



**«ЖМФ» 2 курс
«Физиология-І»
№ 4 тәжірибелік сабақ**

**Тақырып: Бұлшық еттердің
физиологиялық қасиеттері.
Бұлшық еттердің жиырылу
түрлері.**

**Физиологиялық пәндер кафедрасы
м.ғ.к., аға оқытушы Рахыжанова
Сауле Орынгазыевна
23-27. 09. 2013ж**

Сабақтың мақсаты:

- бұлшық ет ұлпалардың (қаңқа және біріңғай салалы) физиологиялық қасиеттері және қызметтері бойынша оқытуда білім алу және оны бекіту;
- бұлшық ет жиырылуы және қажуының құрылымдық-функционалды негізі бойынша білім алу және оны бекіту;
- оқшауланған бұлшық еттердің жиырылу амплитудасының тітіркендіргіш күшіне тәуелділігін зерттеу дағдысын үйрену және оны бекіту;
- қол динамометрімен және эргометрмен жұмыс дағдысын үйрену және оны бекіту;

Тақырыптың негізгі сұрақтары:

1. Қаңқа бұлшық еттерінің құрылысы, физиологиялық қасиеттері және қызметік ерекшеліктері.
2. Бұлшық еттің дара жиырылуы. Бұлшық етті тітіркендіру және оның тіркеу әдістері.
3. Бұлшық ет жиырылуының құрылымдық-функционалды негіздері, (механизмі) қозу мен жиырылудың арақатынасы.
4. Тетанус, оның түрлері.
5. Бұлшық ет күші мен жұмысы.
6. Бұлшық ет қажуы, оқшауланған бұлшық ет қажуының теориялары және бүкіл ағзадағы қажуы.
7. Біріңғай салалы бұлшық еттің физиологиялық қасиеттері, қызметтері әрекетінің реттелуі.
8. Электромиография, динамометрия, олардың медицинадағы мәні.

Тәжірибелік жұмыстар:

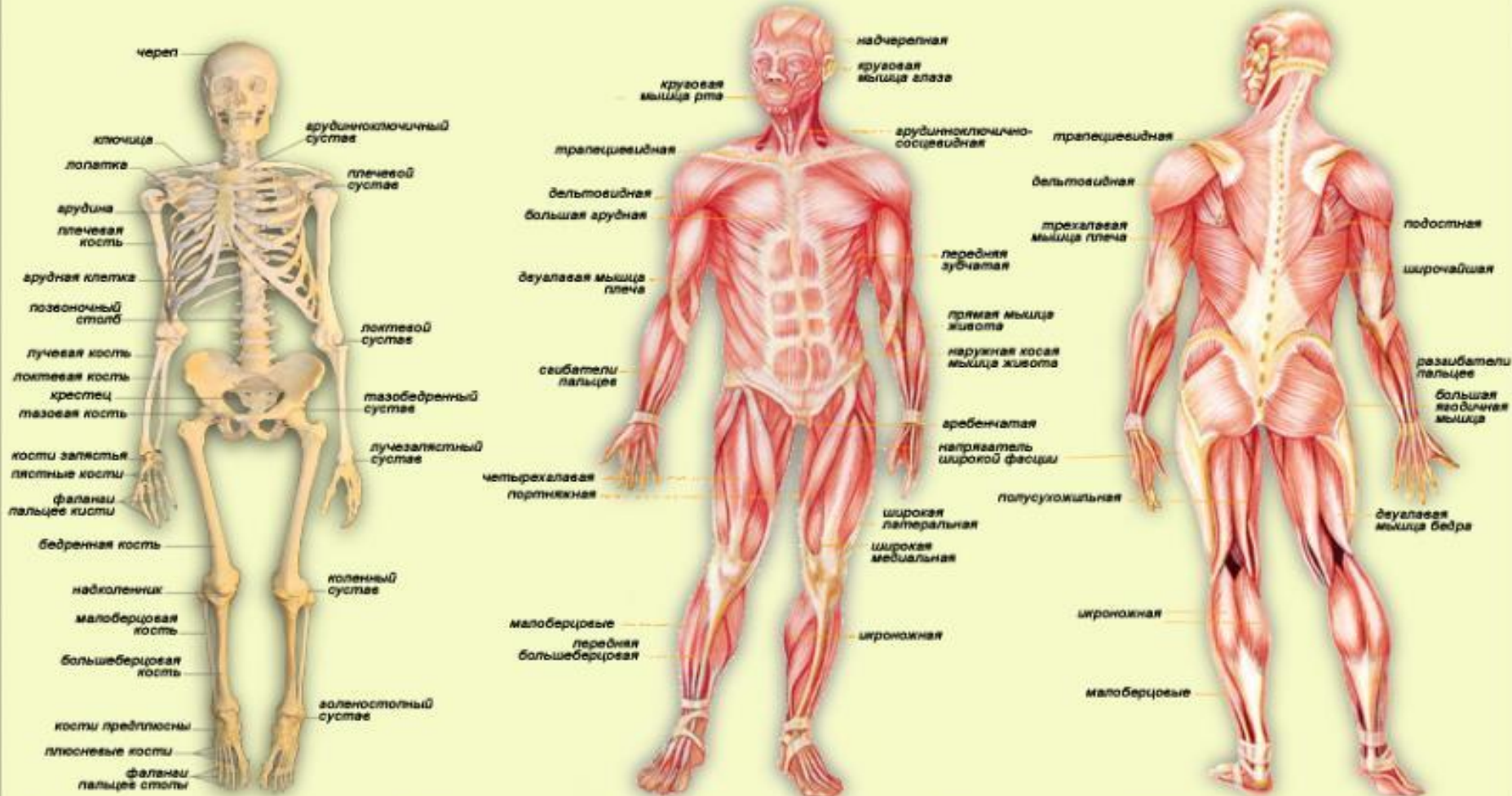
1. Бұлшық ет жиырылуын жазып алу және оның анализі.
2. Тісті және беткей тетанус.
3. Оқшауланған бұлшық еттердің жиырылу амплитудасының тітіркендіргіш күшіне тәуелділігі.
4. Динамометрия.
5. Эргография.

Бастапқы білім деңгейін бағалауға арналған бақылау сұрақтары:

1. Актин және миозин дегеніміз не?
2. Бұлшық етті тура тітіркендірудің бұлшық етті жанама тітіркендіруден айырмасы қандай?
3. Саркоплазмалық ретикулум дегеніміз не?
4. Қозғалыстық бірлік дегеніміз не?
5. Қажу дегеніміз не?
6. Бұлшық ет жұмысын қалай анықтайды?

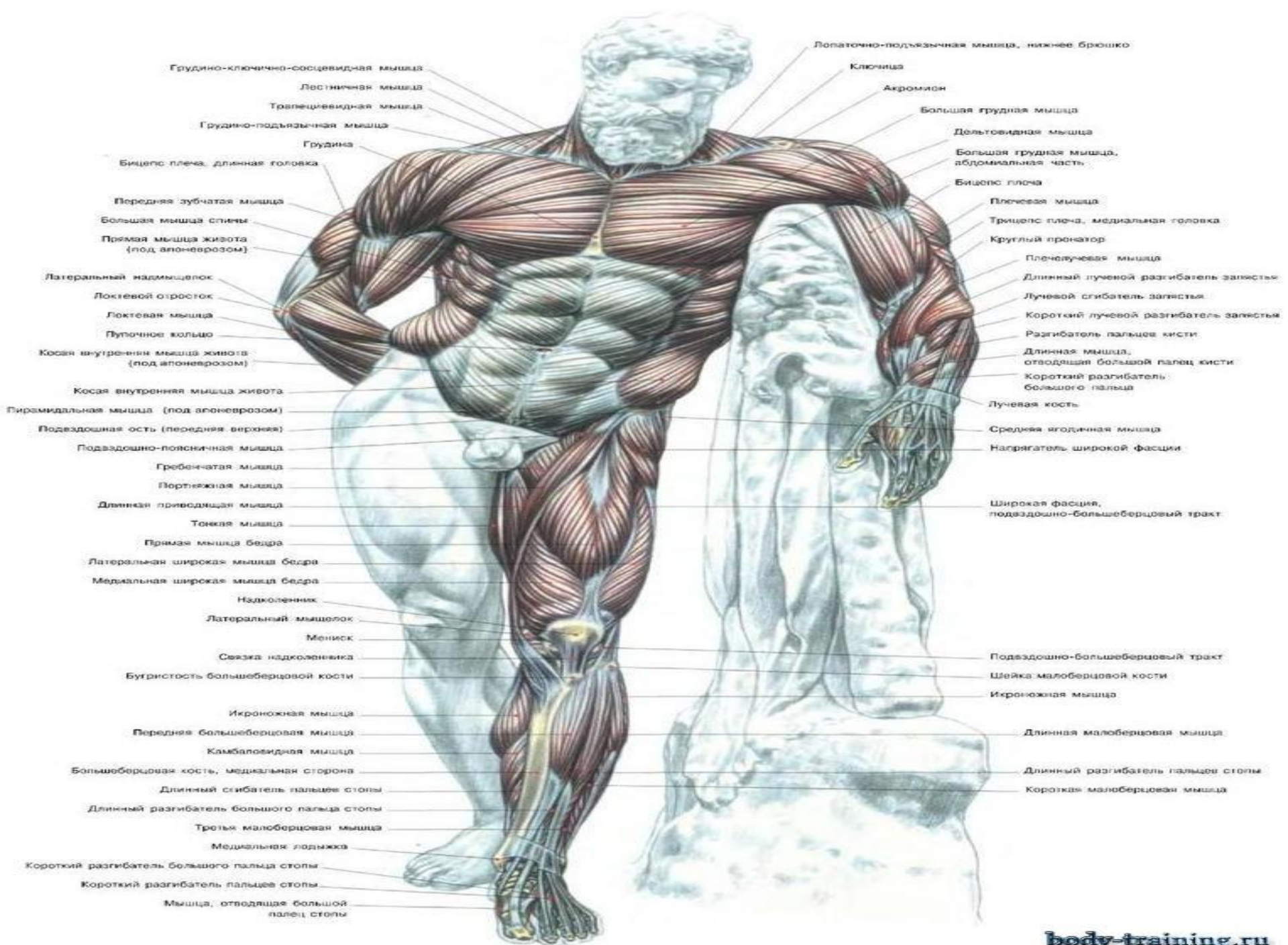
Тірек-қимыл аппараты

ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ



Скелет взрослого человека состоит из 206 костей

В человеческом теле более 200 суставов и около 640 различных мышц



Грудно-ключично-сосцевидная мышца
 Плоская мышца
 Трапециевидная мышца
 Грудно-подмышечная мышца
 Грудина

Лопаточно-подъязычная мышца, нижнее брюшко
 Ключица
 Акромион

Большая грудная мышца
 Дельтовидная мышца
 Большая грудная мышца, абдоминальная часть
 Бицепс плеча

Бицепс плеча, длинная головка
 Передняя зубчатая мышца
 Большая мышца спины
 Прямая мышца живота (под апоневрозом)

Плечевая мышца
 Трицепс плеча, медиальная головка
 Круглый пронатор

Латеральный надмыщелок
 Локтевой отросток
 Локтевая мышца
 Путовное кольцо
 Косая внутренняя мышца живота (под апоневрозом)

Плечелучевая мышца
 Длинный лучевой разгибатель запястья
 Лучевой сгибатель запястья
 Короткий лучевой разгибатель запястья
 Разгибатель пальцев кисти
 Длинная мышца, отводящая большой палец кисти
 Короткий разгибатель большого пальца

Косая внутренняя мышца живота
 Пирамидальная мышца (под апоневрозом)
 Подвздошная ость (передняя, верхняя)
 Подвздошно-поясничная мышца
 Гребенчатая мышца
 Портняжная мышца
 Длинная приводящая мышца
 Тонкая мышца
 Прямая мышца бедра

Лучевая кость
 Средняя ягодичная мышца
 Напрягатель широкой фасции
 Широкая фасция, подвздошно-большеберцовый тракт

Латеральная широкая мышца бедра
 Медиальная широкая мышца бедра
 Надколенник

Подвздошно-большеберцовый тракт
 Шейка малоберцовой кости
 Икроножная мышца

Латеральный мыщелок
 Мениск
 Связка надколенника
 Бугристая большеберцовая кость

Длинная малоберцовая мышца
 Длинный разгибатель пальцев стопы
 Короткая малоберцовая мышца

Икроножная мышца
 Передняя большеберцовая мышца
 Камбаловидная мышца
 Большеберцовая кость, медиальная сторона
 Длинный сгибатель пальцев стопы
 Длинный разгибатель большого пальца стопы

Третья малоберцовая мышца
 Медиальная лодыжка
 Короткий разгибатель большого пальца стопы
 Короткий разгибатель пальцев стопы
 Мышца, отводящая большой палец стопы

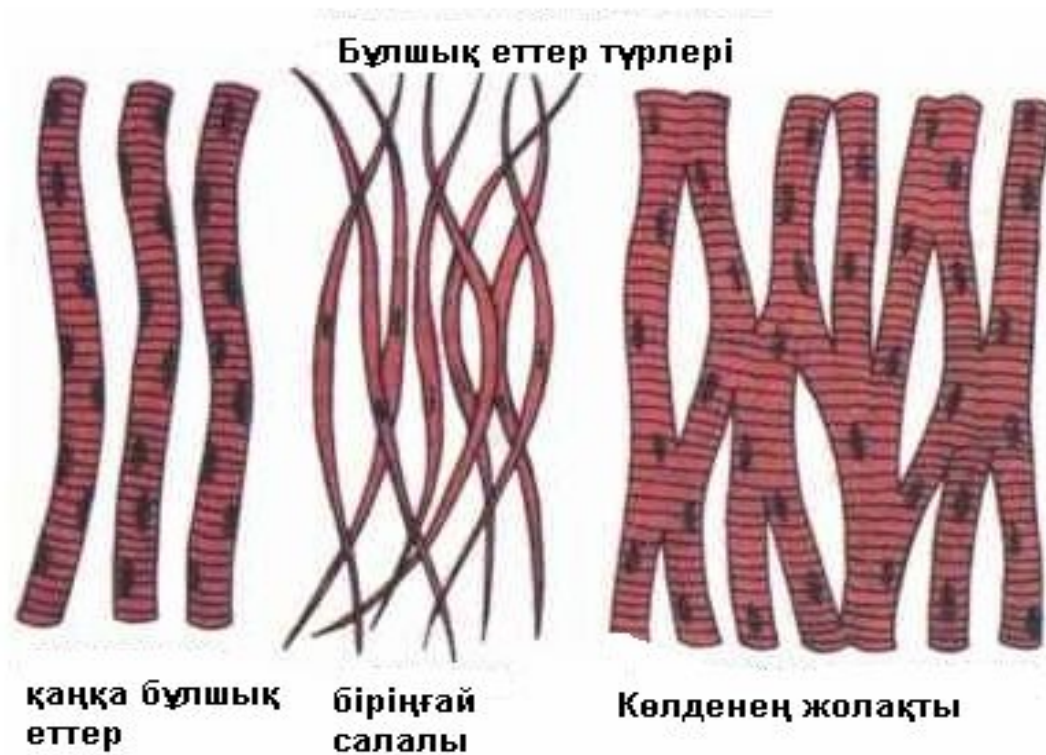
Бұлшық еттер түрлері:

- Қаңқаның көлденең жолақты бұлшық еттері;
- Жүректің бұлшық еттері;
- Бірыңғай салалы бұлшық еттер.

