибатели	78
1.3.4.	Роль сгибателей и разгибателей при подъеме тяжестей	82
1.3.5.	Мышцы тазового дна	86
1.4.	Общие эффекты старения и травм	87
1.4.1.	Старение	88
1.4.2.	Травма	89
1.4.3.	Модель для определения последствий повреждений	90
	Заключение	92
	Приложение	93
ГЛАВА 2. ГРУДНАЯ КЛЕТКА И ГРУДНАЯ СТЕНКА		99
2.1.	Общая структура и функции	99
2.2.	Грудная клетка	100
2.2.1.	Сочленения грудной клетки	100
2.2.2.	Кинематика ребер и грудины	104
2.3.	Мышцы, связанные с грудной клеткой	106
2.3.1.	Основные дыхательные мышцы	107
2.3.2.	Вспомогательные дыхательные мышцы	111
2.4.	Координация и интеграция дыхательных движений	114
2.4.1.	Нормальная последовательность движений стенки грудной клетки во время дыхания	114
2.5.	Возрастные особенности структуры и функции	115
2.5.1.	Особенности неонатального периода	115
2.5.2.	Особенности пожилого возраста	115
2.5.3.	Беременность	116
2.5.4.	Сколиоз	117
2.5.5.	Хронические обструктивные заболевания легких	117
	Заключение	119
ГЛАВА 3. ПЛЕЧЕВОЙ КОМПЛЕКС		120
3.1.	Компоненты плечевого комплекса	120
3.1.1.	Лопаточно-грудной комплекс	121
3.1.2.	Грудино-ключичный сустав	124
3.1.3.	Акромиально-ключичный сустав	128
3.1.4.	Плечевой сустав	133
	Движения в плечевом суставе	139
3.2.	Интегральная функция плечевого комплекса	149
3.2.1.	Участие лопаточно-грудного и плечевого суставов	149
3.2.2.	Участие грудино-ключичного и акромиально-ключичного сочленений	150
3.2.3.	Структурная дисфункция	154
3.2.4.	Мышцы-леваторы	154
3.2.5.	Мышцы-депрессоры	160
	Заключение	162

ГЛАВА 4. ЛОКТЕВОЙ КОМПЛЕКС	163
4.1. Структура: локтевой сустав (плечелоктевое и плечелучевое соединения)	164
4.1.1. Суставные поверхности на плечевой кости	164
4.1.2. Суставные поверхности лучевой и локтевой костей	165
4.2. Функции: локтевой сустав (плечелоктевое и плечелучевое сочленения) ...	173
4.2.1. Оси движения	173
4.2.2. Амплитуда движения	175
4.2.3. Действие мышц	176
4.3. Структура: верхний и нижний лучелоктевые суставы	180
4.3.1. Верхний лучелоктевой сустав	180
4.3.2. Нижний лучелоктевой сустав	180
4.3.3. Лучелоктевое сочленение	183
4.3.4. Связки	184
4.3.5. Мышцы	186
4.4. Функции: лучелоктевые суставы	186
4.4.1. Оси движения	186
4.4.2. Амплитуда движения	187
4.4.3. Действие мышц	187
4.4.4. Стабильность	189
4.5. Подвижность и стабильность: локтевой комплекс	191
4.5.1. Функциональная активность	191
4.5.2. Связь с кистью и запястьем	192
4.5.3. Взаимосвязь с головой, шеей и плечом	193
4.6. Эффекты иммобилизации и травмы	193
4.6.1. Компрессионная травма	194
4.6.2. Травма растяжения	195
4.6.3. Травма варуса/вальгуса	196
4.6.4. Перегрузка и другие повреждения	196
Заключение	199
ГЛАВА 5. КОМПЛЕКСЫ ЗАПЯСТЬЯ И КИСТИ	200
5.1. Комплекс запястья	200
5.1.1. Структурные компоненты комплекса запястья	201
5.1.2. Функции комплекса запястья	208
5.2. Комплекс кисти	218
5.2.1. Строение пальцев	218
5.2.2. Мускулатура пальцев	226
5.2.3. Структура большого пальца	246
5.2.4. Мускулатура большого пальца	249
5.3. Хватание	253
5.3.1. Силовой хват	254
5.3.2. Тонкое управление	258
5.4. Функциональное положение запястья и кисти	261
Заключение	261

