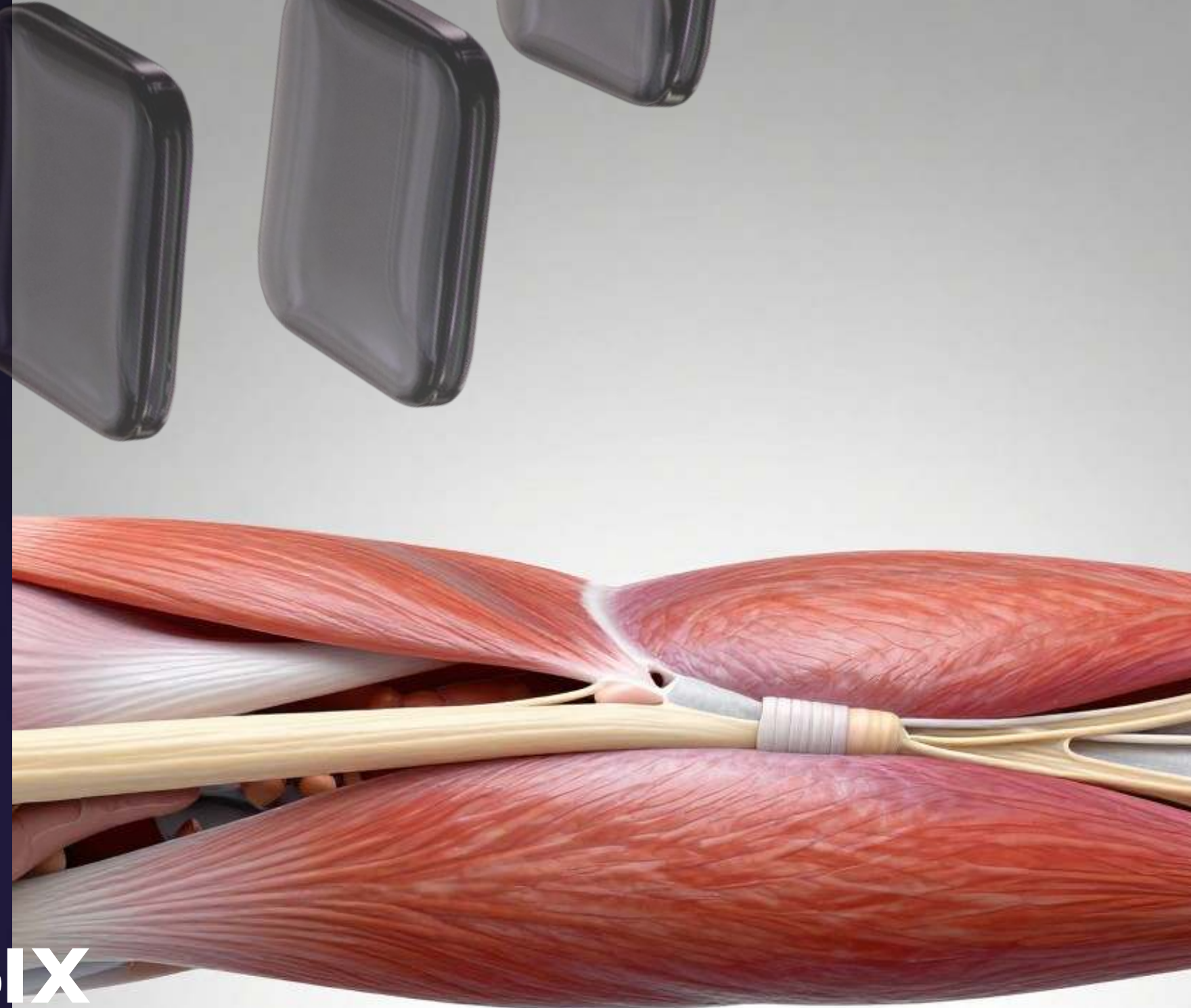




Скелетные мышцы движут телом,
поддерживают осанку и регулируются
нервами и гормонами.

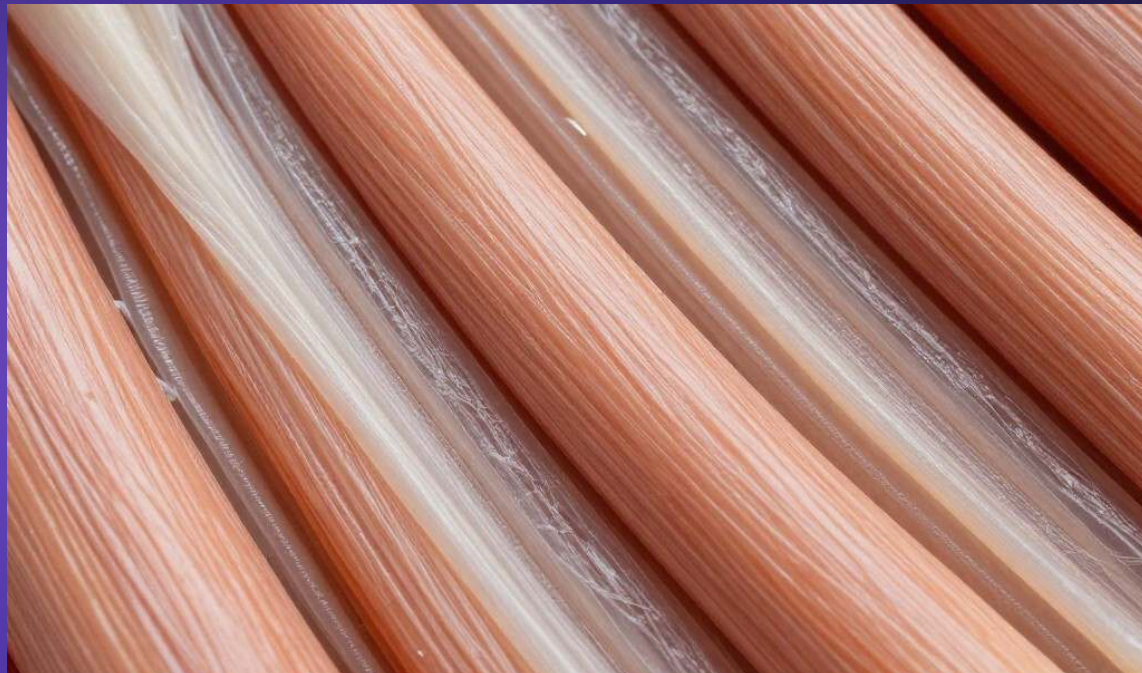
Обзор: работа скелетных мышц и их регуляция