Бұлшық ет ұлпасы адам денесі салмағының шамамен 35-40% құрайды. Омыртқалыларда бұлшық ет жүйесі 3 топқа бөлінуі мүмкін:

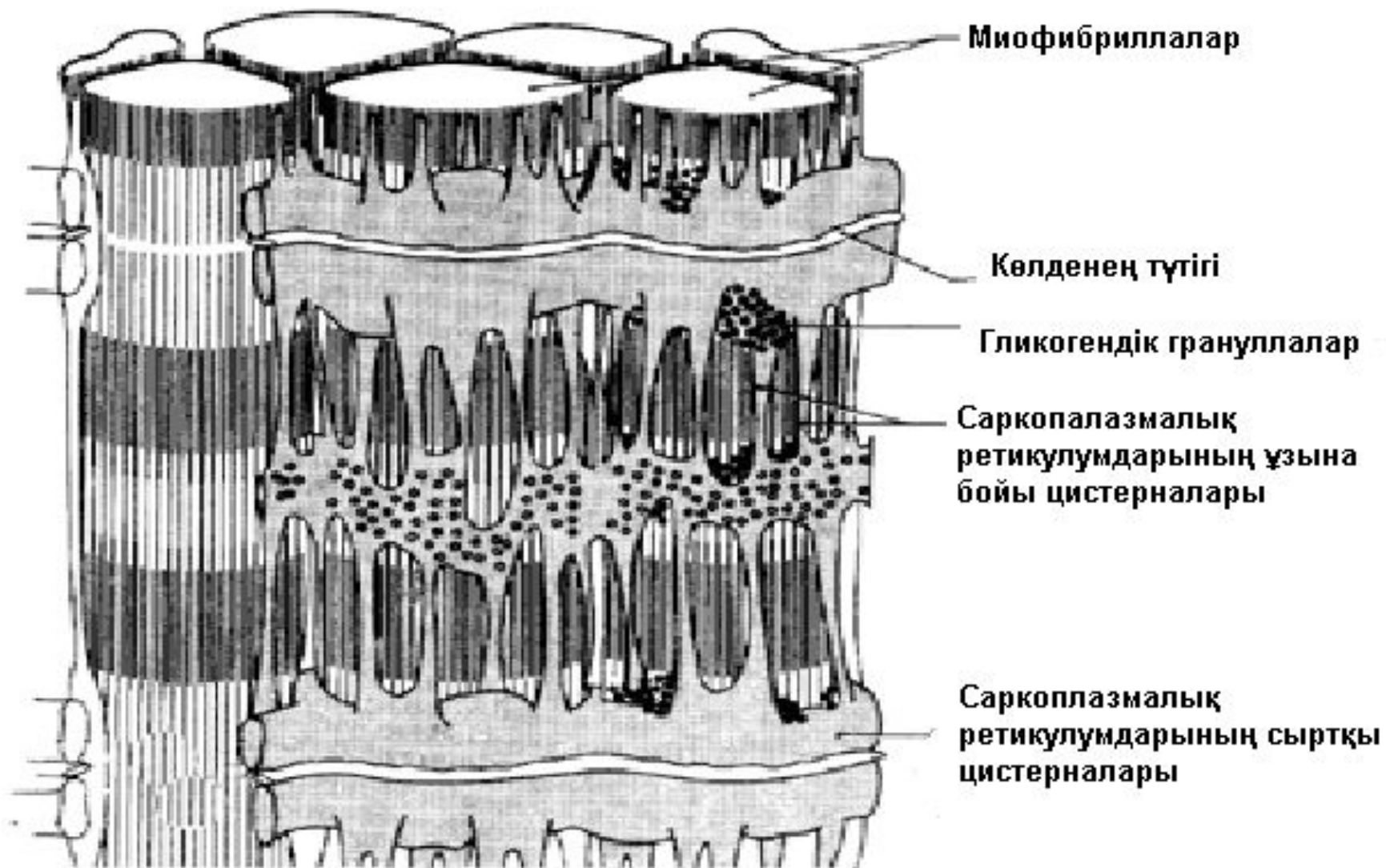
1. көлденең жолақты қаңқа бұлшық еті;
2. бірыңғай салалы бұлшық еттер (қан тамырлары мен ішкі дене мүшелері);
3. жүрек бұлшық еті.

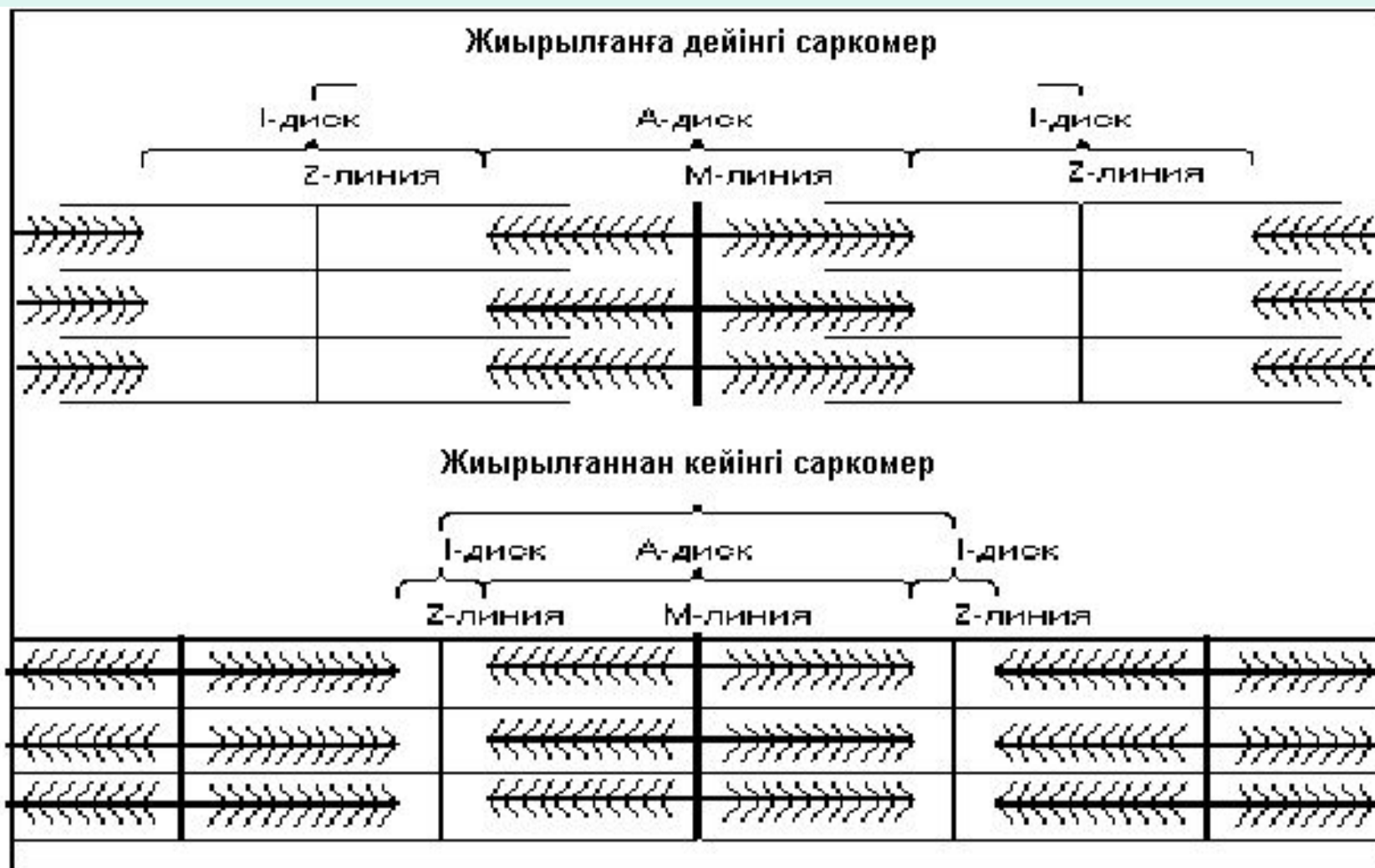
Бұлшық еттер ұлпасының түрлері



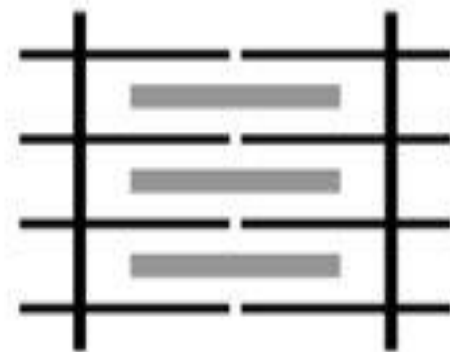
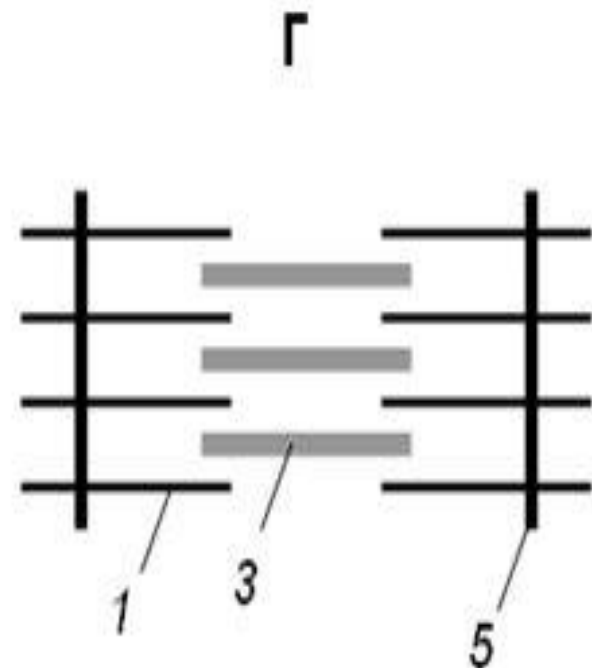
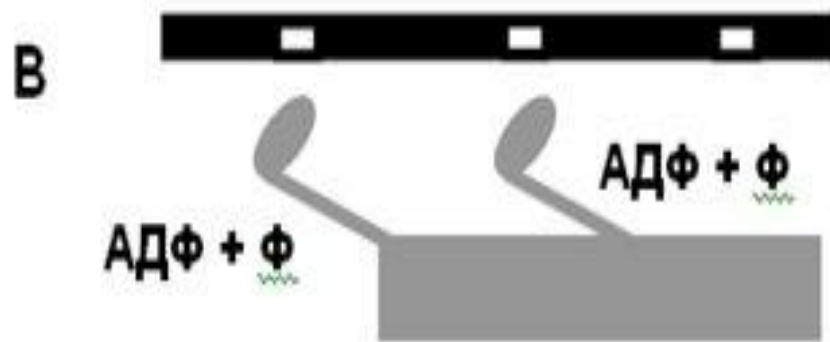
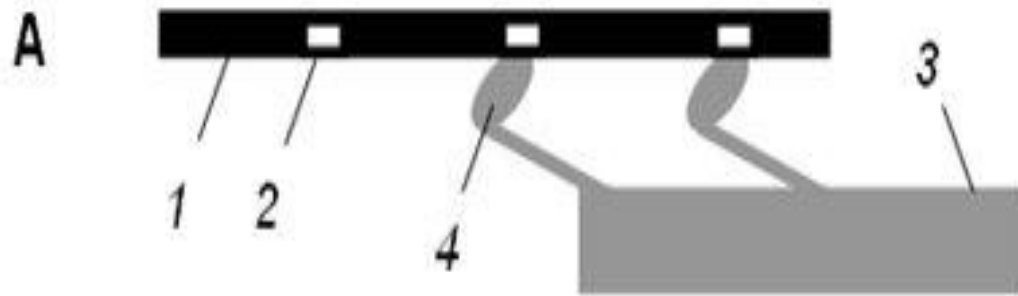
- Бұлшық еттер ұлпа ретінде жасушалардан – **бұлшық ет талшықтарынан** құралады. Олар бұлшық еттердің құрылым бірлігі болып табылады. Бұл талшықтар ядродан, миофибриллалардан, саркоплазма мен гранулалардан тұрады. Оларда міндетті түрде митохондриялар болады. Осы структураларда тотығу және фосфорлану реакциясына жауапты ферменттер жиынтығы орналасады. Бұлшық ет талшығы көп ядролы, сыртынан сарколеммамен қапталған жасуша. Бұлшық ет талшығының ұзына бойына диаметрі 0,5-2 мк ұзын жіпшелер – **миофибриллалар** орналасады. Олар бұлшық еттерге көлденең жолақтық береді. Бұл миофибриллаларда бірдей деңгейде әр түрлі структуралы дискалар – екі қайтара сәуле сындыра алатын **анизотропты** (қарапайым сәуледе олар күңгірт) және сәуле сындыра алмайтын **изотропты** (кәдімгі сәуледе олар ашық түсті) дискалардан тұрады.

- Күңгірт Z сызықтар миофибриллаларды қиып өтіп саркомерлер құрайды, олардың ұзындықтары 2,5 мк. Миофибриллалар арасы саркоплазмамен толтырылған, онда митохондриялар бар. Бұлшық ет миофибриллалары 2500 протофибриллалардан тұрады, олар актин мен миозин деген белоктардан құралған. Миозин жіпшелері актинге қарағанда 2 есе жуан келеді. Тыныштық күйде актин жіпшелері ұштарымен миозин жіпшелерінің арасына кіріп тұрады. I дискісі тек актин талшықтарынан тұратын болса, A дискісі актин мен миозин талшықтарынан құралған. H жолағы актин жіпшелерінен бос аймақты көрсетеді. Z мембрана I дискісінің ортасынан өтіп талшықтарды өзара бекітіп тұрады.





Сурет 1

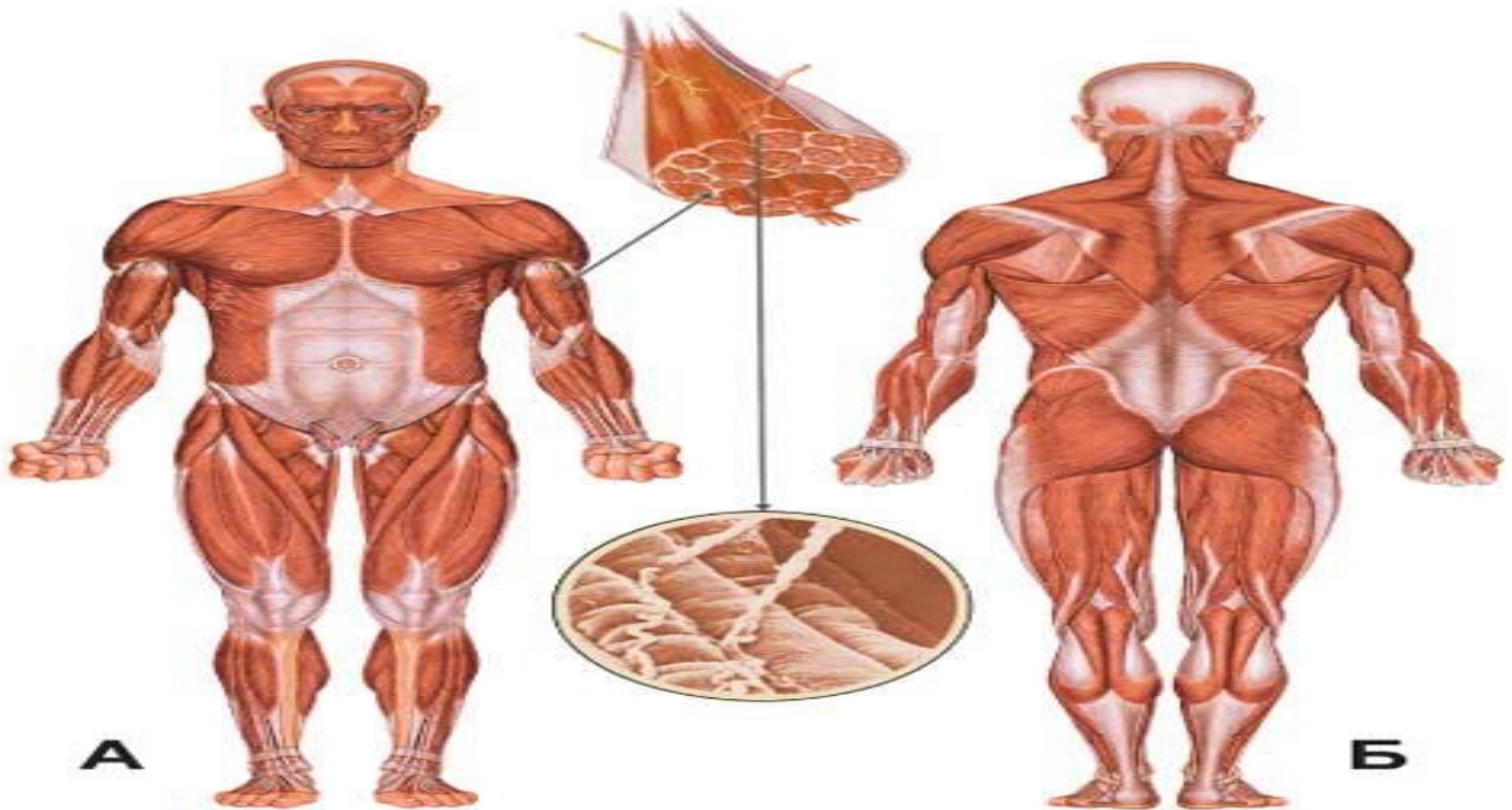


Қаңқа бұлшық еттері

6

ЧЕЛОВЕК И ЕГО ЗДОРОВЬЕ 1

СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ



- **Бұлшық еттердің негізгі физиологиялық қасиеттері:**

- **ҚОЗҒЫШТЫҚ,**
- **қозу өткізгіштік,**
- **жиырылғыштық.**

Бұлшық еттің физиологиялық

қасиеттері

- 1. Қозғыштық** – бұлшық еттің тітіркендіргішке қозу потенциалын түзе отырып жауап бере алуы;
- 2. Өткізгіштік** – бұлшық ет бойымен қозудың өткізіле алуы;
- 3. Жиырылғыштық** – бұлшық еттің қозу кезінде ұзындығын немесе кернеуін өзгерте алуы;
- 4. Эластикалық (созылғыш, майысқақтық)** – жиырылудан кейін бұлшық еттің бастапқы пішініне келе алуы;
- 5. Пластикалық** – бұлшық еттің өзгерген ұзындығы пішінін біраз уақытқа дейін сақтай алуы.