ГЛАВА 6. КОМПЛЕКС БЕДРА	263
6.1. Структура тазобедренного сустава	264
6.1.1. Проксимальная суставная поверхность	264
6.1.2. Дистальная суставная поверхность	266
6.1.3. Суставная конгруэнтность тазобедренного сустава	270
6.1.4. Капсула и связки тазобедренного сустава	271
6.2. Функции тазобедренного сустава	278
6.2.1. Артрокинематика	278
6.2.2. Osteокинематика	279
6.2.3. Координированные движения бедренной кости, таза и поясничного отдела позвоночника	284
6.2.4. Мускулатура тазобедренного сустава	289
6.2.5. Функции мышц в положении стоя	298
6.3. Патология тазобедренного сустава	308
6.3.1. Артроз	309
6.3.2. Перелом	310
6.3.3. Костные аномалии бедренной кости	311
Заключение	314
ГЛАВА 7. КОМПЛЕКС КОЛЕННОГО СУСТАВА	315
7.1. Строение тибioфemорального сустава	316
7.1.1. Суставная поверхность бедренной кости	316
7.1.2. Суставная поверхность большой берцовой кости	317
7.1.3. Капсула коленного сустава	324
7.1.4. Связки коленного сустава	328
7.1.5. Сумки коленного сустава	337
7.2. Функции коленного сустава	339
7.2.1. Движения в коленном суставе	339
Сгибание/разгибание в osteокинематике	340
Сгибание/разгибание в артрокинематике	342
7.2.2. Мышцы	347
7.2.3. Стабилизация	357
7.3. Надколенно-бедренный сустав	360
7.3.1. Конгруэнтность надколенно-бедренного сустава	363
7.3.2. Силы реакции взаимодействия надколенно-бедренного сустава	364
7.3.3. Медиальная и латеральная стабильность надколенно-бедренного сустава	366
7.4. Эффекты травм и заболеваний	371
7.4.1. Травмы коленного сустава	371
7.4.2. Травмы надколенно-бедренного сустава	373
Заключение	374
ГЛАВА 8. КОМПЛЕКС ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА И СТОПЫ	376
8.1. Голеностопный сустав	377
8.1.1. Структура голеностопного сустава	378
8.1.2. Функции голеностопного сустава	383

8.2.	Подтаранный сустав	387
8.2.1.	Структура подтаранного сустава	388
8.2.2.	Функции подтаранного сустава	389
8.3.	Таранно-пяточно-ладьевидный сустав	398
8.3.1.	Строение ТПЛ сустава	398
8.3.2.	Функция ТПЛ сустава	400
8.4.	Поперечный предплюсневый сустав	402
8.4.1.	Строение поперечного предплюсневое сустава	403
8.4.2.	Функция поперечного предплюсневое сустава	403
8.5.	Предплюсне-плюсневые суставы	407
8.5.1.	Строение предплюсне-плюсневых суставов	407
8.5.2.	Функции предплюсне-плюсневых суставов	408
8.6.	Плюснефаланговые суставы	411
8.6.1.	Строение плюснефалангового сустава	411
8.6.2.	Функция плюснефалангового сустава	413
8.7.	Межфаланговые суставы	416
8.7.1.	Структура	417
8.7.2.	Функция	420
8.8.	Мышцы голеностопного сустава и стопы	422
8.8.1.	Наружная мускулатура	423
8.8.2.	Внутренняя мускулатура	427
8.9.	Отклонения от нормальной структуры и функции	428
8.9.1.	Плоскостопие	428
8.9.2.	Супинация стопы	429
	Заключение	430
ГЛАВА 9. ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОЙ СУСТАВ		431
9.1.	Структура	432
9.1.1.	Суставные поверхности	432
9.1.2.	Суставной диск	434
9.1.3.	Капсула и связки	435
9.1.4.	Суставное соединение	436
9.1.5.	Движения нижней челюсти	437
9.2.	Функции	440
9.2.1.	Контроль диска	440
9.2.2.	Мышечный контроль ВНЧС	441
9.2.3.	Связи с шейным отделом позвоночника	443
9.2.4.	Расположение зубов	443
9.3.	Дисфункции	444
9.3.1.	Реципрокный щелчок	444
9.3.2.	Остеоартрит	445
	Заключение	445