

КРАТКОЕ ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений и условных обозначений	24
Введение	25
Глава 1. Физическая активность и здоровье	26
1.1. Физическая активность, здоровье и хронические болезни	27
1.2. Сердечно-сосудистые заболевания	39
1.2.1. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний	39
1.2.2. Физическая нагрузка и ишемическая болезнь сердца	40
1.3. Артериальная гипертензия	40
1.4. Физические нагрузки и липидный профиль	41
1.5. Сахарный диабет	42
1.6. Избыточная масса тела и ожирение	43
1.7. Метаболический синдром	44
1.8. Рак	45
1.9. Патология опорно-двигательной системы	46
1.10. Старение	47
1.11. Когнитивная дисфункция	48
1.12. Лечебная физкультура	49
Список литературы	51
Глава 2. Базисные представления о физической активности, ориентированной на здоровье	58
2.1. Определение физического фитнеса, связанного со здоровьем	58
2.1.1. Компоненты физического фитнеса, связанного со здоровьем	60
2.2. Важность измерения параметров физического фитнеса, связанного со здоровьем	62
2.2.1. Связь физического фитнеса со здоровьем	62
2.2.2. Связь физического фитнеса с функцией органов и систем организма	64
2.3. Энергосистемы организма и физическая активность	66
2.3.1. Фосфагенная энергетическая система	66
2.3.2. Лактацидная (гликолитическая) система	67
2.3.3. Кислородная (окислительная) система	68
2.3.4. Практические выводы	68
2.3.5. Энергообмен во время физической активности	70
Глава 3. Обследование перед выбором программы физической активности	73
3.1. Предварительная оценка состояния здоровья по опросникам	73
3.1.1. Опросники и скрининг-формы	76
3.2. Медицинское обследование состояния здоровья до проведения функциональных тестов	84

3.2.1. Медицинский опросник	85
3.3. Абсолютные и относительные противопоказания к проведению тестов с физической нагрузкой	89
3.3.1. Симптомы болезнью, медицинское обследование и оценка рисков сердечно-сосудистых заболеваний	89
3.3.2. Анализ факторов риска ишемической болезни сердца	93
3.3.3. Оценка образа жизни	94
3.3.4. Информированное согласие	102
3.4. Клинические исследования	104
3.4.1. Общее обследование	104
3.4.2. Тесты с дозированной физической нагрузкой	105
Резюме	106
Глава 4. Принципы подбора индивидуальной программы физических упражнений	108
4.1. Оценка физического фитнеса	108
4.1.1. Составляющие физического фитнеса	108
4.1.2. Цели тестирования физического фитнеса	109
4.1.3. Порядок и условия проведения тестов	109
4.2. Основные принципы разработки программы тренировок	110
4.2.1. Правила формирования программы тренировок	110
4.2.2. Основные элементы программ тренировок	112
4.2.3. Стадии прогресса в программе тренировок	116
4.3. Приверженность к тренировкам	117
4.4. Приложения и гаджеты в дополнительной мотивации к регулярным тренировкам	118
4.4.1. Шагомеры в мотивации к регулярным тренировкам	119
4.4.2. Акселерометры против шагомеров	120
4.4.3. Частота сердечных сокращений во время выполнения упражнений	120
4.4.4. Технология спутниковой навигационной системы	120
4.4.5. Активные видеоигры	121
4.4.6. Типы активных видеоигр	121
4.4.7. Активные видеоигры и здоровье	122
4.4.8. Включение активной видеоигры Wii Fit в программу тренировок	122
4.4.9. Виртуальная реальность и физическая активность	123
4.4.10. Убеждающие технологии в программах физической активности	123
4.4.11. Социальные сети и физическая активность	124
Резюме	124
Список литературы	125

Глава 5. Методы оценки кардиореспираторного фитнеса	128
5.1. Термины и определения	128
5.2. Тесты с возрастающей нагрузкой: руководящие принципы и процедуры	128
5.2.1. Общие рекомендации по тестам с физической нагрузкой	129
5.2.2. Общие процедуры тестирования на кардиореспираторный фитнес	130
5.3. Тесты с максимальной физической нагрузкой	131
5.3.1. Тесты с максимальной нагрузкой на беговой дорожке	133
5.3.2. Тесты с максимальной нагрузкой на велозгерометре	145
5.3.3. Степ-тест с максимальной нагрузкой	149
5.3.4. Степ-тест с максимальной нагрузкой на горизонтальном степ-тренажере	151
5.4. Тесты с субмаксимальной физической нагрузкой	152
5.4.1. Условия проведения тестов с субмаксимальной нагрузкой	152
5.4.2. Тесты с субмаксимальной физической нагрузкой на беговой дорожке	153
5.4.3. Тесты на велотренажере с субмаксимальной нагрузкой	156
5.4.4. Степ-тесты с субмаксимальной нагрузкой	163
5.4.5. Другие тесты с субмаксимальной нагрузкой	167
5.5. Полевые тесты для оценки кардиореспираторного фитнеса	169
5.5.1. Тесты на преодоление дистанции	170
5.5.2. Степ-тесты	172
5.5.3. Другие полевые тесты	175
5.6. Оценка кардиореспираторного фитнеса у пожилых	176
5.6.1. Степ-тест «В собственном ритме» (Petrella et al., 2001)	177
5.6.2. Тест с шестиминутной ходьбой	178
5.6.3. Тест с двухминутной ходьбой	179
Резюме	181
Список литературы	182
Глава 6. Дизайн программ кардиореспираторного фитнеса	187
6.1. Разработка плана аэробной тренировки	187
6.1.1. Элементы кардиореспираторной тренировки	187
6.1.2. Типы (режимы) упражнений	188
6.1.3. Интенсивность упражнений	191
6.1.4. Частота аэробных тренировок	198
6.1.5. Продолжительность тренировок	199
6.1.6. Объем тренировок	200
6.1.7. Повышение интенсивности тренировок	201
6.1.8. Этапы повышения объема аэробных тренировок	202