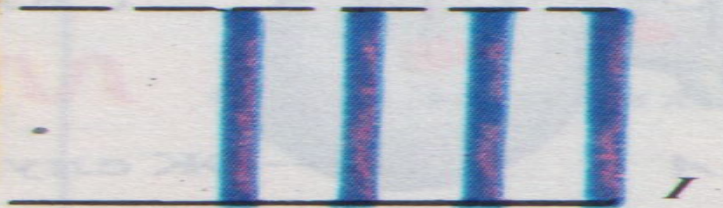
Қозуды өткізу

ЖЫЛДАМДЫҒЫ:

- көлдененң жолақты қаңқа бұлшық еті – 3,5-14 м/сек;**
- көлдененң жолақты жүрек бұлшық еті – 0,5-1м/сек;**
- бірыңғай салалы бұлшық еттер– 0,5мм - 5-10см/сек.**

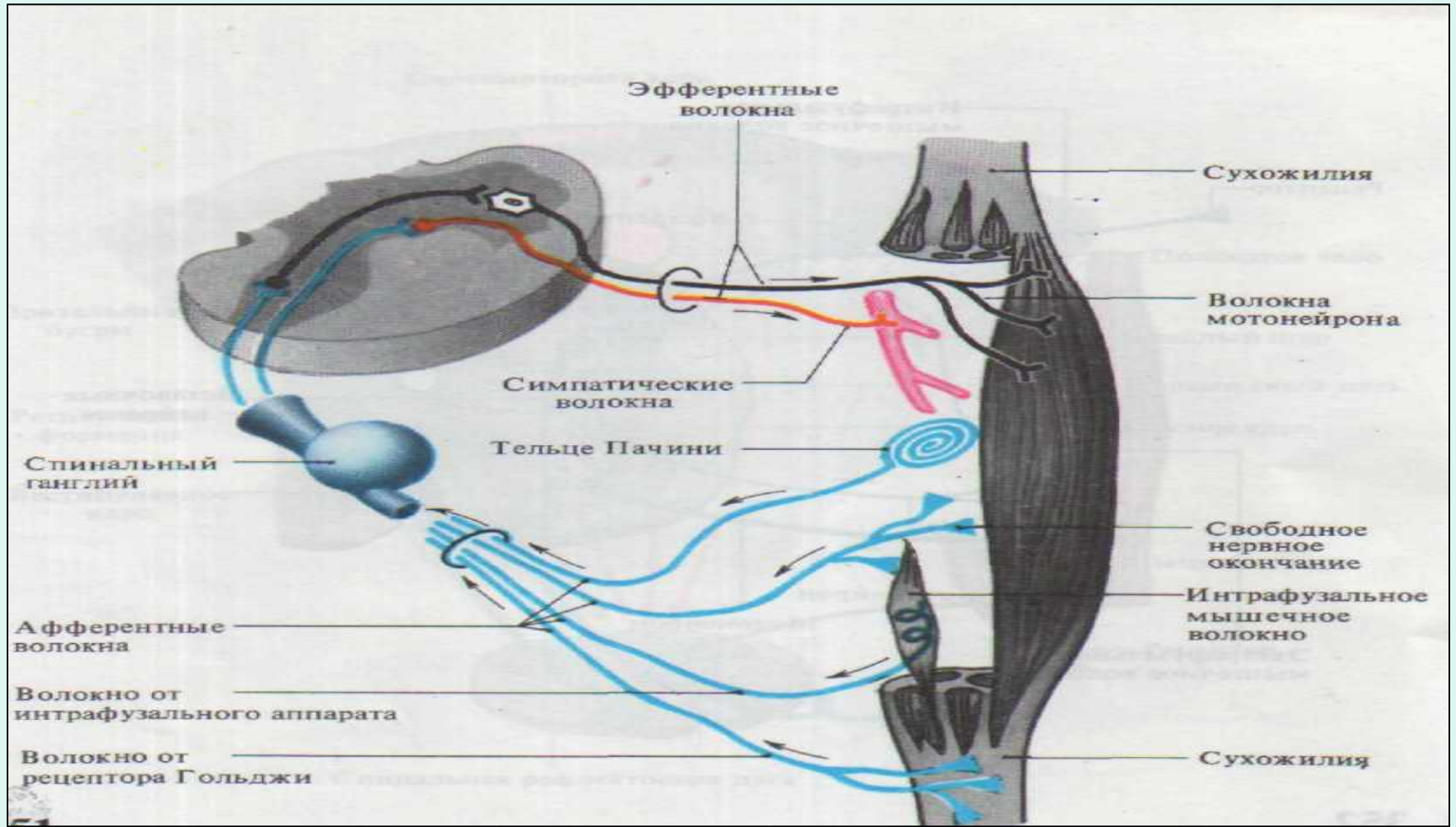


Мышца сердца



Скелетная мышца

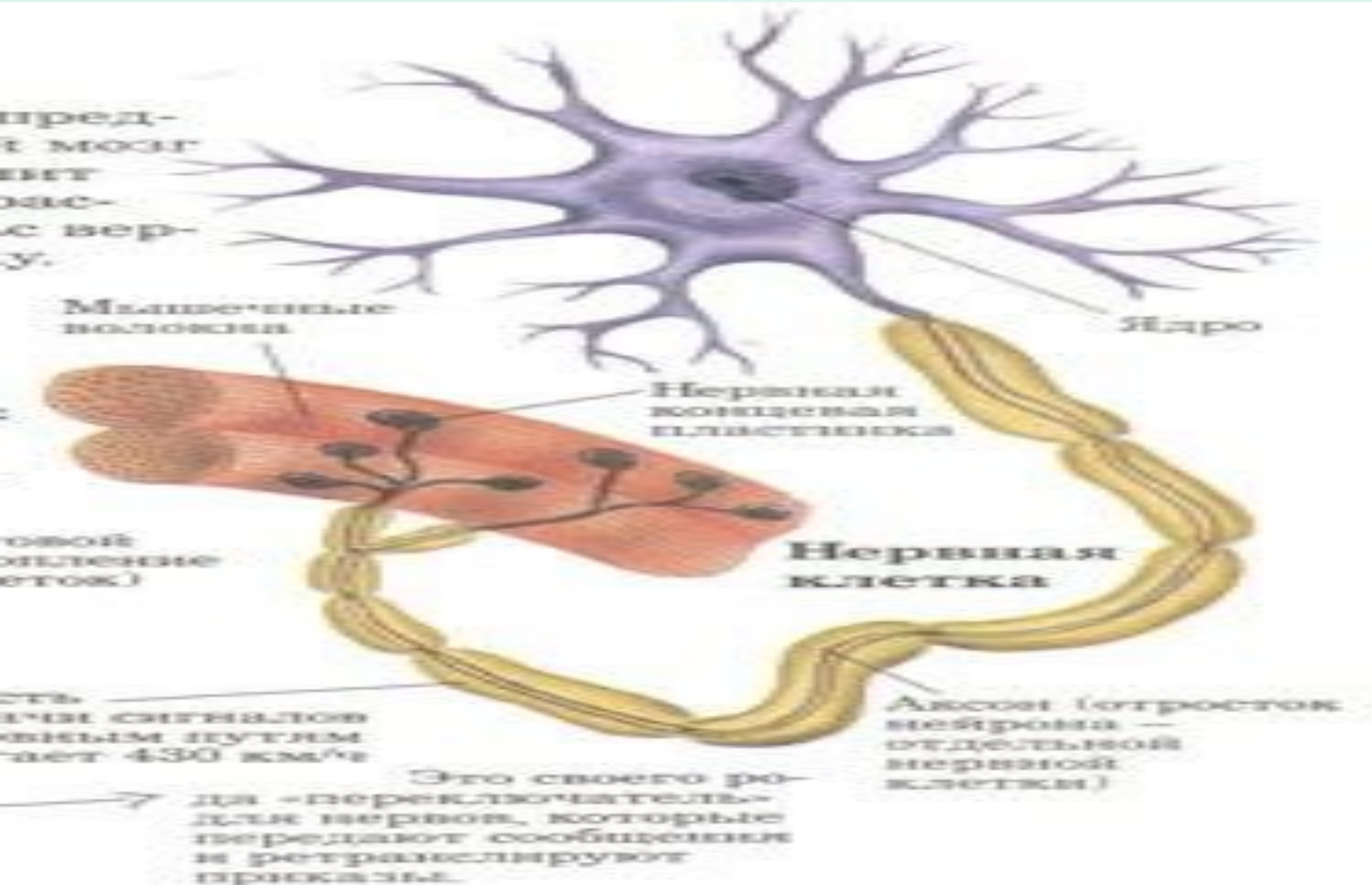


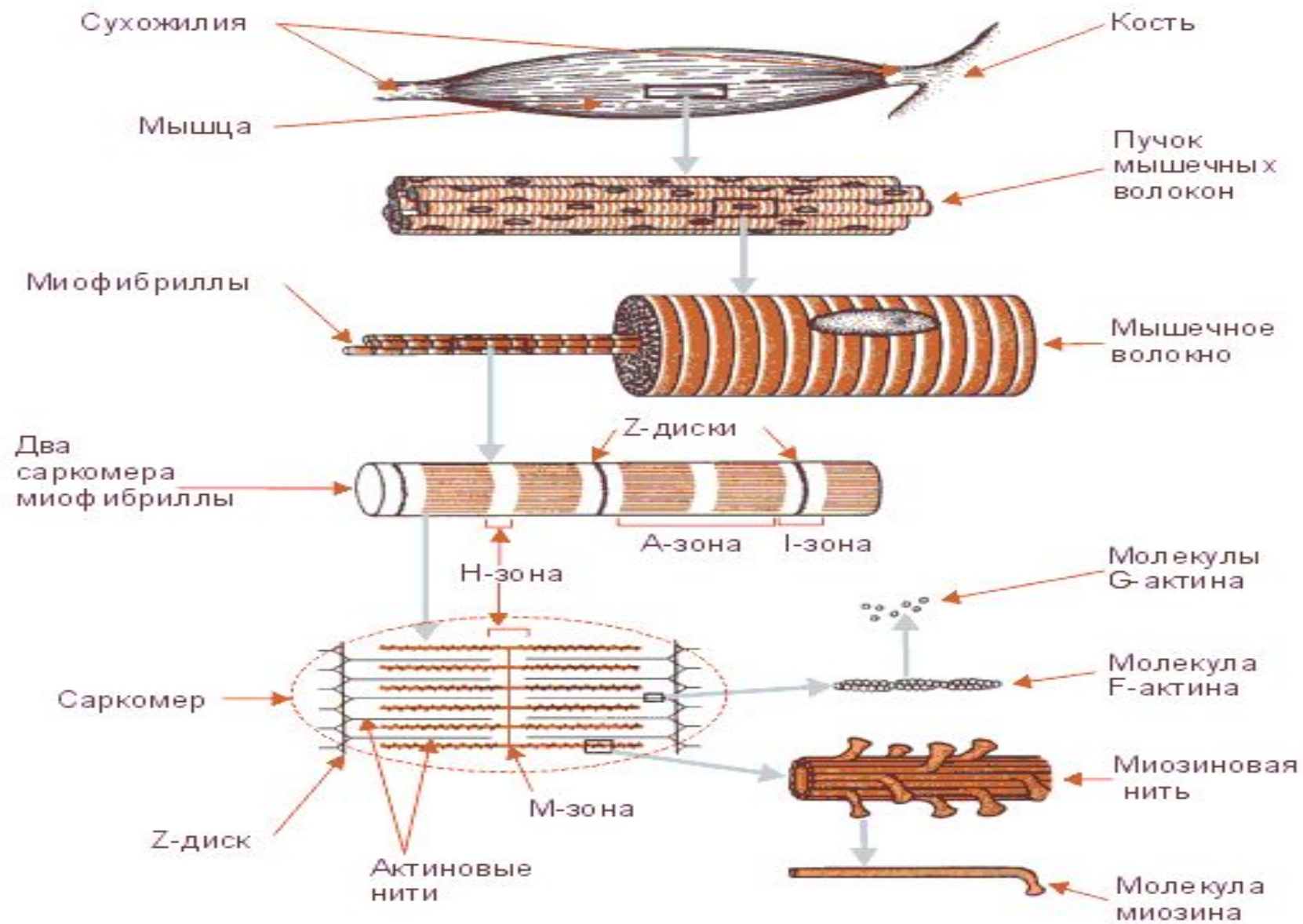


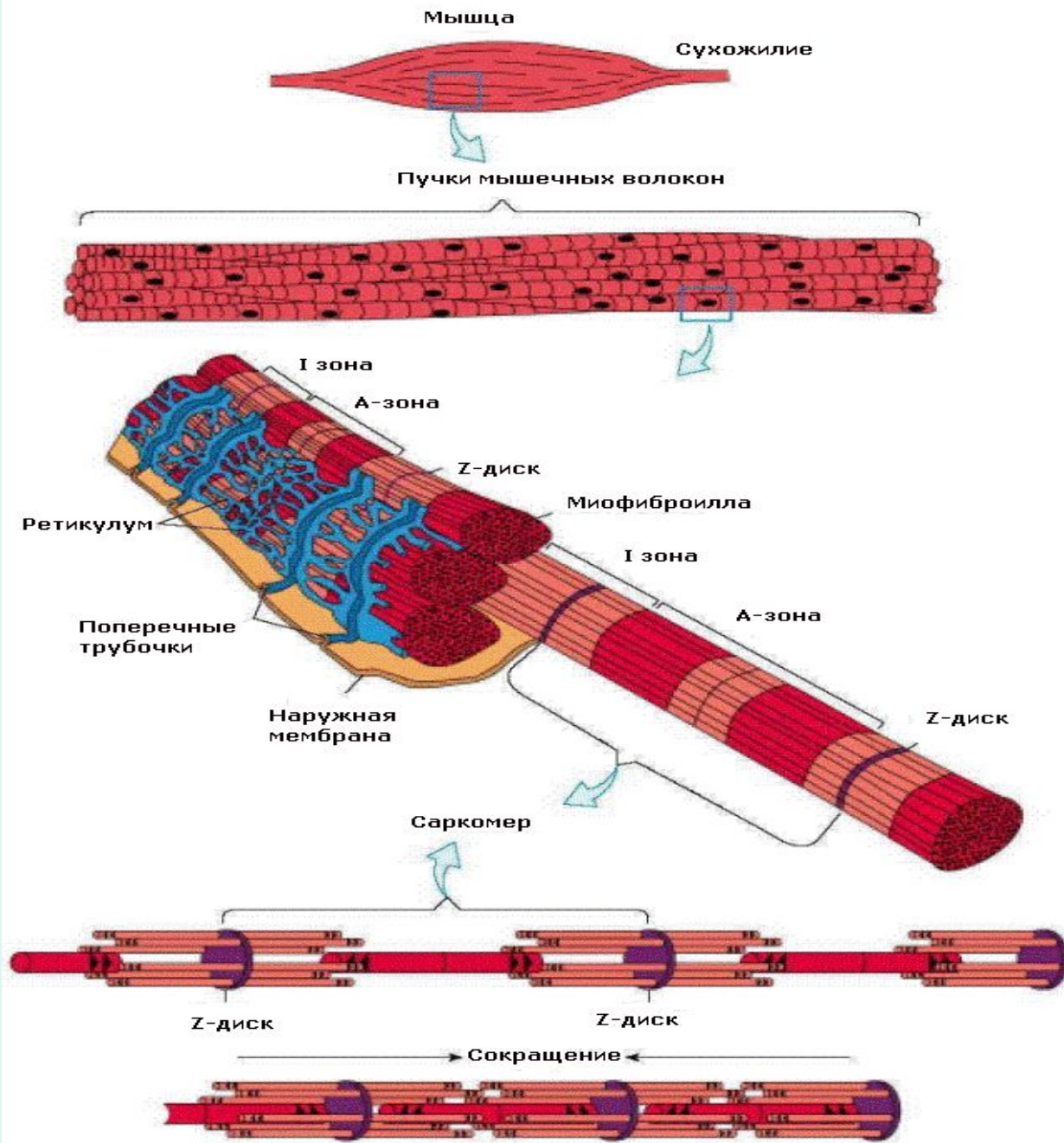
Қозғалтқыш бірлік

- Жұлынның бір қозғалтқыш нейроны (мотонейрон) мен оның иннервациялайтын бұлшық ет талшықтары.