История и методы изучения мышц

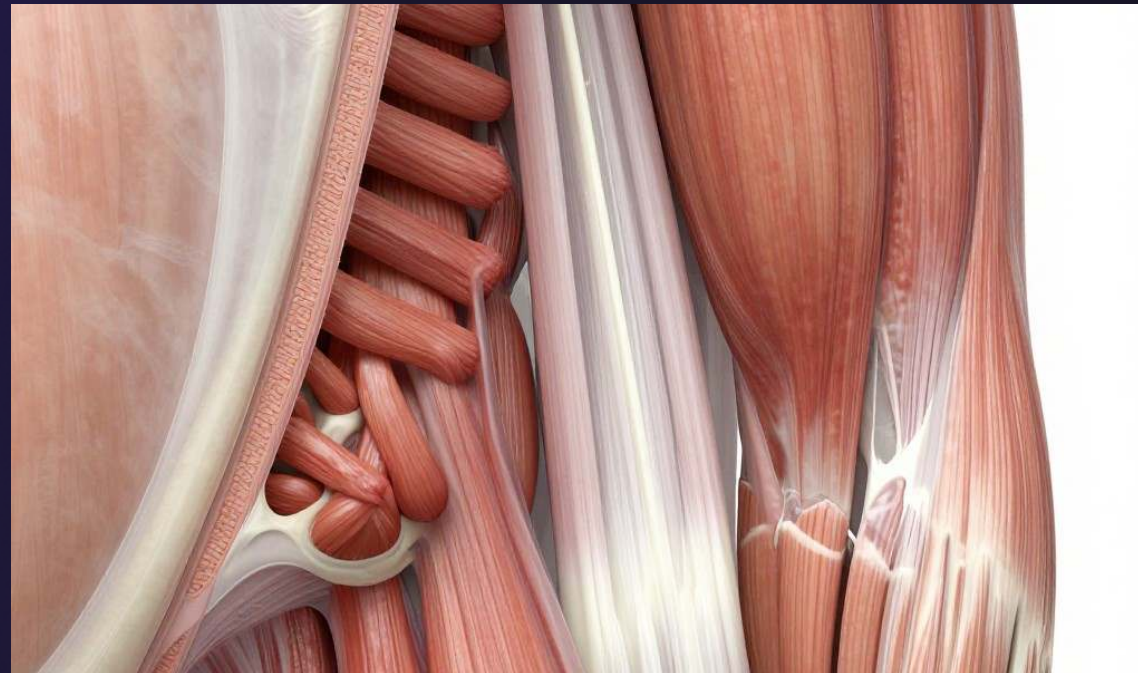
Изучение мышц началось в античности с трудов Галена и Гиппократа. В XIX–XX веках появились микроскопы и миоскопы, открывшие структуру волокон и механизм сокращения. Сегодня применяют электронную микроскопию и биохимический анализ, чтобы понять энергообеспечение мышц.

Структура скелетной мышцы



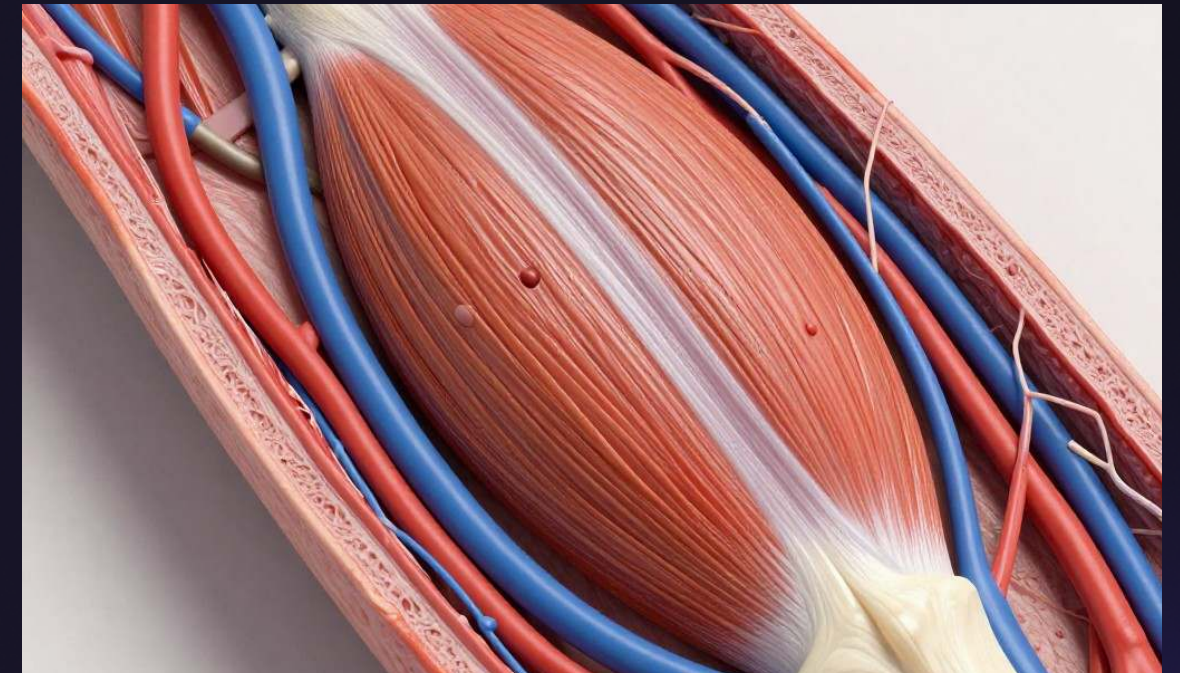
Мышечные волокна и их объединение

Мышечная ткань состоит из длинных волокон, объединённых в пучки. Каждый пучок и волокна покрыты соединительной тканью, обеспечивающей защиту и поддержку.