6.2. Методы и режимы аэробной тренировки	204
6.2.1. Непрерывные тренировки	204
6.2.2. Тренировки с перерывами	207
Резюме	209
Список литературы	210
Глава 7. Тестирование мышечного фитнеса	212
7.1. Терминология	212
7.2. Тестирование мышечной силы и выносливости	216
7.2.1. Изометрическое мышечное тестирование с использованием динамометров	217
7.2.2. Изометрическое тестирование мышц с применением цифровой кистевой динамометрии	219
7.2.3. Динамическое тестирование мышц с использованием режимов постоянного и переменного сопротивления	222
7.2.4. Динамическое изокинетическое тестирование мышц	232
7.2.5. Калистеническое тестирование мышечной силы и выносливости	232
7.3. Тестирование мощности мышц	237
7.3.1. Прыжки вверх	237
7.3.2. Прыжок в длину с места	240
7.4. Источники погрешности измерений при тестировании мышечного фитнеса	241
7.4.1. Индивидуальные особенности испытуемого	241
7.4.2. Оборудование	241
7.4.3. Квалификация персонала	242
7.4.4. Влияние окружающей среды	242
7.5. Другие тестируемые факторы мышечного фитнеса	243
7.5.1. Косвенная оценка одноповторного максимума у пациента	243
7.5.2. Оценка мышечного баланса	245
7.5.3. Оценка мышечной выносливости в однократном тесте	246
7.5.4. Абсолютные и относительные показатели в оценке мышечной силы	247
7.5.5. Взаимосвязь мышечной силы и выносливости	247
7.5.6. Надежные нормы для классификации различных групп населения по уровню мышечной выносливости	247
7.6. Тестирование мышечного фитнеса у пожилых	248
7.6.1. Тестирование мышечной силы у пожилых	248
7.6.2. Тестирование общей физической формы у пожилых	248
7.6.3. Тридцатисекундный тест на сгибание руки	250
7.6.4. Тридцатисекундный тест на подъем со стула	251
7.6.5. Тест на мощность нижней части тела	253

7.7. Тестирование мышечного фитнеса у детей	254
Резюме	255
Список литературы	256
Глава 8. Составление программ силовых упражнений	260
8.1. Типы силовых упражнений	260
8.1.1. Изометрические упражнения	261
8.1.2. Динамические силовые упражнения	266
8.1.3. Устойчивость корпуса и функциональная тренировка	295
8.1.4. Программы экстремальных тренировок	300
8.1.5. Изокинетическая тренировка	301
8.2. Составление программ силовых упражнений	303
8.2.1. Применение принципов тренировки к силовому упражнению	304
8.2.2. Общие принципы составления программ силовых упражнений и примеры	305
8.2.3. Составление программ силовых упражнений для детей	314
8.2.4. Составление программ силовых упражнений для пожилых	316
8.3. Частные вопросы по силовым тренировкам	318
8.3.1. Составление программы	318
8.3.2. Индивидуализация тренировки	324
8.4. Эффекты силовых тренировок	329
8.4.1. Влияние силовых тренировок на морфологию скелетно-мышечной системы	329
8.4.2. Биохимические эффекты от силовых тренировок	332
8.4.3. Неврологические эффекты от силовых тренировок	333
8.5. Боли в мышцах	335
8.5.1. Причины отложенной болезненности мышц	335
8.5.2. Профилактика повреждения мышц и болей в мышцах, обусловленных физической нагрузкой	335
Резюме	337
Список литературы	338
Глава 9. Оценка состава тела	350
9.1. Классификация нарушений состава тела и методы их оценки	350
9.2. Представления о составе тела	351
9.3. Эталонные методы оценки состава тела	352
9.3.1. Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия	352
9.3.2. Оценка состава тела с помощью трехмерного сканирования поверхности тела	353
9.4. Амбулаторные методы оценки состава тела	353

9.4.1. Измерение толщины кожной складки	353
9.4.2. Метод биоэлектрического сопротивления	365
9.4.3. Другие антропометрические методы	365
Резюме	379
Список литературы	380
Глава 10. Оценка гибкости	385
10.1. Базисные представления о гибкости	385
10.1.1. Определения и характер гибкости	385
10.1.2. Факторы, влияющие на гибкость	390
10.2. Оценка гибкости	392
10.2.1. Прямые методы измерения статической подвижности суставов	392
10.2.2. Косвенные методы измерения статической гибкости	404
10.2.3. Тесты на стабильность поясничного отдела позвоночника	412
10.3. Тестирование гибкости у пожилых людей	412
10.3.1. Тест с наклоном вперед в положении сидя на стуле	412
10.3.2. Тест на определение максимально достигаемой рукой точки на спине	415
Резюме	417
Список литературы	417
Глава 11. Разработка программ тренировки гибкости	421
11.1. Принципы тренировок на гибкость	422
11.2. Растяжка (стретчинг)	422
11.2.1. Стретчинг и объем движений	423
11.2.2. Проприоцептивное нервно-мышечное облегчение	424
11.2.3. Безопасность медленного статического стретчинга в сравнении с баллистическим	431
11.2.4. Развитие гибкости при статическом стретчинге с постоянным углом и постоянным скручиванием	432
11.2.5. Физиологические механизмы, лежащие в основе гибкости при активном и пассивном стретчинге	432
11.2.6. Рекомендуемая продолжительность и интенсивность этапа статического сокращения во время ПНО-стретчинга для максимизации долгосрочного увеличения объема движений	433
11.3. Разработка программ тренировки гибкости	434
11.3.1. Число упражнений в тренировке на гибкость	434
11.3.2. Ранжирование безопасности упражнений на стретчинг	435
11.3.3. Безопасная интенсивность для упражнений на стретчинг	435