ҚОЗҒАЛТҚЫШ БІРЛІК



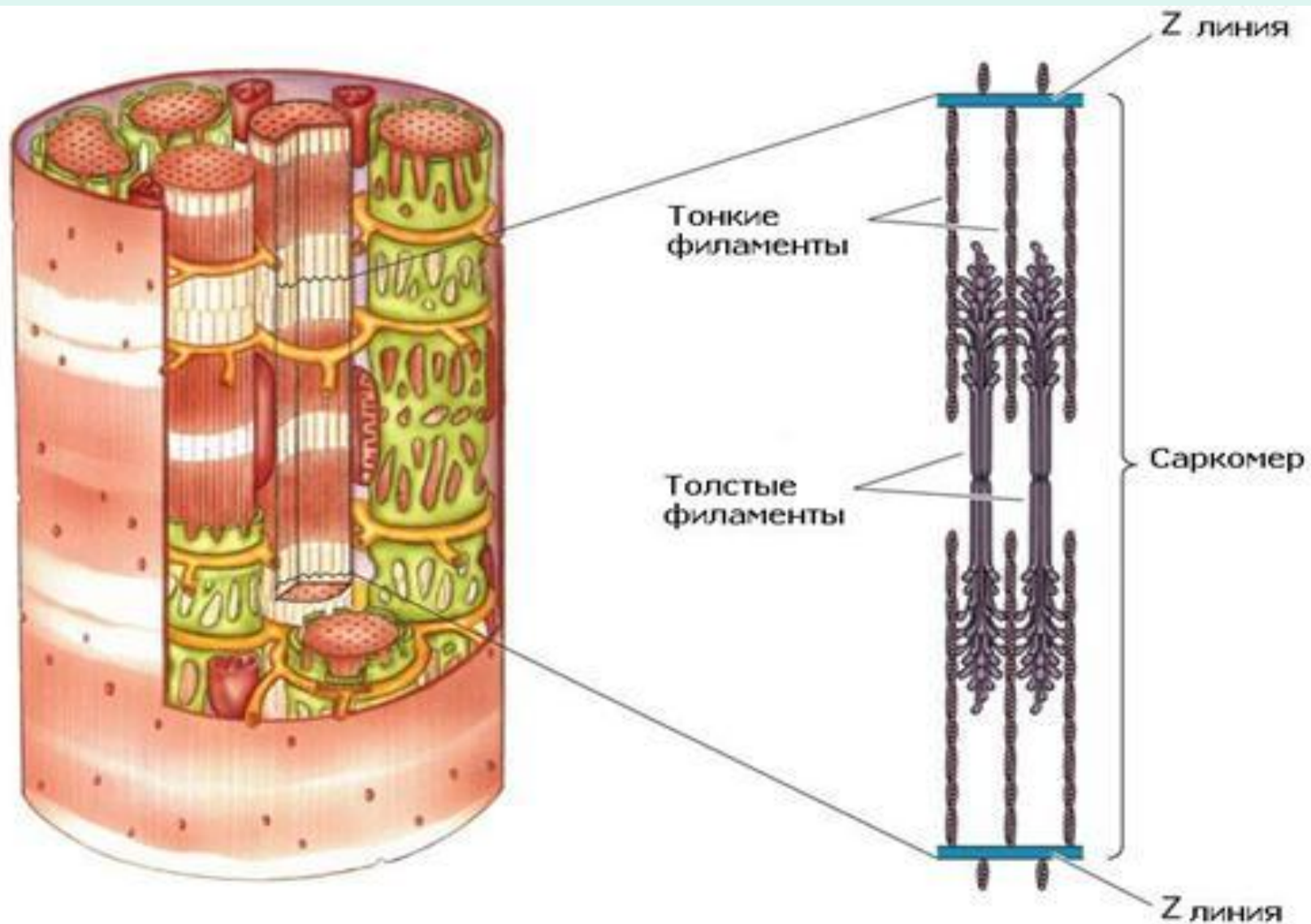




Веретенообразная мышца состоит из пучков мышечных волокон. Зрелое мышечное волокно практически полностью заполнено миофибриллами – цилиндрическими образованиями, сформированными из системы перекрывающихся толстых и тонких нитей, образованных сократительными белками. Миофибрилла состоит из одинаковых повторяющихся элементов, так называемых саркомеров.

Саркомер ограничен с двух сторон Z-дисками. К этим дискам с обеих сторон прикрепляются тонкие актиновые нити. Нити актина обладают низкой плотностью и поэтому под микроскопом кажутся более прозрачными или более светлыми. В середине саркомера располагается система толстых нитей, построенных преимущественно из другого сократительного белка, миозина. В ходе сокращения миозин становится способным взаимодействовать с актином и начинает тянуть нити актина к центру саркомера. Вследствие такого движения уменьшается длина каждого саркомера и всей мышцы в целом. При этой системе скользящих нитей не изменяется их длина (ни нитей актина, ни нитей миозина). Укорочение является следствием лишь перемещения нитей друг относительно друга.

Сигналом для начала мышечного сокращения является повышение концентрации Ca^{2+} внутри клетки, которая регулируется с помощью специальных кальциевых насосов, встроенных в наружную мембрану и мембраны саркоплазматического ретикулума. Приведенная схема дает лишь общее представление о механизме сокращения мышц.



Структура миофибриллы

Мембрана

Поперечная система ретикулума

Концевые цистерны триад

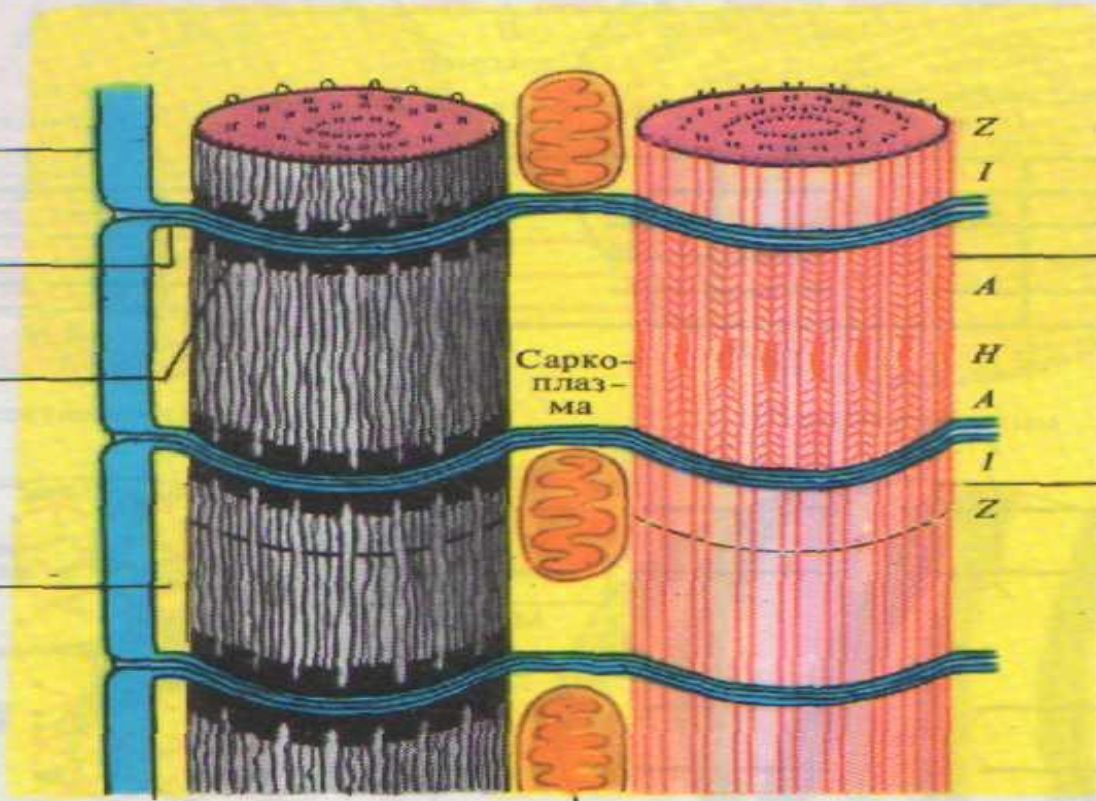
Саркоплазма

Саркоплазма

Митохондрия

Миозин

Актин



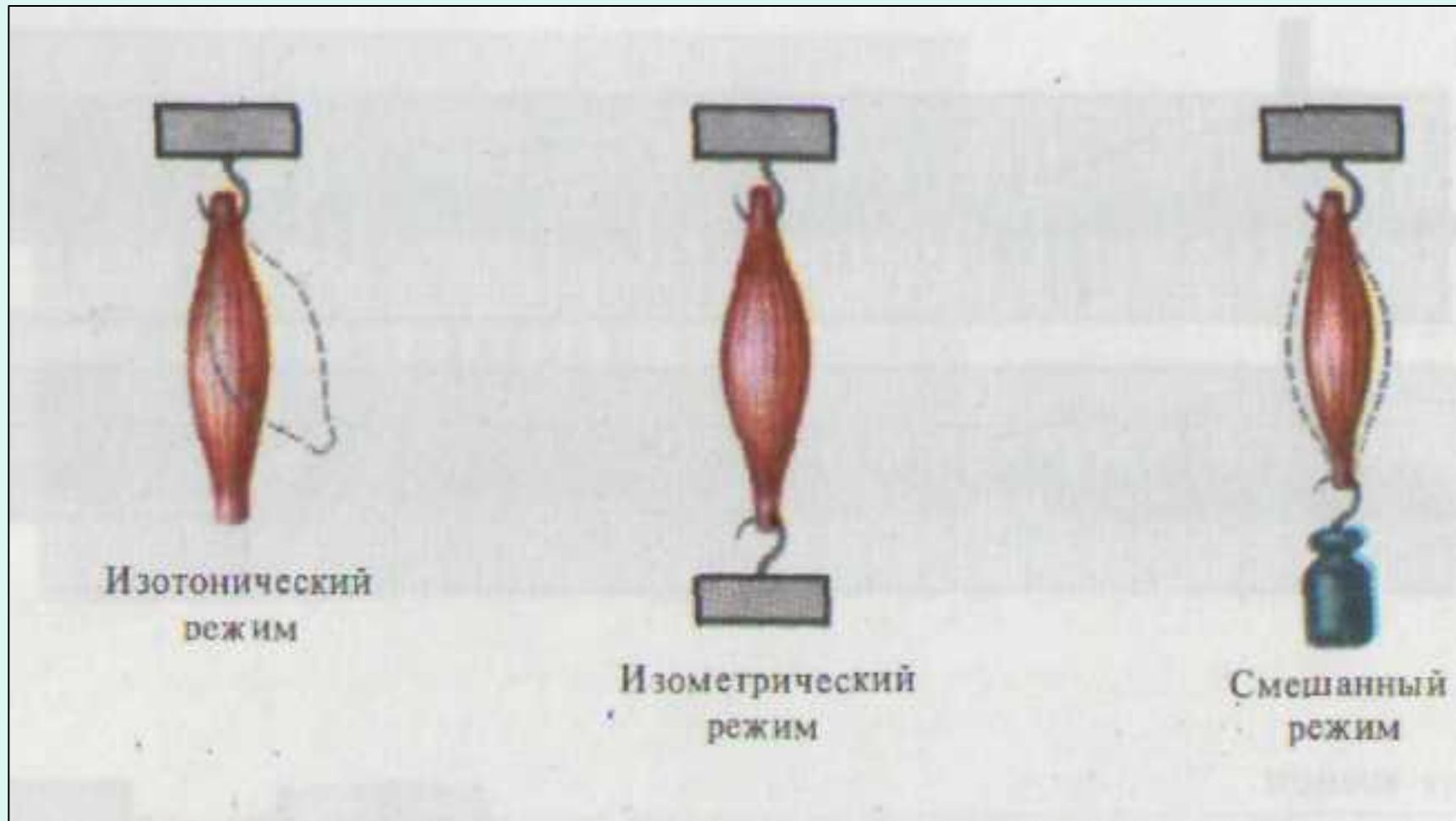
I

II

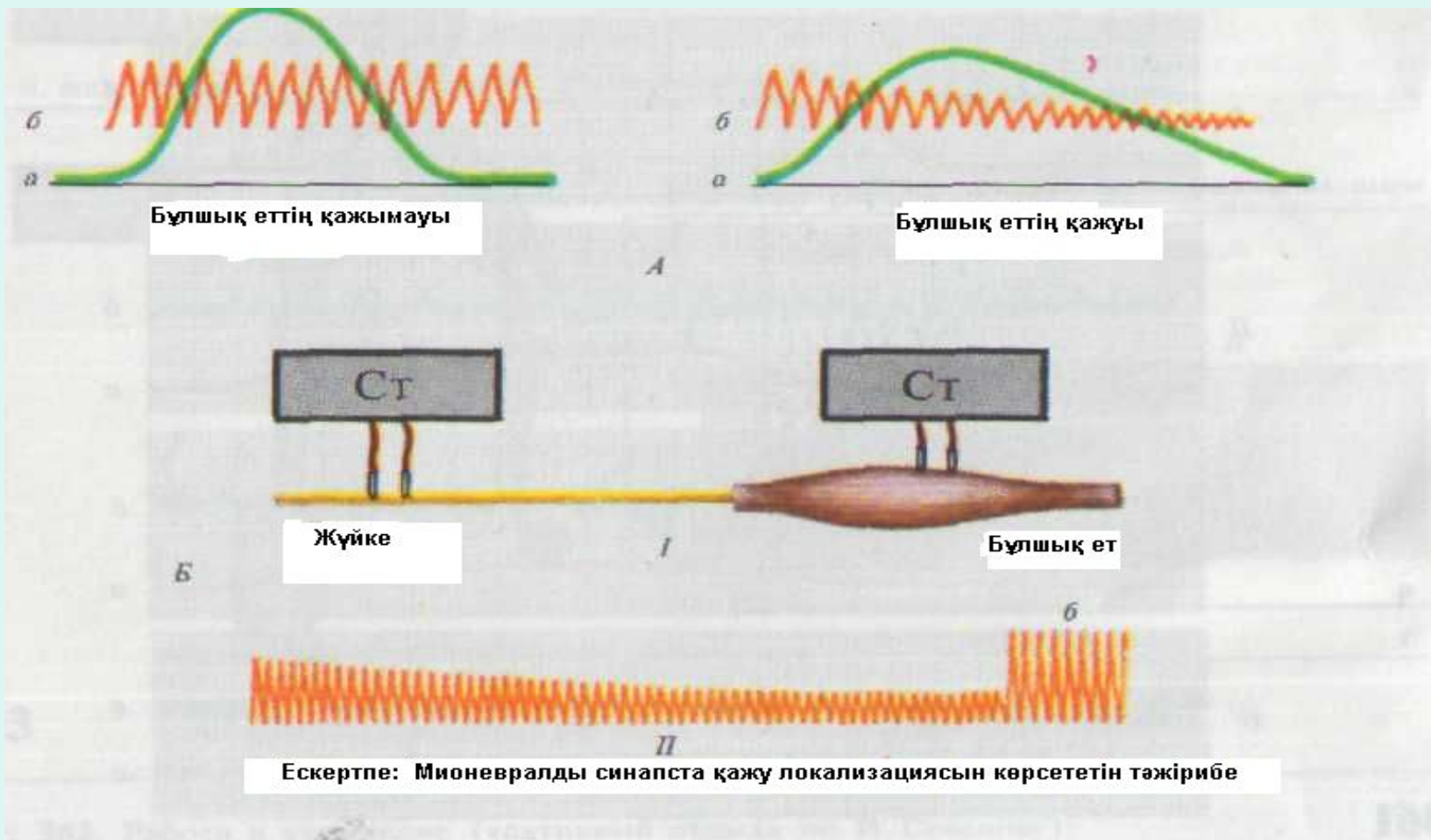
Таблица 1. Сравнительная характеристика свойств скелетной, сердечной и гладкой мышц