Защитные оболочки мышцы

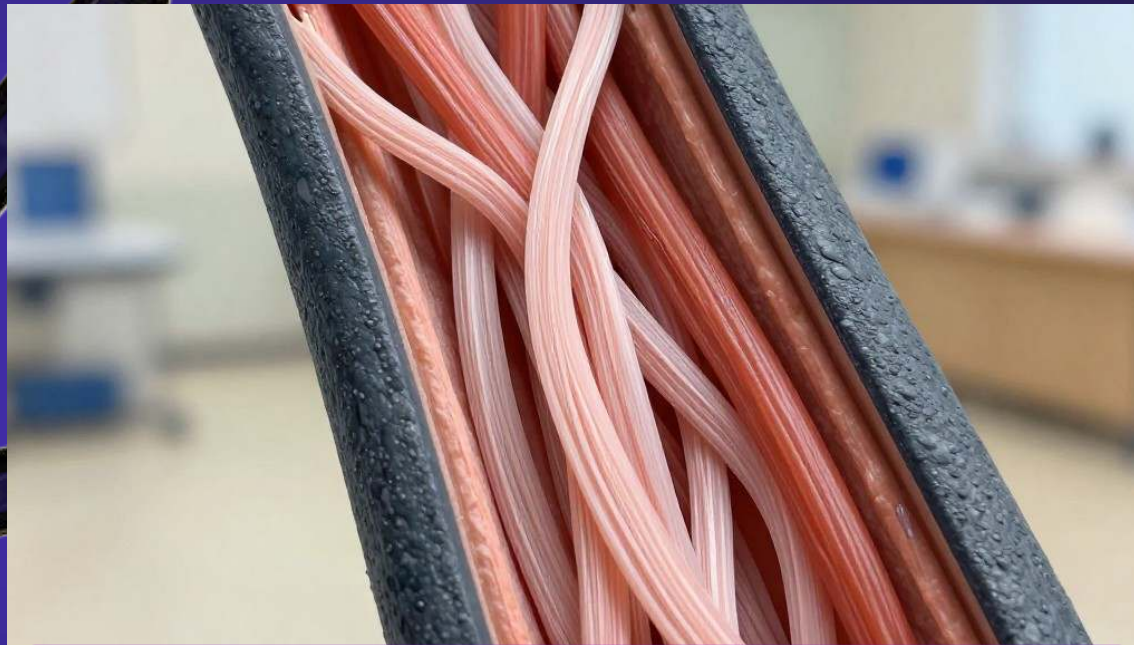
Эпимизий окружает всю мышцу, перимизий обволакивает пучки, а эндомизий покрывает отдельные волокна, создавая прочную структуру и поддерживая функциональность.



Питание и иннервация мышцы

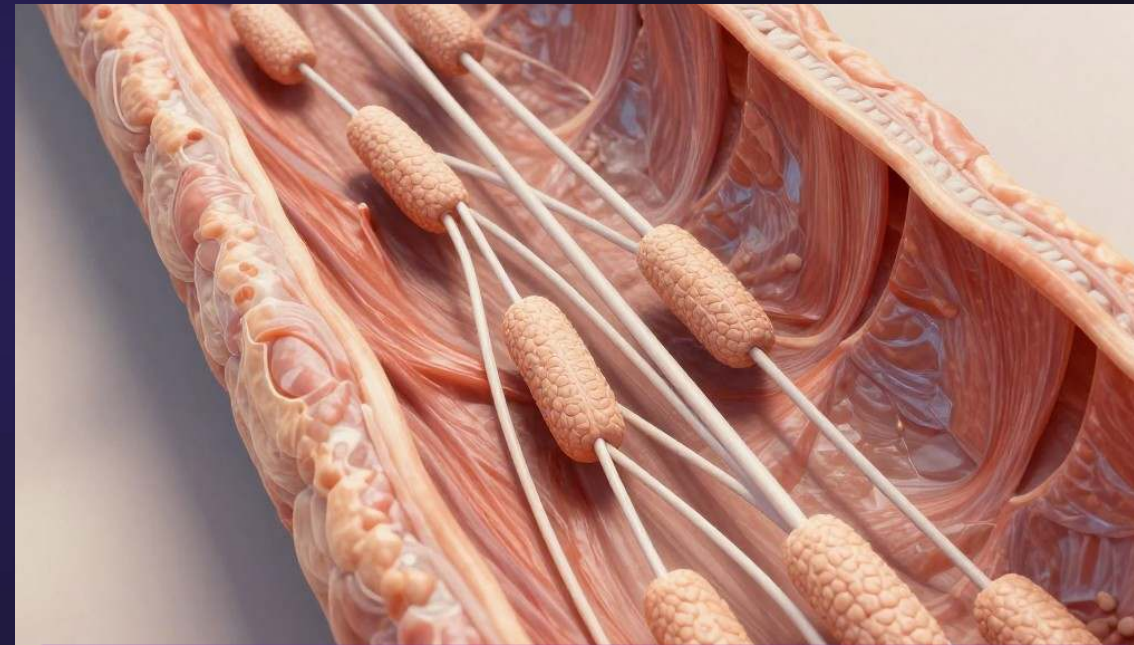
Кровеносные сосуды доставляют кислород и питание, а нервные окончания обеспечивают контроль над сокращениями, что особенно проявляется в таких мышцах, как бицепс плеча.