11.3.4. Продолжительность стретчинга	439
11.3.5. Количество повторений	439
11.3.6. Частота тренировок на развитие гибкости	439
11.3.7. Стретчинг в качестве профилактики спортивной травмы	440
11.3.8. Статический стретчинг с вибрацией	440
11.3.9. Стретчинг у пожилых	440
11.4. Разработка программ упражнений для поясничной области ...	441
11.4.1. Традиционный подход	441
11.4.2. Пример программы тренировки гибкости	441
11.4.3. Альтернативный подход	445
11.4.4. Тестирование и тренировка стабильности торса для снижения болей в пояснице	451
11.4.5. Пилатес для снижения боли в пояснице	453
Резюме	454
Список литературы	455
Глава 12. Методы исследования баланса тела и улучшающие его упражнения	459
12.1. Определение и представления о равновесии тела	460
12.2. Факторы, влияющие на равновесие и риск падения	461
12.3. Оценка чувства равновесия	462
12.3.1. Косвенная оценка статического равновесия	463
12.3.2. Косвенная оценка динамического равновесия	466
12.4. Разработка программ тренировки равновесия	473
12.4.1. Программы, направленные на тренировку равновесия ...	473
12.4.2. Эталонные программы тренировки равновесия	477
12.5. Примеры простых упражнений на тренировку баланса	483
12.5.1. Экспресс-проверка на способность поддерживать баланс тела	483
12.5.2. Практиковаться стоять на одной ноге	484
12.5.3. Примеры упражнений на баланс	485
Резюме	488
Список литературы	489
Предметный указатель	492

ОЦЕНКА ГИБКОСТИ

Гибкость — способность человека выполнять упражнения с большой амплитудой. Это абсолютный диапазон движения в суставе или ряде суставов, который достигается в мгновенном усилии. Гибкость является важным, но часто игнорируемым компонентом оздоровительного фитнеса. Достаточный уровень гибкости необходим для поддержания функциональной независимости и осуществления повседневной деятельности, такой, например, как наклон, чтобы поднять газету или выбраться с заднего сиденья двухдверного автомобиля. К настоящему времени тесты на гибкость включены в большинство программ оздоровительного фитнеса, и препятствовало этому процессу заблуждение, что упражнения на гибкость повышают риск травмирования опорно-двигательного аппарата и, в частности, области нижнего отдела позвоночника (радикулопатии и т.п.).

10.1. БАЗИСНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ГИБКОСТИ

10.1.1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ХАРАКТЕР ГИБКОСТИ

Гибкость определяется как способность выполнять движения с большой амплитудой, и под ней также понимают амплитуду подвижности частей тела относительно друг друга. Термин «гибкость» более подходит к характеристике общей подвижности в суставах всего тела. Применительно к отдельным суставам используется преимущественно термин «подвижность».

Динамическая (кинетическая) гибкость — способность выполнять динамические (кинетические) движения, в которых под действием мышц сустав совершает полный ОД.

Статическая гибкость подразделяется на два следующих типа.

- *Статико-активная гибкость (активная гибкость)* — способность совершать предельные ОД и поддерживать предельные позиции, в которых сокращение наблюдается только в мышцах-агонистах и синергистах, в то время как антагонисты находятся в состоянии

стретчинга. Например, подъем ноги и удерживание ее в высокой позиции без какой-либо внешней поддержки (силой собственных мышц).

- *Статико-пассивная гибкость (пассивная гибкость)* — способность совершать предельные ОД и затем поддерживать предельные позиции только с помощью своей МТ или поддержки конечностями или вспомогательными средствами (такими как стул или стойка). Следует подчеркнуть, что способность удерживать предельную позицию не связана в этом случае только с мышечными усилиями, как это характерно для статико-активной гибкости. Выполнение растяжки (рис. 10.1) является типичным примером статико-пассивной гибкости.



Рис. 10.1 (из Интернета). Растяжка как пример статико-пассивной гибкости

Таким образом, динамическая гибкость проявляется в движениях, а статическая — в позах. Такая классификация позволяет определить, как гибкость, приобретенная с помощью статических упражнений, будет проявляться в динамических. Основным критерием оценки гибкости является *амплитуда* движений.

Установлено, что активная гибкость более тесно связана с уровнем спортивных достижений, чем пассивная. Активную гибкость труднее развивать, чем пассивную (именно последнюю большинство людей считают показателем гибкости), так как успех в активной гибкости требует хорошо развитой мышечной силы.

Основными методами оценки гибкости служат простейшие упражнения — тесты. Приведем некоторые из них.

1. *Подвижность позвоночного столба.* Определяется по степени наклона туловища вперед.