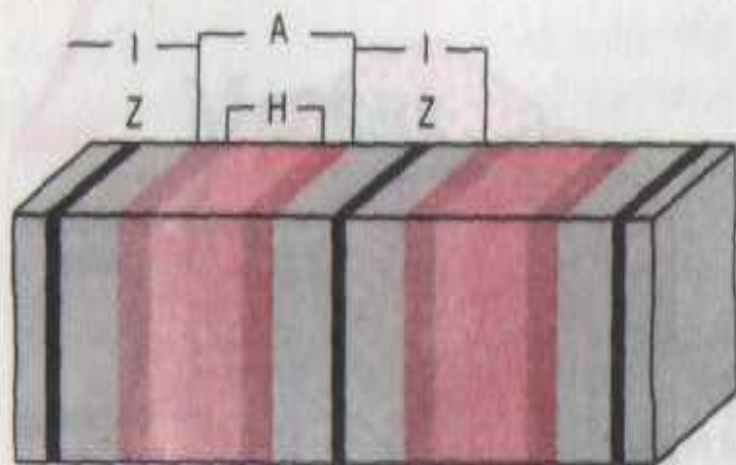
Показатели	Скелетная мышца	Мышца сердца	Гладкая мышца
Хронаксия, мс	0,08–0,4	2–3	20–40
Длительность рефрактерного периода, с	0,005–0,01	0,3–0,4	десятые доли секунды
Скорость проведения возбуждения, мс	6–11	1–4	0,5–1
Длительность одиночных сокращений, с	0,05–0,1	0,5–0,8	десятки секунд

Режимы сокращения мышц

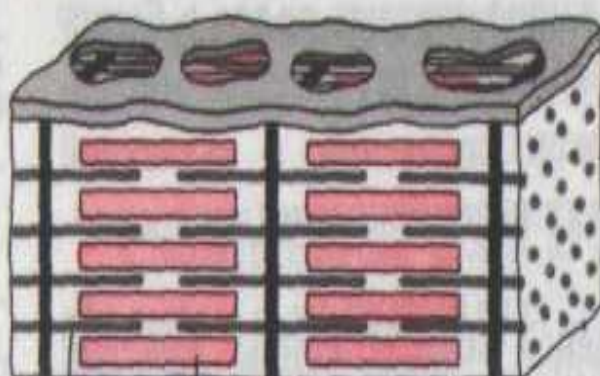
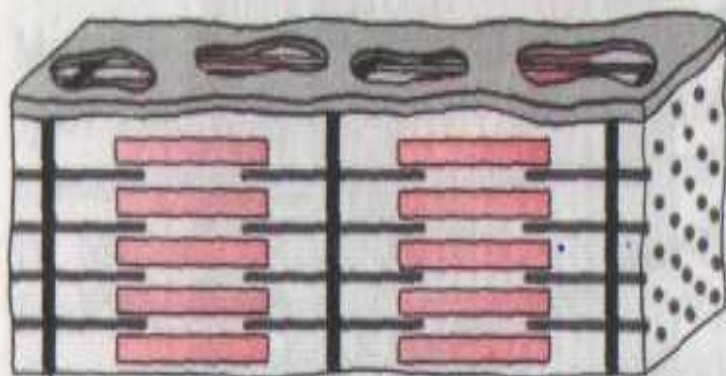


Синапта қажу локализациясы



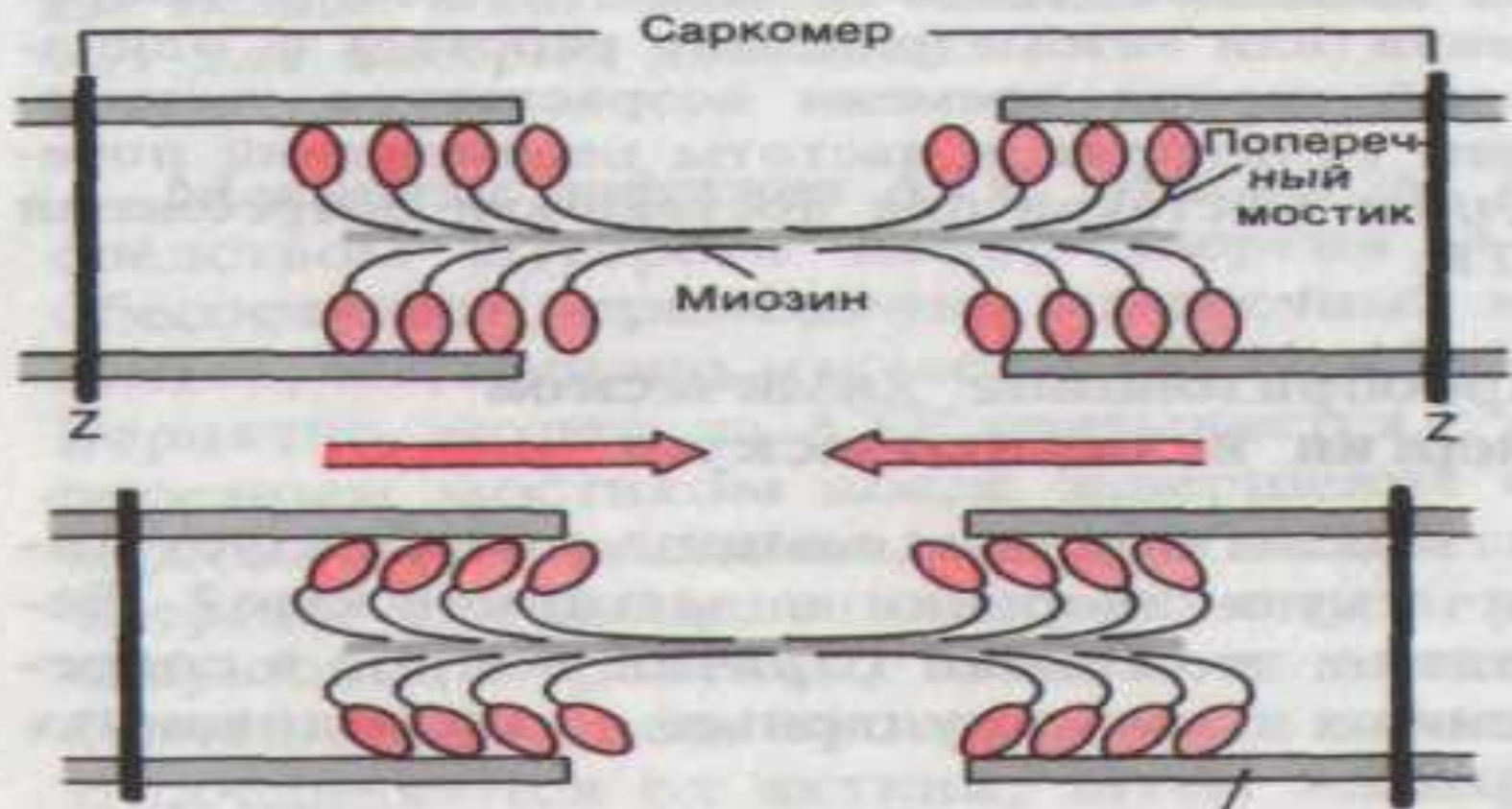


A



Б

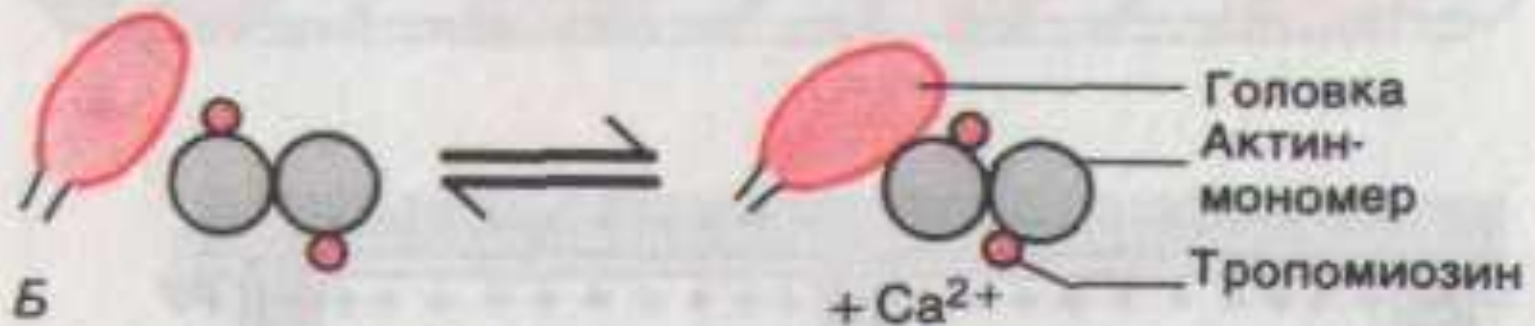
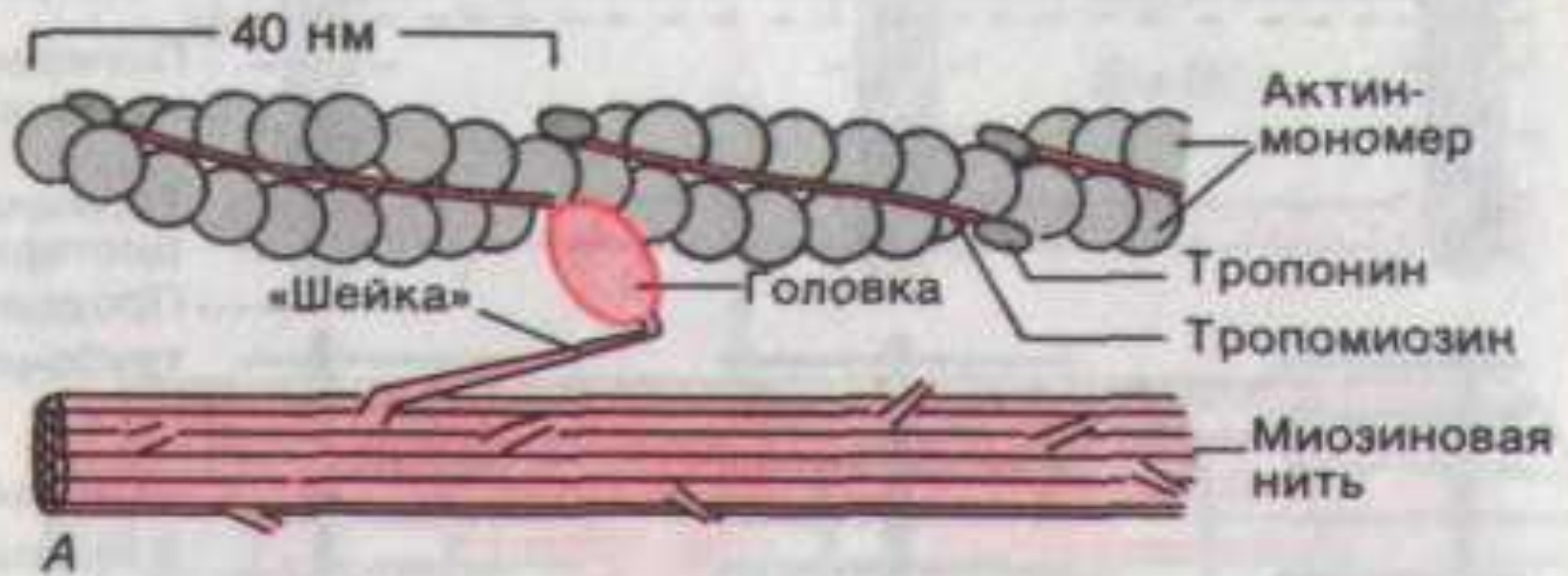
Z Актин Миозин

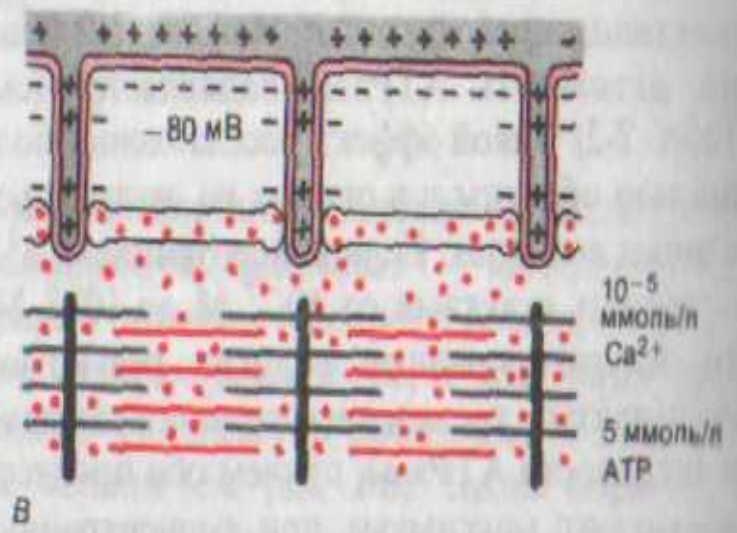
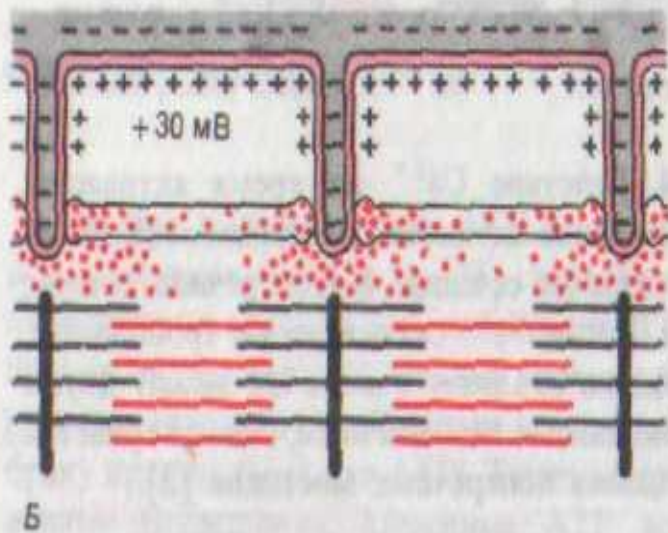
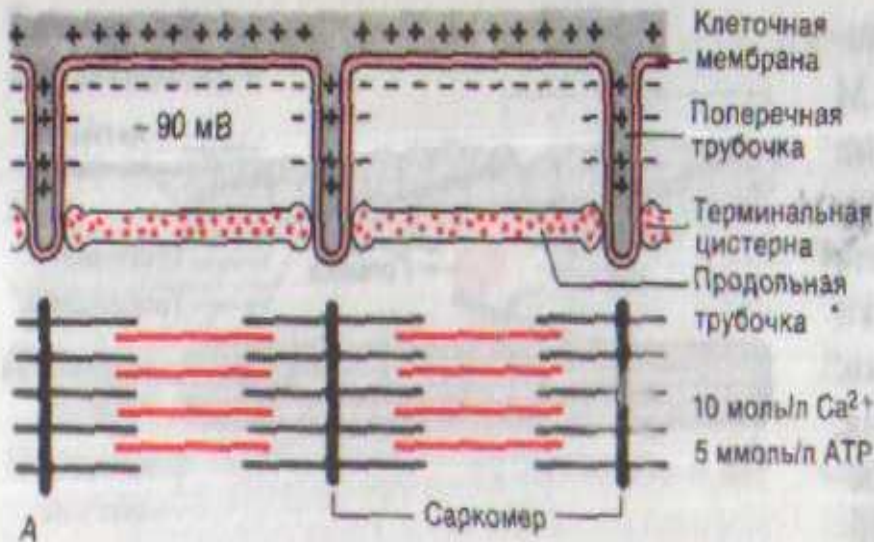