Роль саркомера в мышечном сокращении



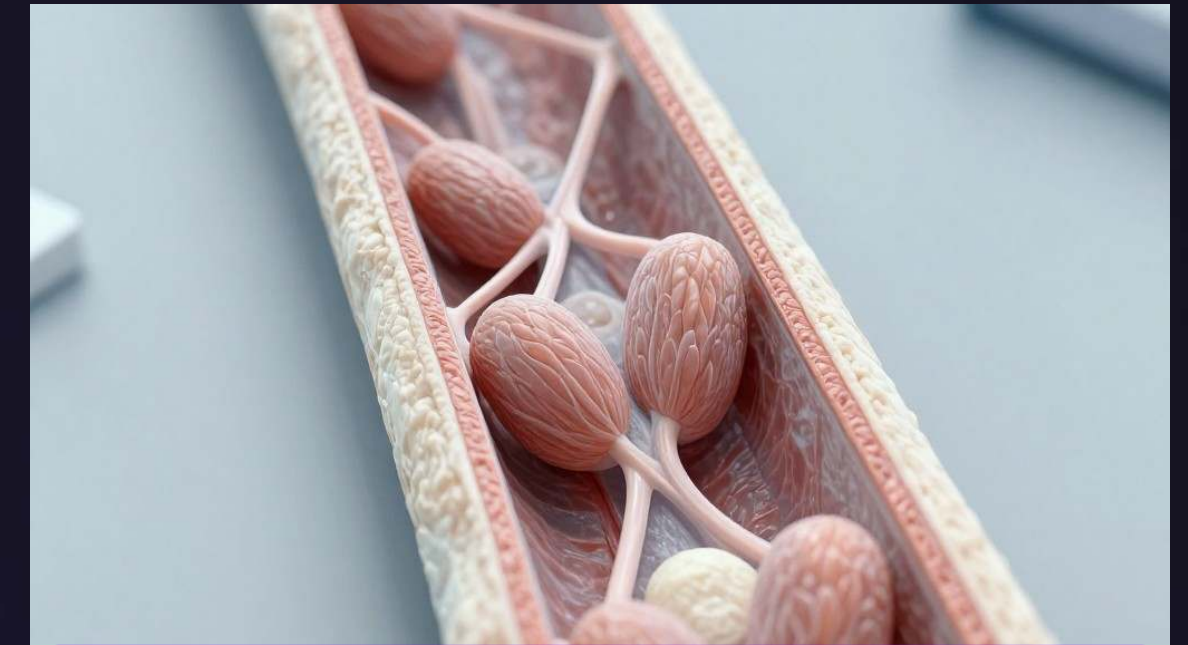
Структурные компоненты саркомера

Саркомер ограничен Z-дисками и состоит из актиновых и миозиновых нитей, которые обеспечивают основу для мышечного сокращения.



Механизм взаимодействия филаментов

При сокращении миозиновые головки «перебирают» актиновые нити, вызывая укорочение саркомера и всей мышцы.



Функциональное значение саркомера

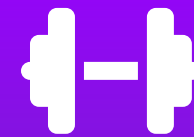
Укорачивание множества саркомеров внутри волокна приводит к сокращению мышечного пучка и, в итоге, всего органа мышцы.

Виды мышечных волокон



Медленные (ST) волокна

Сокращаются медленно, устойчивы к усталости и богаты миоглобином, обеспечивая выносливость.



Зависимость от нагрузки

Интенсивность и характер тренировок изменяют пропорции быстрых и медленных волокон в мышцах.



Быстрые (FT) волокна

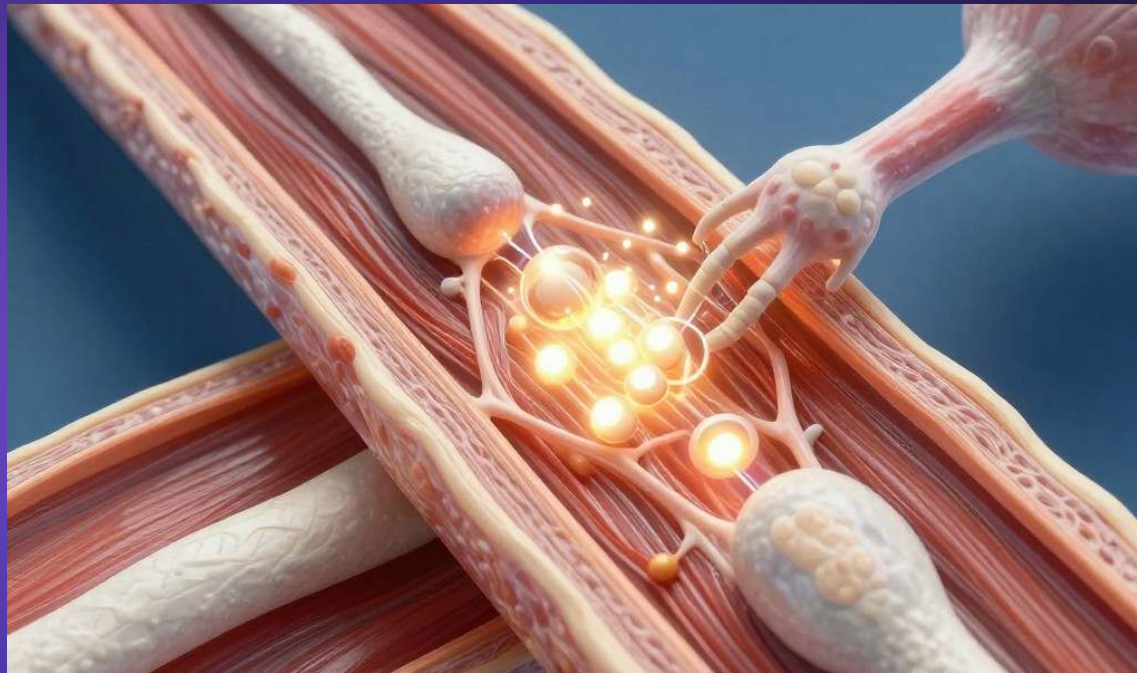
Обладают высокой скоростью сокращений и силой, но быстро утомляются из-за низкого содержания митохондрий.