2. *Подвижность в плечевом суставе.* Выполняется выкрут в плечевых суставах. Подвижность плечевого сустава оценивают по расстоянию между кистями рук при выкруте: чем меньше расстояние, тем выше гибкость этого сустава, и наоборот.
3. *Подвижность в тазобедренном суставе.* Выполняется сед на шпагат. Уровень подвижности в данном суставе оценивают по расстоянию от пола до копчика — чем меньше расстояние, тем выше уровень гибкости, и наоборот. Для определения гибкости этого сустава также применяют сгибание, разгибание или отведение прямой ноги выше горизонтали. Упражнения удобно выполнять возле гимнастической стенки.
4. *Подвижность в коленных и голеностопных суставах.* Выполняется приседание с вытянутыми вперед руками. О высокой подвижности в данных суставах свидетельствует полное приседание.

ОД — очень специфичный показатель функционирования сустава, зависит от его морфологической составляющей, в частности геометрии сустава, суставной капсулы, связок, сухожилий и мышц, охватывающих сустав. Структура сустава определяет плоскости движения и ограничивает ОД в определенном суставе (табл. 10.1).

Таблица 10.1

Классификация суставов по структуре и функциям

Тип сустава	Ось вращения	Движения	Примеры
Малоподвижные сочленения	Неосевой	Плавное, скользящее, вращательное	Межзапястный, межплюсневой, предплюсне-плюсневой
Шарнирный	Одноосный	Сгибание, растяжение	Коленный, локтевой, голеностопный, межфаланговый
Цилиндрический	Одноосный	Медиальное и боковое вращение	Проксимальный лучелоктевой, атлантоаксиальный
Мыщелковый и седловидный	Двухосный	Сгибание, растяжение, отведение, приведение, циркумдукция	Лучезапястный, атлантозатылочный, пястно-фаланговый, пястно-запястный
Шаровидный	Трехосный	Сгибание, растяжение, отведение, приведение, циркумдукция, вращение	Бедро, плечо

Функция сустава определяется количеством осей, вокруг которых совершаются движения в суставе, а количество осей зависит от формы его сочленяющихся поверхностей. Таким образом, суставы подразделяются по форме и функции.

1. Одноосные суставы.

- Цилиндрический сустав (*art. trochoidea*) — движение вокруг одной вертикальной оси, ротация. В цилиндрическом суставе направляющие связки располагаются перпендикулярно вертикальной оси вращения.
- Блоковидный сустав (*ginglymus*) — движение вокруг фронтальной оси, сгибание—разгибание. В блоковидном суставе связки располагаются перпендикулярно фронтальной оси и по ее бокам.

2. Двухосные суставы.

- Эллипсоидный сустав (*art. ellipsoidea*) — движения вокруг двух горизонтальных осей, перпендикулярных друг другу. Вокруг фронтальной оси — сгибание—разгибание, вокруг сагиттальной — отведение—приведение. Сочленяющиеся поверхности представляют собой отрезки эллипса. Связки в таких суставах располагаются перпендикулярно осям вращения на их концах.
- Мышечковый сустав (*art. condylaris*) совмещает в себе качества блоковидного и эллипсоидного суставов. От блоковидного он отличается тем, что имеется большая разница в величине и форме сочленяющихся поверхностей и возможны движения вокруг двух осей. От эллипсоидного сустава отличается числом суставных головок. Основная ось вращения сустава — фронтальная.
- Седловидный сустав (*art. sellaris*) обеспечивает движение вокруг осей, аналогичных таковым в эллипсоидном суставе, при этом суставные поверхности имеют седловидную форму.
- В двухосных суставах возможно круговое движение (*circumductio*).

3. Многоосные суставы.

- Шаровидный сустав (*art. spheroidea*) образован шаровидной с одной стороны и вогнутой с другой стороны суставными поверхностями. В таком суставе различают три главные оси, перпендикулярные друг другу и пересекающиеся в центре головки, относительно которых осуществляется движение: вокруг фронтальной производится сгибание, вокруг сагиттальной — отведение—приведение, вокруг вертикальной — пронация—супинация. При переходе с одной оси на другую получается круговое движение. Самый свободный из суставов. Разновидность шаровидного сочленения — чашеобразный сустав (*art. cotylica*).

Его суставная впадина более глубокая и охватывает большую часть головки.

- Плоские суставы (*art. plana*) имеют почти плоские суставные поверхности. Движения совершаются вокруг всех трех осей. Связки располагаются со всех сторон сустава.

4. Различают также малоподвижные сочленения — тугие суставы, или амфиартрозы. Они имеют туго натянутую суставную капсулу и очень крепкий вспомогательный аппарат. Движения в таких суставах имеют скользкий характер.

Плотность структур мягких тканей, таких как мышцы, сухожилия и связки, является основным ограничением как статической, так и динамической гибкости. Johns и Wright (1962) определили относительное влияние мягких тканей на общее сопротивление, возникающее во время движения в суставе:

- суставная капсула — 47%;
- мышца и ее фасция — 41%;
- сухожилия и связки — 10%;
- кожа — 2%.

Суставная капсула и связки состоят преимущественно из коллагена, неэластичной соединительной ткани. Однако мышца и ее фасция имеют эластичную соединительную ткань, поэтому они являются наиболее важными структурами с точки зрения снижения сопротивления движению и повышения динамической гибкости.