A



Б





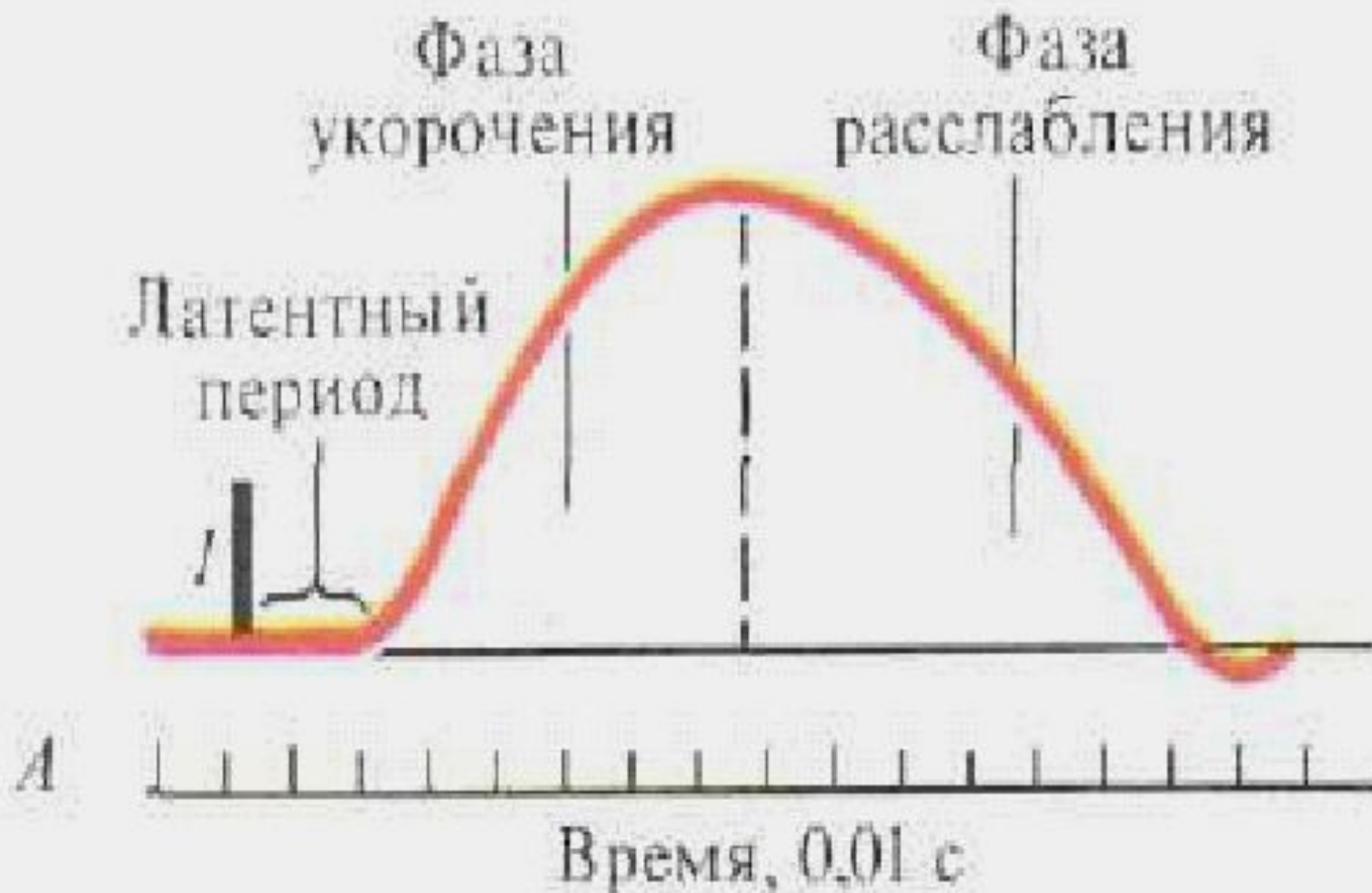
- Дара тітіркендіргіш әсеріне бұлшық ет дара жиырылу арқылы жауап береді; ол үш кезеңнен тұрады:

- латентті;

- қысқару ;

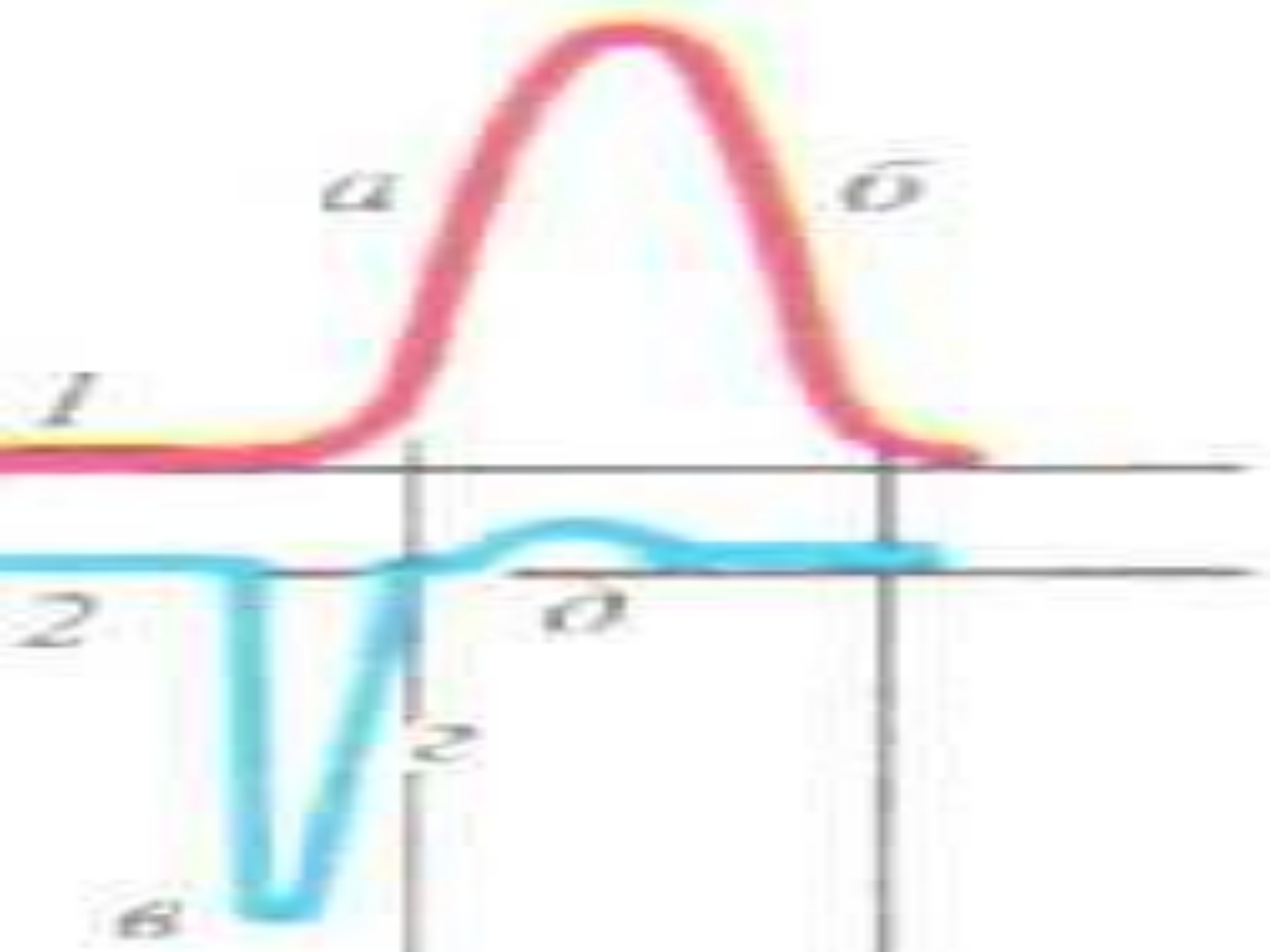
- босаңсу.

БҰЛШЫҚ ЕТТІҢ ДАРА ЖИЫРЫЛУЫ



Бұлшық еттердің дара жиырылуы тек лабораториялық жағдайларда кездеседі, ал бүтіндігі жойылмаған организмде ол жоқ. Организмге қалыпты күйде тән жиырылу – сіресіп жиырылу.

- Тетануска тән : тез арада пайда болып, таралатын қозу толқыны.
- Тонуска тән: жергілікті ұзақ мерзімді, тұрақты таралмайтын қозу.

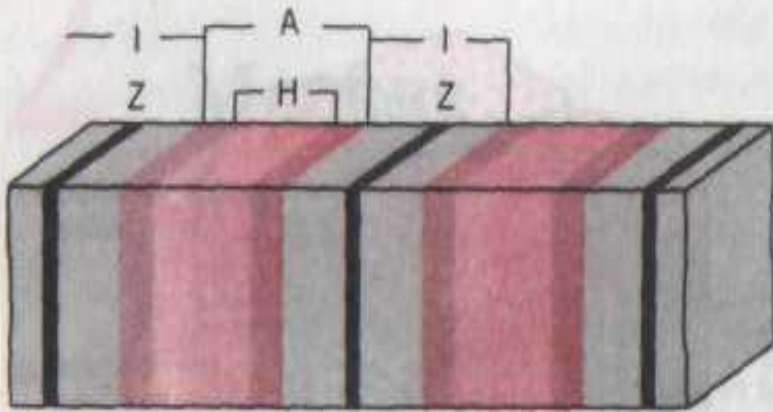


- Бұлшық ет – ұзын, цилиндр тәрізді көп ядролы **миоциттерден тұрады.**

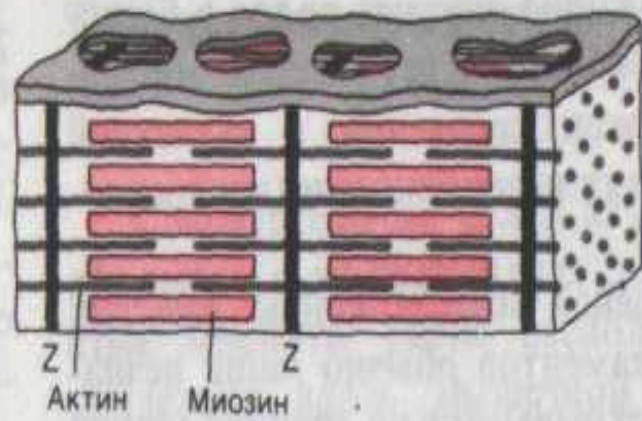
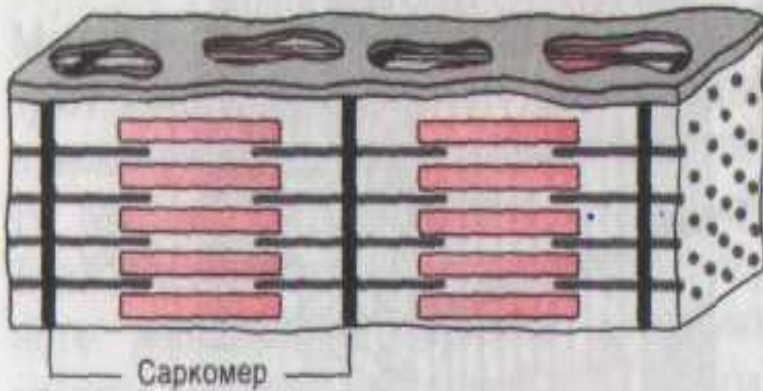
Миоциттерде бұлшық еттің жиырылғыш элементтері **миофибриллалар** орналасады.

Миофибрилла **актин** мен **миозин** белоктарынан тұрады.

- Актин белоктарының құрамына модуляторлы белоктар – тропонин мен тропомиозин енеді.
- Бұлшық ет талшығы құрылымды-функциялық бірліктер саркомерлерге бөлінген.

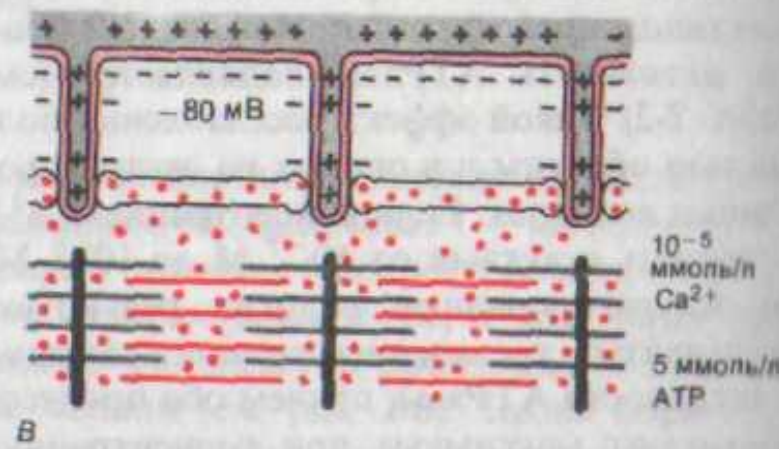
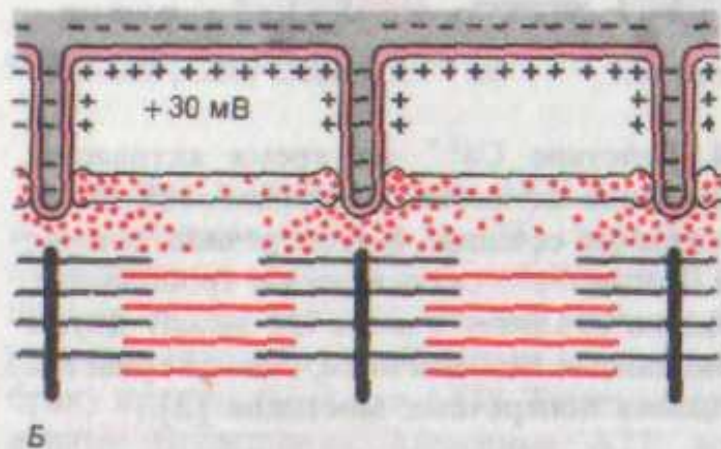
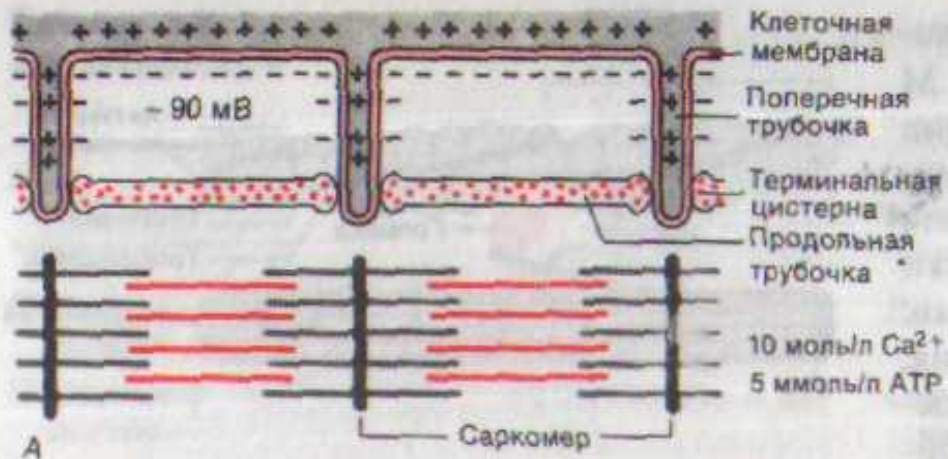