Влияние наследственности

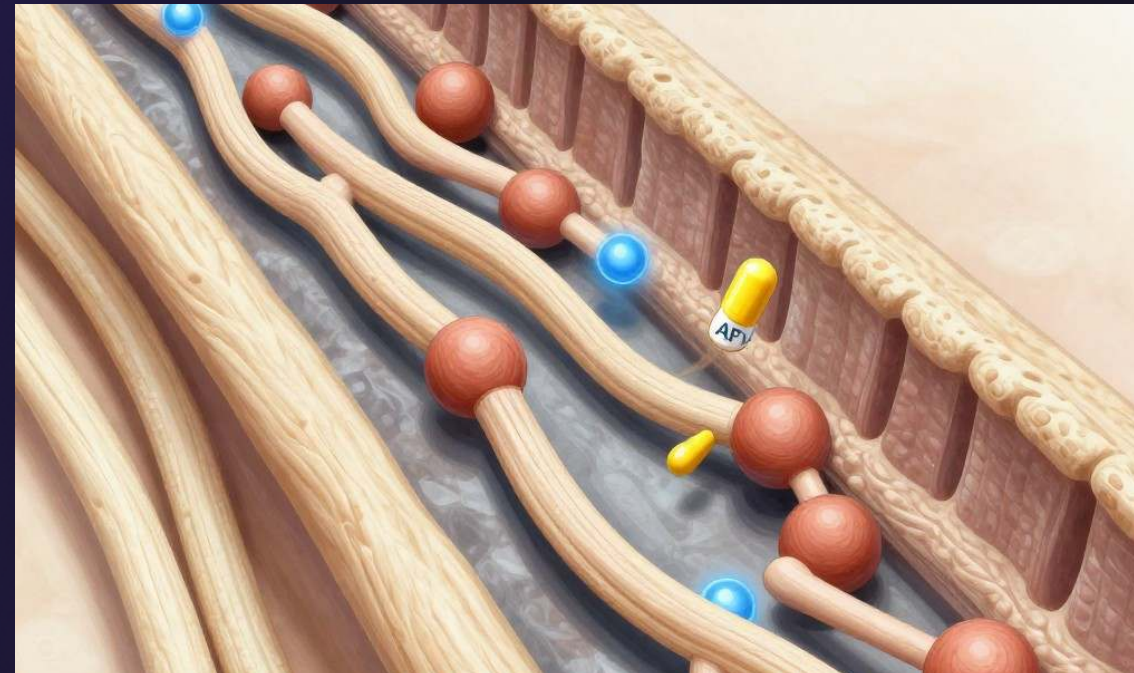
Тип волокон у человека определяется генетикой и может изменяться под воздействием тренировок.

Как происходит сокращение мышц



Роль мотонейрона

Импульс от мотонейрона вызывает высвобождение кальция внутри мышечного волокна, запуская процессы сокращения.



Взаимодействие актиновых и миозиновых нитей

Под действием кальция и расходе АТФ миозин перемещается вдоль актина, сокращая саркомер.

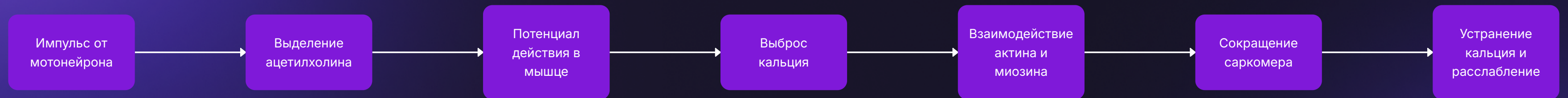


Энергопотребление мышц

АТФ расходуется для движения миозиновых головок и восстановления исходного положения после сокращения.

Этапы сокращения мышцы

Последовательность в нервно-мышечной передаче



Двигательные единицы и нервная регуляция

01 Каждое мышечное волокно контролируется одним мотонейроном, образуя двигательную единицу для скоординированных сокращений.

02 Размер двигательной единицы варьирует: крупные обеспечивают мощные движения, мелкие – точные и тонкие управляемые действия.

03 Центральная нервная система регулирует силу и координацию мышечных сокращений через мотонейроны.

04 Координированная работа двигательных единиц позволяет выполнять разнообразные движения с разной степенью точности и силы.

Ацетилхолин в мышечном сокращении

01 Ацетилхолин передаёт нервный импульс к мышечному волокну, вызывая его возбуждение и начало сокращения.

02 Нехватка ацетилхолина ведёт к снижению силы мышц и усталости, что наблюдается при миастении.

03 Холинэстераза разрушает ацетилхолин, завершая передачу сигнала и позволяя мышце расслабиться.

Сравнение быстрых и медленных мышечных волокон

Параметр	Быстрые волокна	Медленные волокна
Скорость сокращения	Высокая	Низкая
Утомляемость	Быстрая	Медленная
Количество митохондрий	Мало	Много
Запасы гликогена	Высокие	Низкие
Миоглобин	Малое содержание	Богатое содержание
Цвет волокна	Белый/светлый	Красный/тёмный

Основные отличия по функционированию и составу волокон у спортсменов и обычных людей.

Быстрые волокна подходят для кратковременных больших усилий, медленные обеспечивают выносливость.

Учебник по физиологии человека

Зависимость силы сокращения от длины мышцы



Оптимальная длина обеспечивает максимальное перекрытие актиновых и миозиновых нитей, что усиливает сокращение.

Максимальная сила достигается только при правильной длине мышцы; отклонения снижают эффективность и могут увеличить риск травм.

Физиология человека, 2020

Энергообеспечение работы мышц

01

АТФ служит главным источником энергии, но его запас ограничен, поэтому мышцы используют дополнительные резервные молекулы.

02

Креатинфосфат быстро восстанавливает АТФ в первые секунды интенсивной работы, обеспечивая быстрый старт сокращений.

03

При продолжительной нагрузке включается анаэробный гликолиз, который быстро производится, но сопровождается накоплением молочной кислоты.

04

Аэробное окисление обеспечивает устойчивую энергию во время длительной активности, используя кислород для эффективного производства АТФ.

Митохондрии: энергетические станции мышечного волокна

01

Медленные волокна содержат больше митохондрий, что обеспечивает им высокую способность к окислительному метаболизму и выносливость.