Напряжение внутри мышечно-сухожильного блока влияет как на статическую (ОД), так и на динамическую гибкость (ригидность или сопротивление движению). Натяжение внутри этого блока связано с *вязкоупругостью* (свойство быть и вязким, и упругим при деформации) соединительных тканей, а также со степенью мышечного сокращения в результате рефлекса на растяжение [37]. Люди с меньшей гибкостью и более плотными мышцами и сухожилиями имеют повышенную сократительную реакцию во время упражнений на растяжение и большую сопротивляемость к растяжению. *Упругая деформация* мышечно-сухожильного блока во время растяжения пропорциональна прилагаемой нагрузке или напряжению, в то время как *вязкая деформация* пропорциональна скорости, с которой прилагается напряжение. Когда мышца и сухожилие растягиваются и удерживаются на фиксированной длине (например, во время *статического растяжения*), напряжение внутри блока, или растягивающее напряжение, со временем снижается [37]. Это явление называется *релаксацией напряжения*. Одно статическое растяжение, продолжающееся в течение 90 с, приводит к 30% увеличе-

нию вязкоупругой релаксации и снижает ригидность мышц до первого часа [31].

Исследования, посвященные изучению вязкоупругих эффектов растяжения, ясно показали, что увеличение суставного ОД связано со снижением пассивного сопротивления растяжению [36]. Кратковременное и продолжительное воздействие статического растяжения, однако, зависит от общей длительности растяжения. Herda и соавт. (2011) [19] отметили, что тип статического растяжения влияет на ригидность мышечно-сухожильного блока; статическое растяжение с постоянным напряжением более эффективно, чем статическое растяжение с постоянным углом, при снижении ригидности мышечно-сухожильного блока. Обе формы статического растяжения тем не менее привели к похожему улучшению в ОД и аналогичному снижению силы.

10.1.2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ГИБКОСТЬ

На гибкость влияют состав тела, возраст, пол и уровень физической активности человека.

10.1.2.1. Связь гибкости и состава тела

При гипертрофированных мышцах или ожирении могут наблюдаться низкие показатели ОД, потому что соприкасающиеся части тела начинают контактировать друг с другом при встречном движении раньше, чем у людей с меньшей окружностью конечностей и туловища. Очевидно, что в этих случаях показатель ОД не отражает реальную гибкость, то есть потенциальный объем подвижности в суставе, так как при потере подкожно-жировой клетчатки или мышечной ткани ОД может вернуться к среднестатистическому. Следует заметить, что определение гибкости в более адекватном методе, чем метод оценки ОД, указывает на сохранение гибкости у культуристов, например, которые обычно регулярно выполняют упражнения на растягивание мышц.

10.1.2.2. Пожилой возраст и гибкость

У пожилых отмечается повышенная ригидность мышц и сниженная толерантность к растяжению по сравнению с более молодыми людьми [31]. Рост ригидности мышц сопровождается постепенным снижением статической гибкости [7, 14]. При этом следует заметить, что основными факторами, снижающими ОД с возрастом и, соответственно, показатели гибкости, являются поражения связочно-суставного аппарата — развитие артрозов в первую очередь. Упражнения,

направленные на тренировку гибкости, не только замедляют снижение ОД с возрастом, но и восстанавливают ее до определенной степени [16]. В связи с этим пожилым рекомендуется выполнять упражнения на растяжку, по крайней мере, 2 раза в неделю [15, 50].

10.1.2.3. Показатели гибкости у женщин и мужчин

Женщины, как правило, в любом возрасте более гибкие, чем мужчины [3, 43], что объясняется гендерными различиями в структуре таза и гормонами, которые могут влиять на свойства соединительной ткани [3]. У женщин отмечается значительно более высокий ОД для разгибания плеч, отведения и вращения наружу, а также для разгибания бедра и сгибания колена, чем у мужчин, а также у женщин гибкость подколенных сухожилий лучше, чем у мужчин, и меньше напряженность задней части плеча. Существенных гендерных различий в отношении сгибания плеч и вращения вовнутрь, сгибания бедра, вращения туловища и гибкости икроножных мышц не наблюдалось [2].

10.1.2.4. Физическая активность и гибкость

Физическая активность существенно больше влияет на гибкость, чем пол, возраст и состав тела (Harris, 1969) [27]. Недостаточная физическая активность является основной причиной низких показателей гибкости [35], и упражнения повышают гибкость [10, 11, 18]. На фоне низкой физической активности, или иммобилизации, происходит укорочение мышц (контрактуры) и связок, что ограничивает подвижность суставов.

Снижение разнообразия движений в суставах, а также мышечных группах или длительно сохраняющееся привычное положение тела (игра на музыкальном инструменте, например на скрипке) ведет к ограничению ОД из-за уплотнения и укорочения соответствующих мышц. Например, профессиональные спортсмены-бегуны или люди, которые долго сидят за столом, должны растягивать подколенные сухожилия и мышцы поясницы, чтобы противостоять процессу сокращения длины этих групп мышц, связанных с профессиональной деятельностью.

10.1.2.5. Разминка и гибкость

Несмотря на то что активные разминочные упражнения, такие как ходьба, бег трусцой и подъем по лестнице, повышают температуру мышц и снижают их ригидность, разминка сама по себе не увеличивает ОД [12, 48]. У спортсменов по тхэквондо, которые регулярно проводят

активную и пассивную разминку (согласно протоколу), не повышается ОД подошвенных сгибателей, а у тех, кто выполняет специальные упражнения на статическую растяжку, — повышается [42]. Активная разминка в сочетании со статическим или динамическим растяжением более эффективна, чем одно только растяжение, в плане увеличения длины мышц подколенного сухожилия [12], улучшения ОД [40, 44, 48], а также снижения пассивного сопротивления [32].