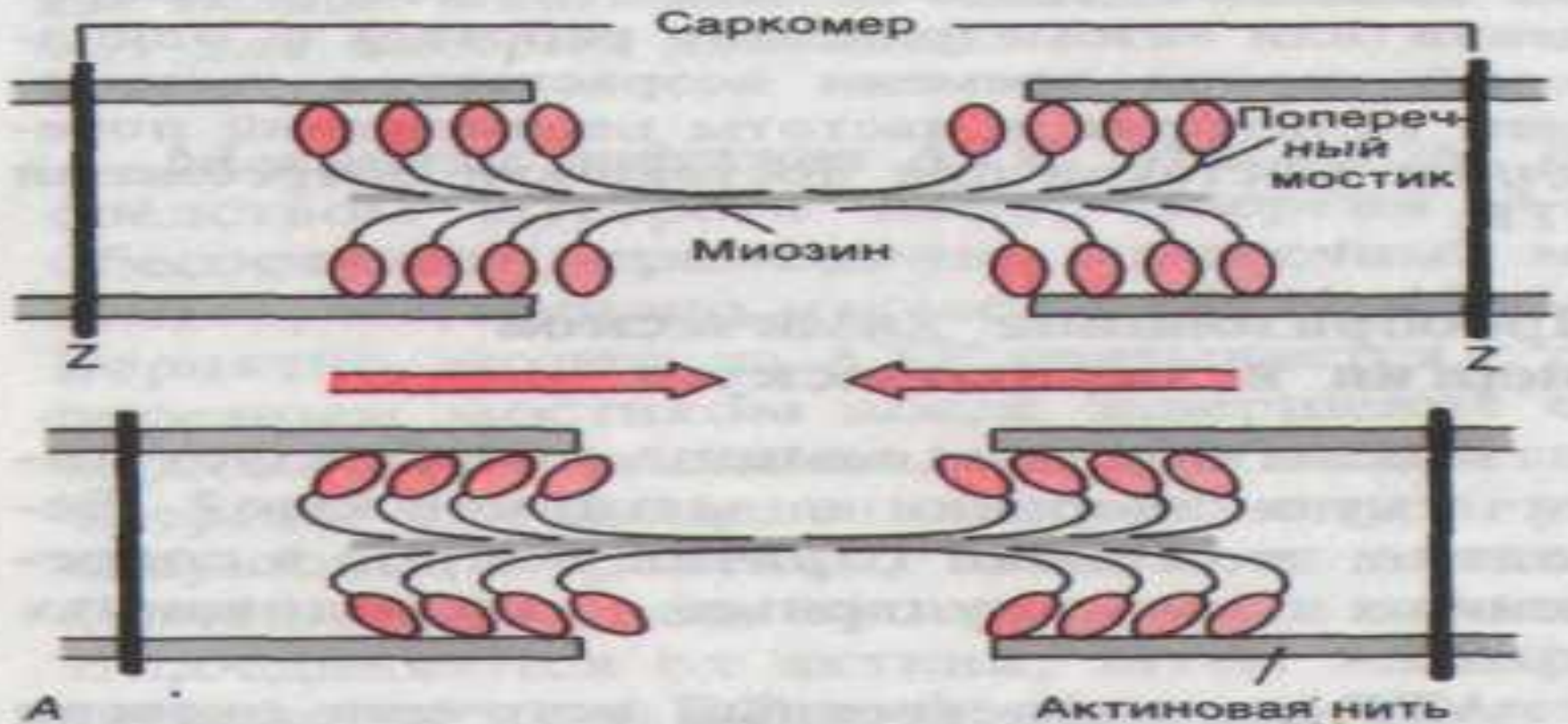
A



Б

- **Миоцит мембранасы – сарколеммада саркоплазмаға қарай бағытталған көлденең Т-өсінділері болады. Олар миофибрилді саркомерлерге бөлетін Z мембраналарының тұсында орналасқан. Саркоплазмалық ретикулум мембрананың Т-өсіндісімен түйісіп Ca^{+} иондарымен толған цистерна құрайды. Бір Т-өсіндімен екі ретикулум цистернасынан триада құралады.**





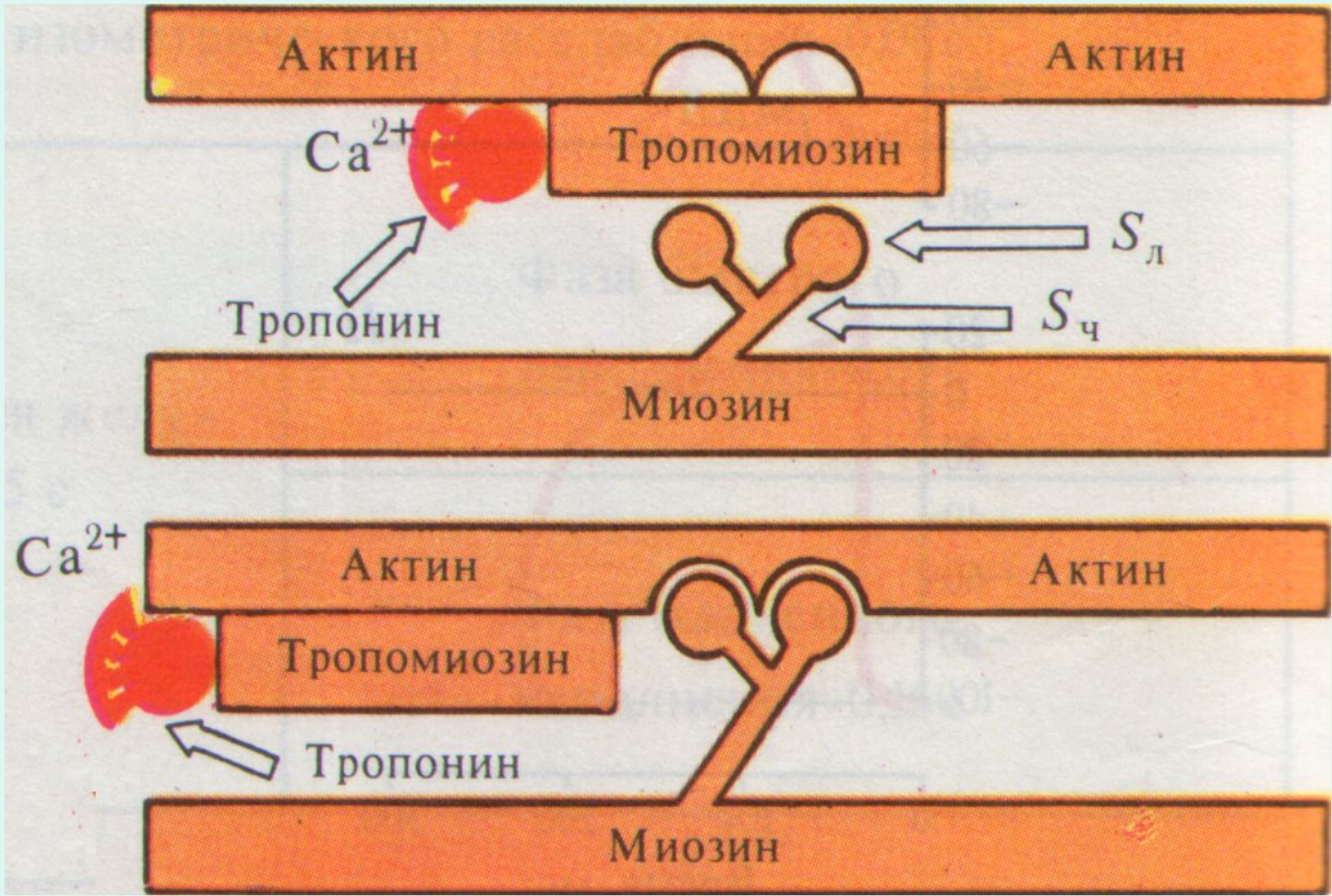
Хаксли лабораториясында әр түрлі жағдайлардағы бұлшық еттің препаратын жасап, соның негізінде «тайғанайтын жіпшелер» теориясы ұсынылды.

1. Бұлшық еттер жиырылғанда А дискісі ұзындығын өзгертпейді.
2. І дискісі қысқарады, сонымен бірге саркомер көлемі кішірейеді.
3. Н аймағы қысқарып, мұнда оптикалық тығыздық аймағы байқалады.
4. Екі Н арасы өзгермейді.

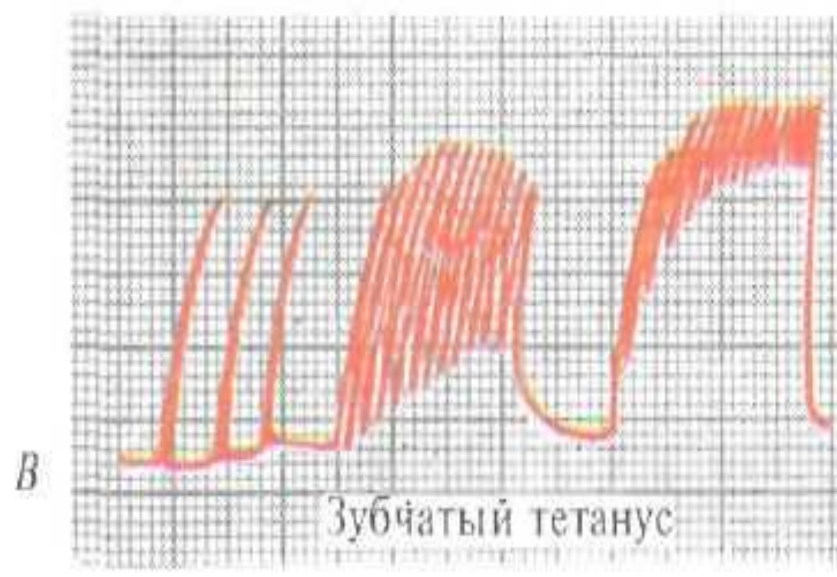
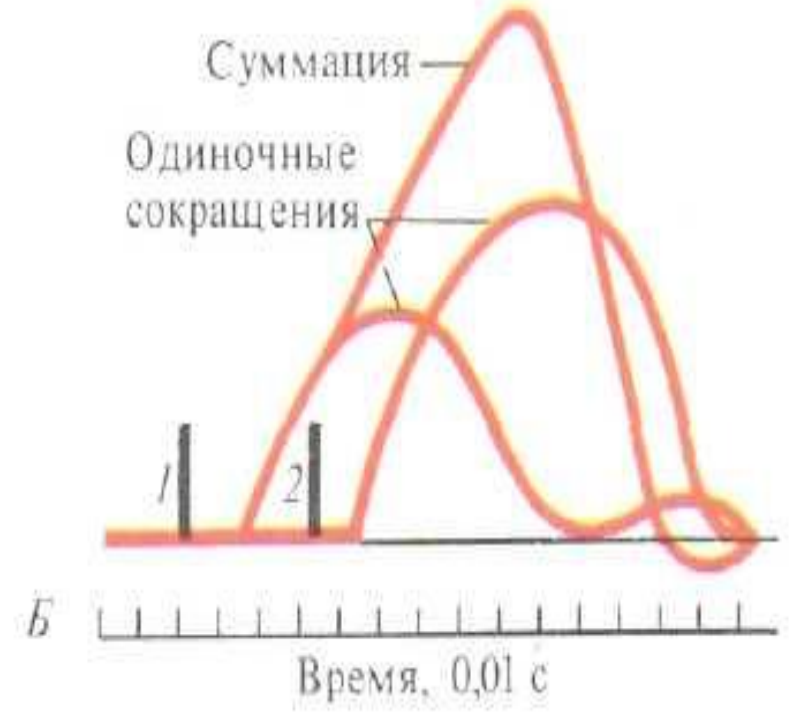
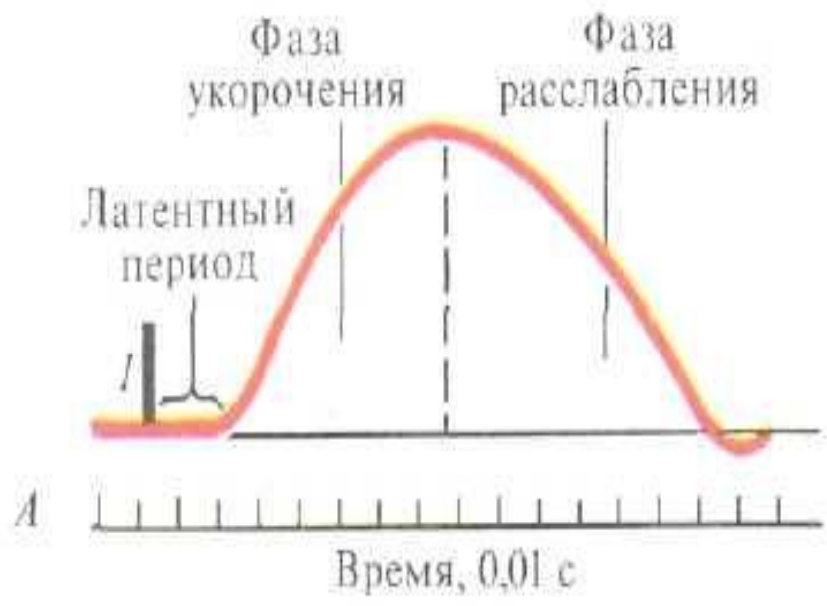
Бұлшық ет жиырылуы

Импульс сыртқы саркоплазмалық мембрананың деполяризациясын тудырады. Тыныштық күйде Ca^{+} жоқ, сондықтан АТФ-аза әрекетсіз. Қозу Ca^{+} ионының ретикулумнан шығуымен аяқталады – **электрохимиялық кезең**. Ca^{+} ионының әсерінен АТФ-аза АТФ молекулаларын ыдырата бастайды.

- **Бұлшық еттер жиырылуы**
- Импульс сыртқы саркоплазмалық мембрананың деполяризациясын тудырады. Тыныштық күйде Ca^{2+} ретикулумда жоқ, сондықтан АТФаза әрекетсіз. Қозу Ca^{2+} ионының шығуымен аяқталады – электрохимиялық кезең. Ca^{2+} ионы босап шыға салысымен АТФаза АТФ молекулаларын ыдырата бастайды. Бұлшық ет босаңсығанда Ca^{2+} саркоплазмалық мембранадағы ретикулумге активті механизм арқылы қайтарылады. Ал егер бұлшық етте АТФ болмаса жиырылмаған бұлшық ет босаңсымайды да қасарысып қалады (мышцы сводят) – **контрактура**. Мұндай жағдайда көпіршелер байланысы қатайып қалады. Контрактураға мысал – адам өлген кездегі бұлшық еттердің қатып қалуы.



- **Бұлшық еттер жиырылу теориялары.** Соңғы уақыттарда қолданылатын теориялардың ішіндегі кеңінен таралғаны молекулярлық «тісті өткізу» теориясы. Бұлшық еттер механохимиялық жүйеге жатады. Оны құрайтын протофибриллалар ұзындығы бірдей – 2μ . Әрбір жуан протофибрилла жуандығы 200 \AA тең болса, жіңішке протофибриллалардың жуандығы – 50 \AA тең. Олардың өзара орналасуы гексогоналды 6–бұрышты, әрбір жуан белок–миозин 6 жіңішке белок–актинмен қоршалып тұрады. Модуляторлы белок–трипсиннің әсерінен миозин екі молекулаға ыдырайды:
 - 1. ауыр меромиозин–глобулярлық;
 - 2. жеңіл меромиозин–фибрилярлық. Молекулярлық салмағы – 500000. Энгельгарт пен Любимова алғашқы рет миозин молекуласында ферменттік қасиет бар екенін ашқан.
- **Актин.** Молекулалық салмағы – 70000 – тізбек құрайтын глобулалар. Екі еселенген спиральдің бұралуымен түзіледі. Ферменттік қасиеті жоқ Бірақ АТФ–пен комплекс түзеді. Саркомердің құрылыстық бағытына «жебе оғы ұшы» (наконечник стрелы) феномені тән. Хаксли лабораториясында әр түрлі жағдайдағы бұлшық еттің препаратын жасап, оның негізінде «тайғанайтын жіпшелер» теориясы ұсынылды.
 - 1. А дискісі бұлшық еттер жиырылу барысында өз ұзындығын өзгертпейді.
 - 2. I дискісі қысқарады, сонымен бірге саркомер көлемі кішірейді.
 - 3. H аймағы қысқарып, мұнда оптикалық тығыздық аймағы байқалады.
 - 4. Екі H арасы өзгермейді.
- Жуан және жіңішке протофибриллалардың өзара сырғанауы жүзеге асады.