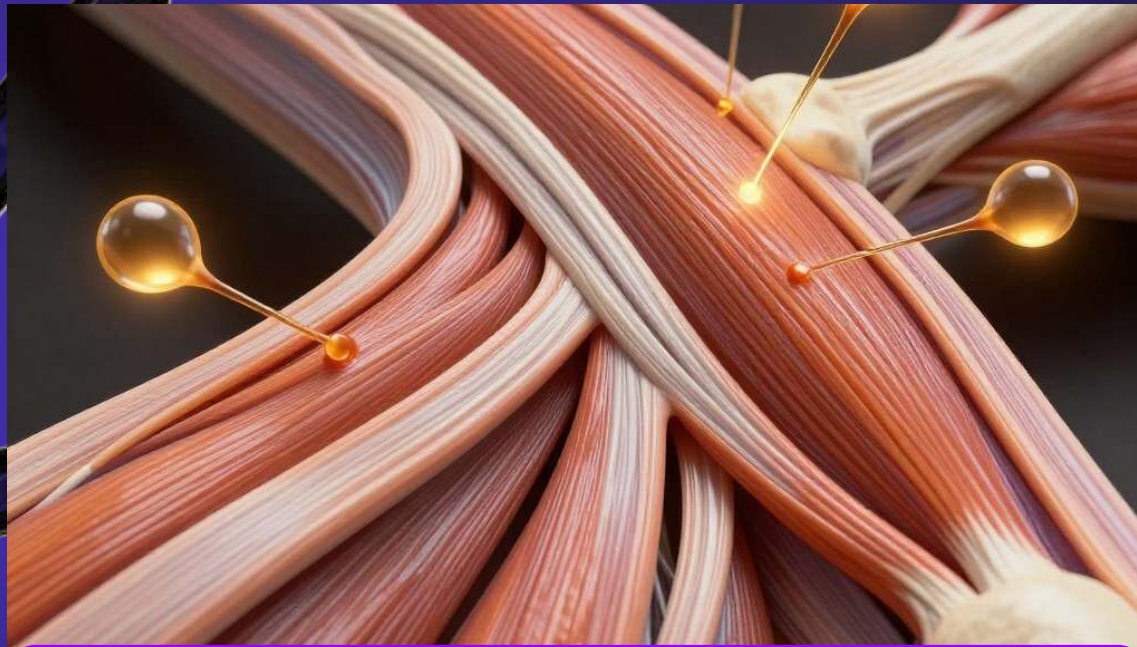
02

Митохондрии осуществляют окислительное фосфорилирование, превращая питательные вещества в энергию для мышечного сокращения.

03

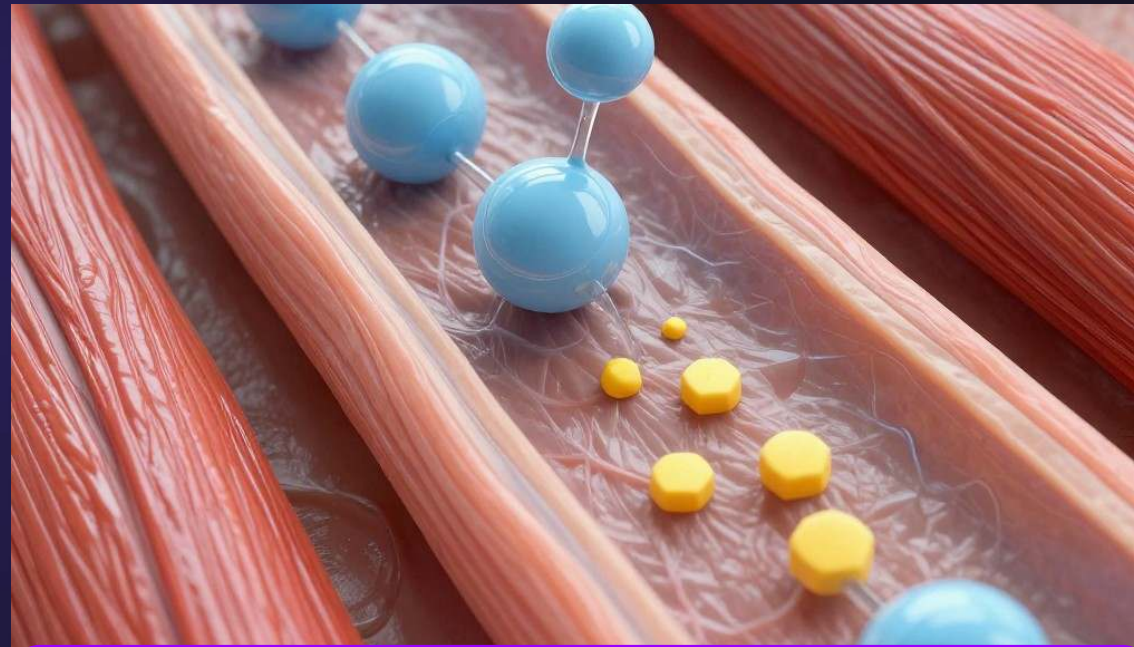
Физические тренировки повышают количество митохондрий, что увеличивает энергетический потенциал и работоспособность мышц.

Гормональная регуляция мышечной работы



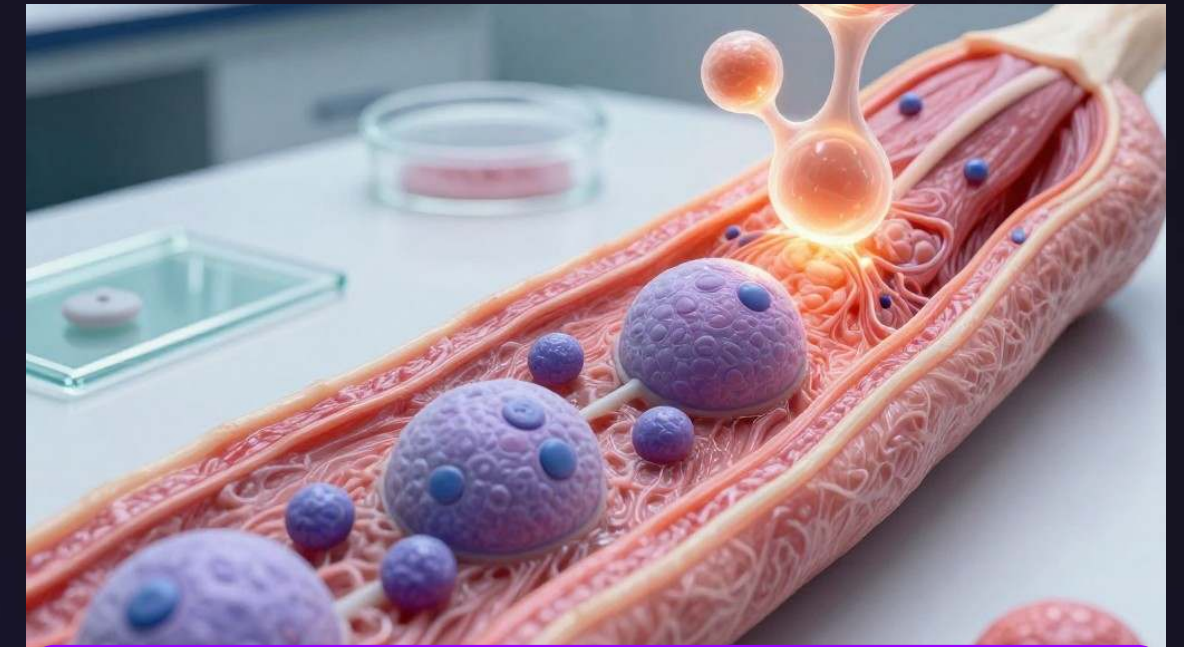
Адреналин: подготовка мышц к стрессу и нагрузке

Адреналин усиливает расщепление гликогена в мышцах и активирует энергетические пути, обеспечивая быстрый приток энергии при физической активности и стрессовых ситуациях.