10.1.2.6. Развитие повышенной гибкости

Чрезмерный упор в регулярных тренировках на упражнения по повышению гибкости и растяжению групп мышц может привести к гипермобильности или увеличению ОД суставов сверх нормальных и приемлемых значений. Гипермобильность приводит к *слабости (нестабильности)* суставов и может повысить риск травмы опорно-двигательного аппарата. Например, нередки случаи вывихов плеча у гимнастов и пловцов из-за слабости этих суставов и их гипермобильности.

10.2. ОЦЕНКА ГИБКОСТИ

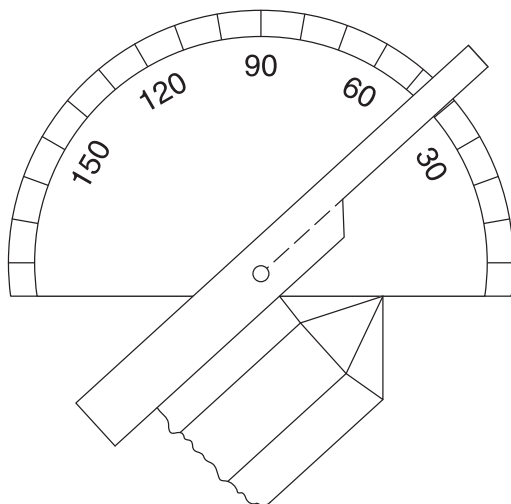
Для оценки статической гибкости доступны полевые и клинические тесты. Важны не только показатели ОД, но и параметры динамической гибкости (то есть ригидности суставов и сопротивления движению) для оценки физической формы. Тесты на динамическую гибкость измеряют увеличение сопротивления при удлинении мышц; показано, что менее ригидные мышцы более эффективно используют эластическую тягу во время выполнения движений, связанных с циклом растяжения—укорочения [28, 29]. Тем не менее тесты на динамическую гибкость проводятся преимущественно в специализированных лабораториях, так как требуют дорогостоящего оборудования. Статическая гибкость может тестироваться в полевых и клинических условиях прямым или косвенным измерением ОД.

10.2.1. ПРЯМЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ ПОДВИЖНОСТИ СУСТАВОВ

При прямой оценке статической подвижности измеряется величина вращения сустава в градусах с помощью гониометра (угломера) (рис. 10.2, 10.3), цифрового гониометра (рис. 10.4), флексометра или инклинометра (см. ниже). Общие принципы тестов на гибкость представлены в боксе 10.1.

Общие принципы тестов на гибкость

- До теста пациент должен провести общую разминку с последующим статическим растяжением, избегая быстрых, прерывистых движений и растяжения, вызывающего боль.
- Тест повторяется 3 раза.
- Из трех тестов для оценки выбирается лучший результат.
- Результат теста используется для выявления суставов и групп мышц, нуждающихся в улучшении показателей гибкости

**Рис. 10.2.** Простейший гониометр**10.2.1.1. Исследование подвижности суставов с помощью универсального и цифрового гониометра**

Объективная оценка двигательной функции суставов производится с помощью измерения углов в тех или иных направлениях движения сустава, что называется гониометрией и производится специальными приборами — гониометрами (см. рис. 10.2–10.4). *Гониометрия* (от греч. *gonia* — угол, *metreo* — измерять) — определение ОД в суставе с помощью угломера. Гониометр представляет собой градуированный полуокруг, к основанию которого прикреплены подвижная и неподвижная пластины (бранши). Их устанавливают по проекции осей конечностей, и при движении бранша синхронно с движениями в суставах образуют-

ся углы, величина которых измеряется в градусах. С учетом различного размера суставов и видов движений в них используют гониометры различных конструкций.

Универсальный гониометр состоит из двух стальных или пластмассовых пластин, с помощью которых измеряют угол сустава в крайних точках ОД (см. рис. 10.3). Базисная фиксированная пластина гониометра располагается параллельно полу, а подвижная — повторяет движение исследуемой конечности. Точка соединения пластин гониометра (середина гониометра) располагается так, чтобы она совпадала с точкой опоры, или осью вращения, сустава. Пластины гониометра совмещают с костными ориентирами вдоль продольной оси каждого подвижного сегмента тела. ОД вычисляется как разность между углами сустава (градусами) в крайних точках перемещения.

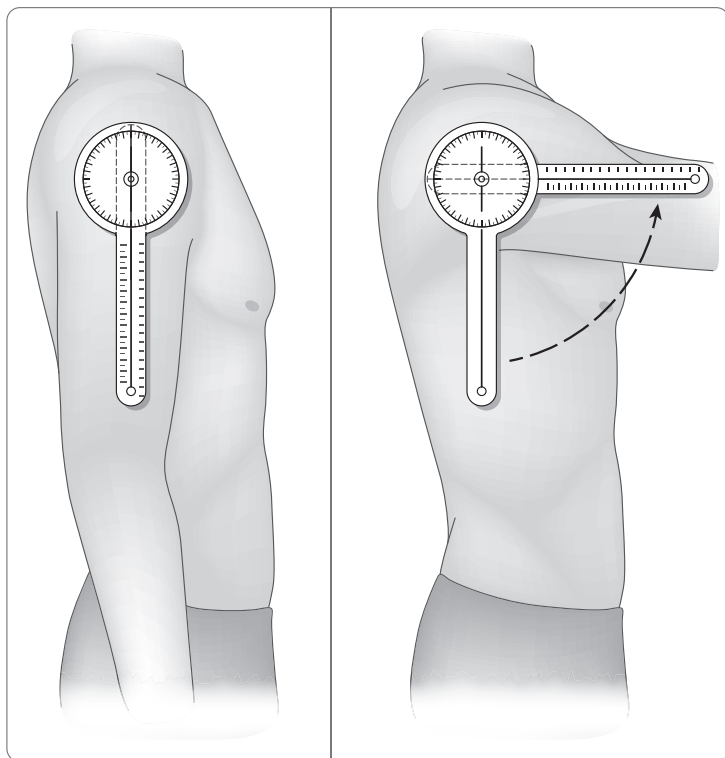


Рис. 10.3. Измерение объема движения в плечевом суставе с помощью универсального гониометра