>100 раздражений/с

До 35 раздражений/с

До 25 раздражений/с

До 20 раздражений/с

Одиночное
сокращение



Бұлшық еттер күші

- Бұлшық ет күшін – оның көтера алатын жүк салмағымен анықтайды.**
- Күш бұлшық ет жуандығы мен оның көлденең қимасы ауданына тәуелді.**
- Бұлшық еттің абсолютті күші – максималды дамытылған бұлшық ет кернеуінің оның көлден қимасы квадраты қатынасына тең.**
- Өлшем бірлігі кг/см²**
- Екі түрлі көлденең қима бар: геометриялық және физиологиялық.**

Бұлшық ет жұмысы

- Бұлшық ет жұмысы – көтерілген жүк салмағы мен оны көтеру биіктігі көбейтіндісімен анықталады.
- $W=HP$ мұнда W – жұмыс, H – биіктік, P – жүктеме салмағы.
- Өлшем бірлігі – $кг \cdot м$

Жұмыс түрлері:

- Динамикалық
- Статикалық

Орташа жүктеме заңы:

Орташа ырғақты жұмыс кезінде бұлшық еттер жұмыс қабілеті ұзаққа сақталып – жұмыс көп жасалады.

Қажу

ГУМОРАЛДЫ-ЛОКАЛДЫ ТЕОРИЯ

- Әлсіреу
- Тұншығу
- Улану

ЖҮЙКЕЛІК ТЕОРИЯ

Белсенді дем алу

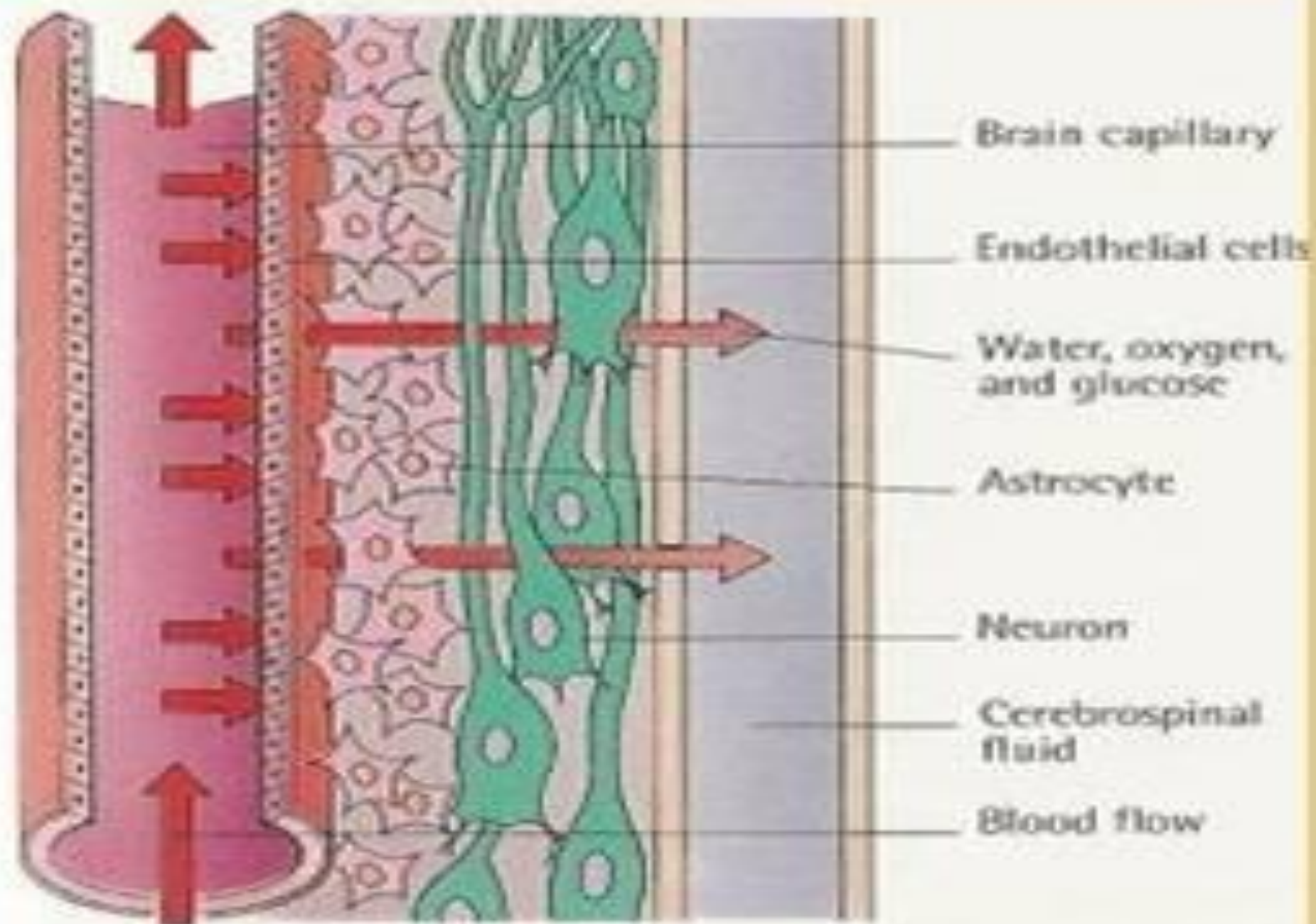
- **Ой еңбегінің дене еңбегімен алмасуы;**
- **Қарама-қарсы қолдар жұмысы.**

Бірыңғай салалы бұлшық еттердің физиологиялық қасиеттері:

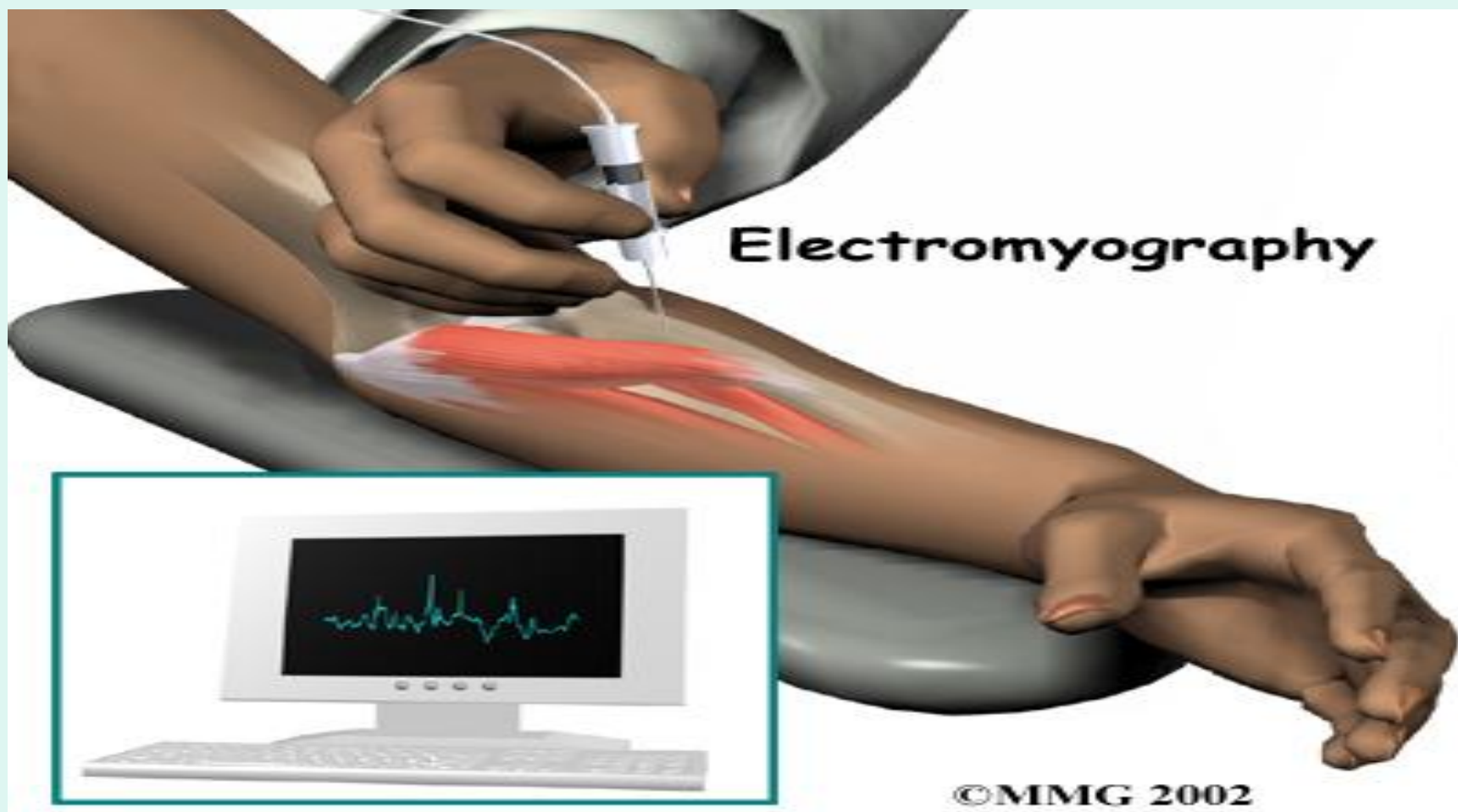
Тұрақты шекаралары жоқ жасушалар, синцитий түзеді.

- Қозғыштығы төмен. МП - $-30 - -60$ mV;
- Тітіркендіргіш күші өскен сайын ҚП амплитудасы өседі;
- ҚП баяу түзіледі, уақыты жағынан созылмалы;
- Лабильділігі төмен;
- Дара тітіркендіргішке – ұзақ, бірнеше тітіркендіргішке – бір жауап. **Интегративті құрылым.**

6. Қозу өткізу бұлшық ет ұзындығына байланысты, қысқа болса – баяу өткізу;
7. Қозу бұлшық еттің ұзына бойына да, көлденең де өткізіледі;
8. Сфинктер функциясын атқарады. Жиырылу және жазылу кезінде тонус өзгермейді – **пластикалық тонус**.
9. Ешбір қосымша тітіркендіргішсіз ұзақ уақыт жиырыла алады.
10. Тетанусы өте төмен жиілікті тітіркендіргішке пайда болады.
11. **Псевдотетануска** қабілетті босаңсу фазасы созылыңқы.
12. Химиялық заттарға сезімтал, өз медиаторларына-ацетилхолин.
13. Адекватты тітіркендіргіші – **керілу, созылу**.
14. **Автоматия** тән.



Электрoмиoграфия



Электромиография



Динамометрия



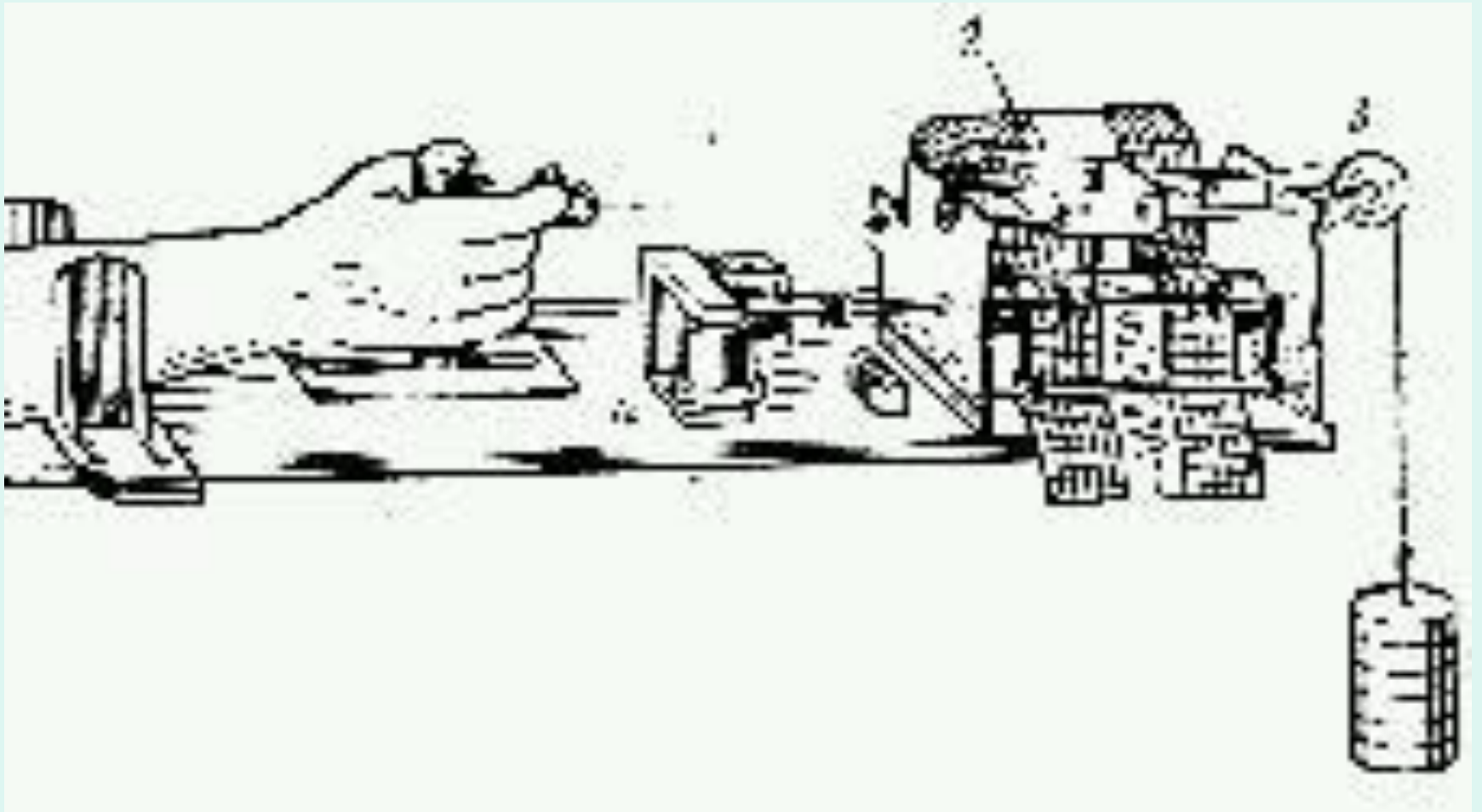
Динамометрия



Динамометр



Эргография



Қорытынды білім деңгейін бағалауға арналған бақылау сұрақтары:

1. Т- жүйе дегеніміз не?
2. Бұлшық ет жиырылу механизмінде кальций ионның ролі қандай?
3. Тәжірибе жүзінде тісті және тетанустық жиырылу үшін алғы шарт.
4. Орташа жүктеме ережелері нені білдіреді?
5. Бұлшық ет жиырылуының жинақталу түрлері.
6. Бүкіл ағзадағы қажудың оқшауланған бұлшық еттің қажуынан айырмасы қандай?

Қорытынды білім деңгейін бағалауға арналған бақылау есептері:

1. Басында интервалы 0,05 секундтан ұзағырақ, одан кейін 0,05 секундтан қысқа интервалды ырғақты тітіркендіргішпен бұлшық етке әсер етеді.

Сұрақтар:

- а) Миограммада бірінші және екінші жағдайда бұлшық ет жиырылуының қандай түрі тіркеледі. Жауапты түсіндіру керек.
- б) Бұлшық еттің жиырылу амплитудасының стимул көлеміне тәуелділігі қандай болады?
- в) Егер бұлшық ет жиырылу күші стимул көлеміне тәуелді болса, онда тәуелділік шегі бола ма?

Қорытынды білім деңгейін бағалауға арналған бақылау есептері:

2. Алдыңғы тітіркендіргіш әрекетінен туындаған жиырылудың босаңсу фазасында ырғақты кезекті тітіркендіргішпен бұлшық етке әсер етеді.

Сұрақтар:

1. Бұл ситуацияда жинақталу бола ма?
2. Егер болса жинақталудың қандай түрі байқалады?
3. Миограммада тетанустың қандай түрі тіркеледі?

Тәжірибелік жұмыстар:

1. Бұлшық ет жиырылуын жазып алу және оның анализі.
2. Тісті және беткей тетанус.
3. Оқшауланған бұлшық еттердің жиырылу амплитудасының тітіркендіргіш күшіне тәуелділігі.
4. Динамометрия.
5. Эргография.



*ЗЕЙІН ҚОЙЫП
ТЫҢДАҒАНДАРЫҢЫЗҒА
РАХМЕТ !*