Инсулин и усвоение глюкозы

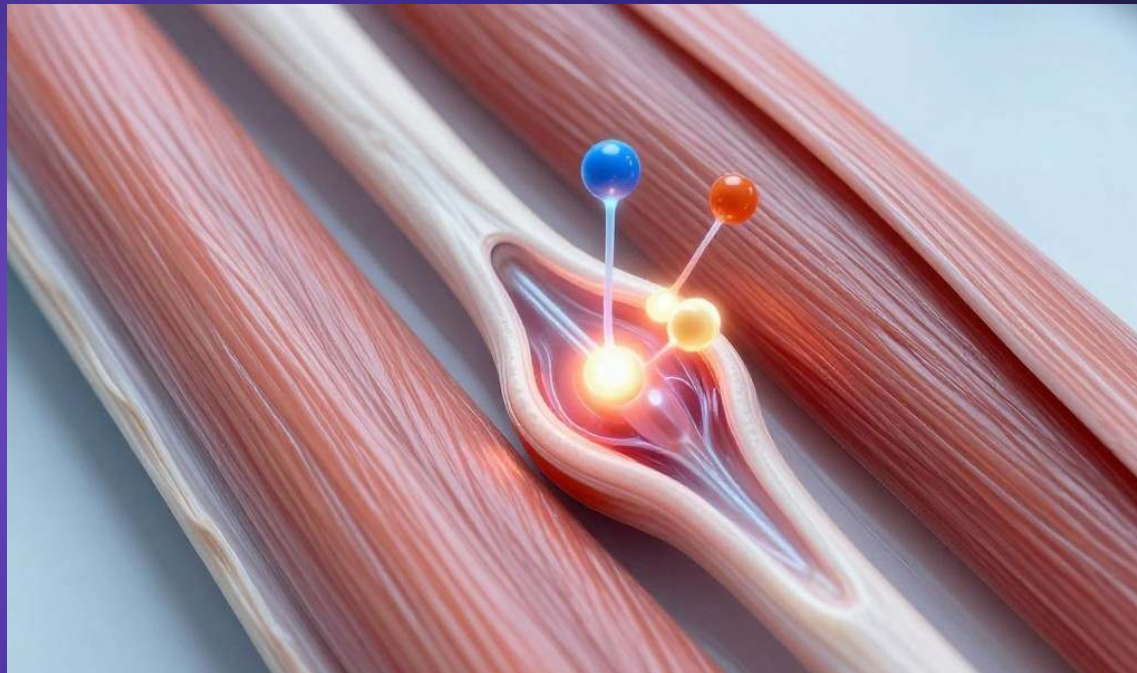
Инсулин стимулирует клетки мышц к захвату глюкозы из крови, поддерживая энергообеспечение и способствуя восстановлению после нагрузок.



Гормон роста и регенерация мышц

Гормон роста ускоряет процессы восстановления и роста мышечной ткани, особенно важен для подростков в период активного развития организма.

Примеры заболеваний, нарушающих мышечную регуляцию



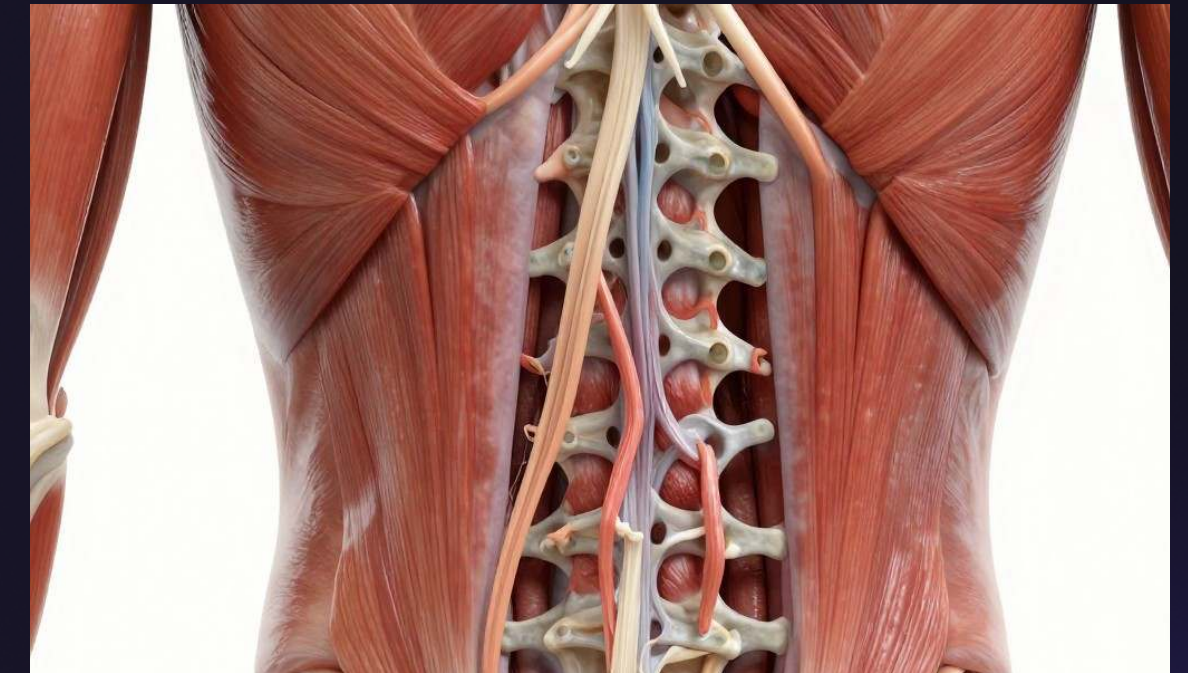
Миастения: аутоиммунное заболевание мышц

При миастении происходит атака иммунной системы на нервно-мышечные синапсы, что приводит к мышечной слабости и быстрой утомляемости.