Рис. 10.4. Измерение объема движения в коленном суставе с помощью цифрового гониометра

В настоящее время производятся цифровые гониометры (рис. 10.4), в которых величина измеряемого угла появляется на дисплее. При этом показатели механического гониометра и цифрового практически совпадают [9], но вероятность ошибочных замеров на цифровом гониометре ниже.

В табл. 10.2 обобщены процедуры измерения ОД для различных суставов с помощью универсального гониометра. ACSM [4] рекомендует использовать гониометры для получения точных измерений ОД суставов. Более подробное описание этих процедур см. в работах Greene, Heckman, 1994 [17], Norkin, White, 1995 [41]. В табл. 10.3 представлены средние значения ОД для здоровых взрослых людей.

10.2.1.2. Оценка объема движения в суставе электрогониометром

Электрогониометр состоит из одного или двух гибких потенциометров, или тензодатчиков, расположенных двумя концевыми блоками. Один блок располагается на неподвижном сегменте туловища, в то время как другой — на подвижном. Блоки прикрепляются к коже двусторонней клейкой лентой. Центр гибкого кабельного корпуса потенциометров должен располагаться над центром сустава (рис. 10.5). После установки пациент просто перемещает конечность, и выходное напряжение потенциометра меняется в зависимости от угла сустава.

Таблица 10.2

Процедуры измерения с использованием универсального гониометра

Работа сустава	Положение тела	Ось вращения	Положение гониометра		Стабилизация	Комментарии
			Опорная планка	Подвижная планка		
Плечо						
Разгибание	Положение лежа на животе	Акромиальный отросток	Средняя подмышечная линия	Латеральный надмыщелок плечевой кости	Лопатка и грудная клетка	Плечо слегка согнуто, ладонная поверхность кисти обращена к телу
Сгибание	Положение лежа на спине	То же	То же	То же	Лопатка и грудная клетка	Ладонная поверхность кисти обращена к телу
Отведение	Положение лежа на спине	Передняя ось акромиального отростка	Средняя линия передней части грудины	Медиальная средняя линия плечевой кости	Лопатка и грудная клетка	Ладонная поверхность кисти руки обращена вперед, плечевая кость повернута в сторону, локоть вытянут
Медиальное/боковое вращение	Положение лежа на спине	Локтевой отросток	Перпендикулярно полу	Шиловидный отросток локтевой кости	Дистальный конец плечевой кости и лопатки	Рука отводится на 90°, предплечье перпендикулярно опорной поверхности в среднепронированном/супинированном положении, плечевая кость опирается на коврик так, чтобы она была на одном уровне с акромиальным отростком
Локоть						
Сгибание	Положение лежа на спине	Латеральный надмыщелок плечевой кости	Латеральная средняя линия плечевой кости	Латеральная средняя линия суставной головки лучевой кости и шиловидного отростка	Дистальный конец плечевой кости	Рука близко к телу, коврик располагается под дистальным концом плечевой кости, предплечье полностью в супинированном положении

Продолжение табл. 10.2

Работа сустава	Положение тела	Ось вращения	Положение гониометра		Стабилизация	Комментарии
			Опорная планка	Подвижная планка		
Предплечье						
Положение лежа на животе	Положение сидя	Сбоку от шиловидного отростка локтевой кости	Параллельно передней средней линии плечевой кости	Лежит поперек тыльной части предплечья, как раз со стороны шиловидного отростка локтевой кости и шиловидного отростка лучевой кости	Дистальный конец плечевой кости	Рука близко к телу, локоть согнут под углом 90°, предплечье находится посредине между супинацией и пронацией (большой палец поднят вверх)
				Лежит поперек передней средней линии плечевой кости	Дистальный конец плечевой кости	Положение для тестирования такое же, как и для пронации предплечья
Супинация	Положение сидя	Посредине по отношению к шиловидному отростку локтевой кости	Параллельно передней средней линии плечевой кости	Лежит поперек передней части предплечья, как раз со стороны шиловидного отростка локтевой кости и шиловидного отростка лучевой кости	Дистальный конец плечевой кости	Положение для тестирования такое же, как и для пронации предплечья
Запястье						
Сгибание и разгибание	Положение сидя	Боковая сторона запястья над трехгранной костью	Боковая средняя линия V пястной кости	Боковая средняя линия V пястной кости	Локтевая и лучевая кости	Пациент сидит рядом с опорной поверхностью, отводит плечо на 90° и сгибает локоть на 90°. Предплечье находится в среднем супинированном/пронированном положении, ладонная поверхность кисти обращена к земле, предплечье опирается на опорную поверхность, кисть свободна в движении
			Боковая средняя линия локтевой кости с использованием локтевого отростка и шиловидного отростка локтевой кости в качестве базы	Боковая средняя линия локтевой кости		

Продолжение табл. 10.2

Работа сустава	Положение тела	Ось вращения	Положение гониометра		Стабилизация	Комментарии
			Опорная планка	Подвижная планка		
Отведение локтевой или лучевой кости	Положение сидя	Посредине тыльной части запястья над головчатой костью	Тыльная средняя линия предплечья, с использованием бокового блока плечевой кости в качестве базы	Тыльная задняя часть III пястной кости	Дистальные концы локтевой и лучевой костей	Так же, как и для сгибания запястья
Бедро						
Сгибание и разгибание	Положение лежа на спине, на животе	Боковая часть тазобедренного сустава с использованием большого вертела в качестве базы	Латеральная средняя линия подвздошной кости таза	Боковая средняя линия бедренной кости с использованием латерального эпикондилита в качестве базы	Подвздошная кость таза	Колено может сгибаться, когда диапазон сгибания бедра завершен: колено сгибается при разгибании бедра
Отведение и приведение	Положение лежа на спине	По центру над передней верхней подвздошной костью	Горизонтальное расположение руки на воображаемой линии между передними верхними подвздошными костями	Передняя средняя линия бедренной кости, надколенная чашечка в качестве упора	Подвздошная кость таза	Колено вытянуто во время отведения

Продолжение табл. 10.2

Работа сустава	Положение тела	Ось вращения	Положение гониометра		Стабилизация	Комментарии
			Опорная планка	Подвижная планка		
Медиальное/боковое вращение	Положение сидя	По центру над передней частью надколенной чашечки	Перпендикулярно полу	Передняя средняя линия голени с использованием гребня большеберцовой кости и точки посредине между лодыжками в качестве базы	Дистальный конец бедренной кости; избегать вращения и наклона вбок подвздошной кости таза	Пациент сидит на опорной поверхности, колени согнуты под углом 90°. Поместить рулон полотенца под дистальный конец бедренной кости; может потребоваться сгибание контралатерального колена, чтобы измеряемое бедро могло завершить полный диапазон поперечного вращения
Колено						
Сгибание	Положение лежа на спине	Над латеральным надмыщелком бедренной кости	Боковая средняя линия бедренной кости с использованием большого вертела бедренной кости в качестве базы	Боковая средняя линия малоберцовой кости с использованием латеральной лодыжки и головки малоберцовой кости в качестве базы	Бедренная кость для предотвращения вращения, отведения и приведения	При сгибании коленного сустава также сгибается бедренная кость
Голеностоп						
Дорсифлексия и подошвенная флексия	Положение сидя	Над латеральной частью латеральной лодыжки	Боковая средняя линия малоберцовой кости с использованием головки малоберцовой кости в качестве базы	Параллельно латеральной части V плюсневой кости	Большая и малоберцовая кости	Пациент сидит на конце стола с согнутым коленным суставом и голеностопом, расположенным под углом 90°

Окончание табл. 10.2

Работа сустава	Положение тела	Ось вращения	Положение гониометра		Стабилизация	Комментарии
			Опорная планка	Подвижная планка		
Подтаранный сустав						
Инверсия и эверсия	Положение сидя	По центру над передней частью голени с использованием бугристой поверхности кости в качестве базы лодыжками	Передняя средняя линия II плюсневой кости	Передняя средняя линия II плюсневой кости	Больше- и малоберцовая кости	Пациент сидит с согнутыми под углом 90° коленными суставами и голенью над краем опорной поверхности
Поясничный отдел						
Боковое сгибание	Положение стоя	В центре над остистым отростком S1	Перпендикулярно поверхности земли	Над остистым отростком С7	Подвздошная кость таза для предотвращения вращения наклона в сторону	Пациент стоит вертикально с сохранением угла 0° сгибания, разгибания и вращения в поясничном отделе позвоночника
Вращение	Положение сидя	В центре над верхними отделами головы пациента	Параллельно воображаемой линии между бугорками подвздошных гребней	Воображаемая линия между двумя акромиальными отростками	Подвздошная кость таза для предотвращения вращения	Пациент держит стопы ровно на полу для стабилизации подвздошной кости таза

Таблица 10.3

**Средний объем движений для здоровых взрослых людей
(данные из: Greene, Heckman, 1994 [17];
American Medical Association, 1988 [5])**

Работа сустава	ОД, градусы	Работа сустава	ОД, градусы
<i>Плечо</i>		<i>Грудино-поясничный отдел</i>	
Сгибание	150–180	Сгибание	60–80
Разгибание	50–60	Разгибание	20–30
Отведение	180	Отведение	25–35
Медиальное вращение	70–90	Вращение	30–45
Латеральное вращение	90	<i>Бедро</i>	
<i>Локоть</i>		Сгибание	100–120
Сгибание	140–150	Разгибание	30
Разгибание	0	Отведение	40–45
<i>Лучелоктевой сустав</i>		Приведение	20–30
Положение лежа на животе	80	Медиальное вращение	40–45
Супинация	80	Латеральное вращение	45–50
<i>Запястье</i>		<i>Колено</i>	
Сгибание	60–80	Сгибание	135–150
Разгибание	60–80	Разгибание	0–10
Лучевое отведение кисти	20	<i>Голеностоп</i>	
Локтевое отведение кисти	30	Дорсифлексия	20
<i>Шейный отдел позвоночника</i>		Подошвенная флексия	40–45
Сгибание	45–60	<i>Подтаранный сустав</i>	
Разгибание	45–75	Инверсия (подъем внутреннего края стопы в подошвенном направлении)	30–35
Боковое сгибание	45	Эверсия (поворот внутреннего края стопы в тыльном направлении)	15–20
Вращение	60–80		