Болезнь Дюшенна: наследственная мышечная дегенерация

Это генетическое заболевание вызывает постепенное разрушение мышечной ткани, обычно проявляется у мальчиков в детском возрасте и требует медицинского вмешательства.



Паралич вследствие повреждения спинного мозга

Травмы спинного мозга могут прервать нервные сигналы к мышцам, вызывая потерю движения и мышечную атрофию ниже уровня поражения.

Регенерация мышечной ткани и роль сателлитных клеток

01

Сателлитные клетки активируются после повреждения мышц и участвуют в восстановлении и росте новых мышечных волокон.

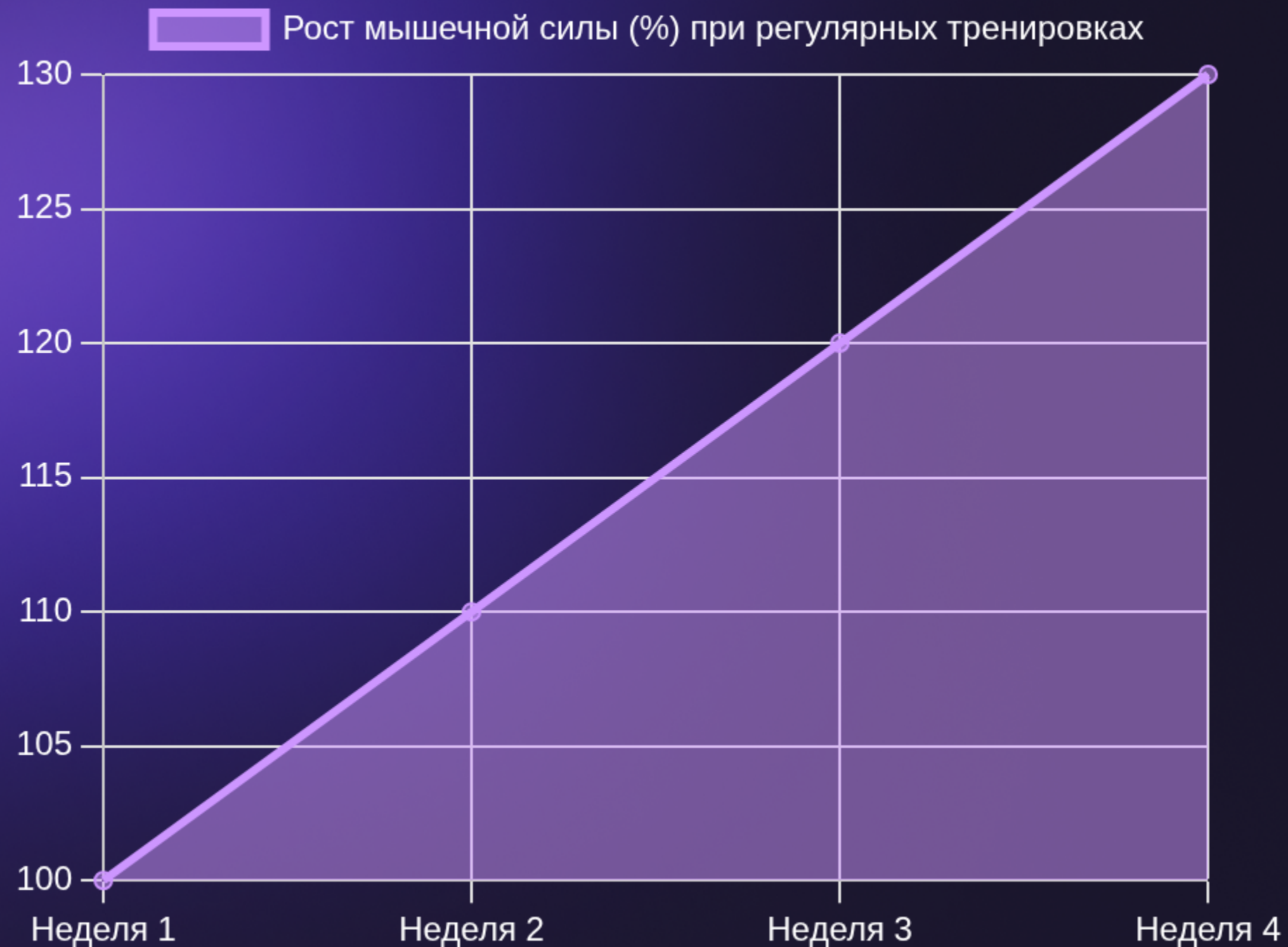
02

У подростков регенерация мышц проходит быстрее благодаря повышенной активности клеток и влиянию гормонального фона.

03

Умеренные физические нагрузки стимулируют сателлитные клетки, способствуя укреплению и развитию мышечной ткани.

График роста силы мышц при регулярных тренировках



Регулярные упражнения создают условия для стабильного увеличения мышечной силы у подростков.

Постоянство и последовательность тренировок важны для значительного прогресса в силе мышечной системы.

Спортивная физиология подростков,
2022

Классификация мышц по функциям и расположению



Таблица демонстрирует разнообразие мышц, их функции и примеры движений, подчеркивая важность каждой группы для координации тела.

Разнообразие мышц обеспечивает широкий спектр движений и контроль над позой и функциями конечностей.

Тип мышцы	Пример	Расположение	Функция
Сгибатель	Бицепс плеча	Передняя часть руки	Сгибает кисть в локте
Разгибатель	Трицепс плеча	Задняя часть руки	Разгибает руку в локте
Приводящий	Приводящая мышца бедра	Внутренняя поверхность бедра	Приводит бедро к средней линии
Отводящий	Дельтовидная мышца	Плечо	Отводит руку от тела

Влияние физической активности на мышцы



Положительный эффект регулярных тренировок

Физическая активность увеличивает мышечную массу и силу, улучшает обмен веществ и препятствует развитию хронической усталости.



Последствия малоподвижного образа жизни

Недостаток движения вызывает снижение мышечной выносливости и атрофию, повышая риск травм и ухудшая общее состояние здоровья.



Роль школьных занятий физкультурой

Уроки физкультуры и спортивные секции помогают формировать привычку к активному образу жизни, поддерживая развитие и здоровье мышц у подростков.



Понимание работы мышц помогает подросткам развивать здоровье и движение, формируя основы для активной и безопасной жизни в будущем.

Заключение: значение изучения мышц в подростковом возрасте

