



Батыс Қазақстан облысы Марат Оспанов мемлекеттік медицина университеті

Жылжыған Жіптер моделі. Бұлшықет биомеханикасы. Хилл теңдеуі

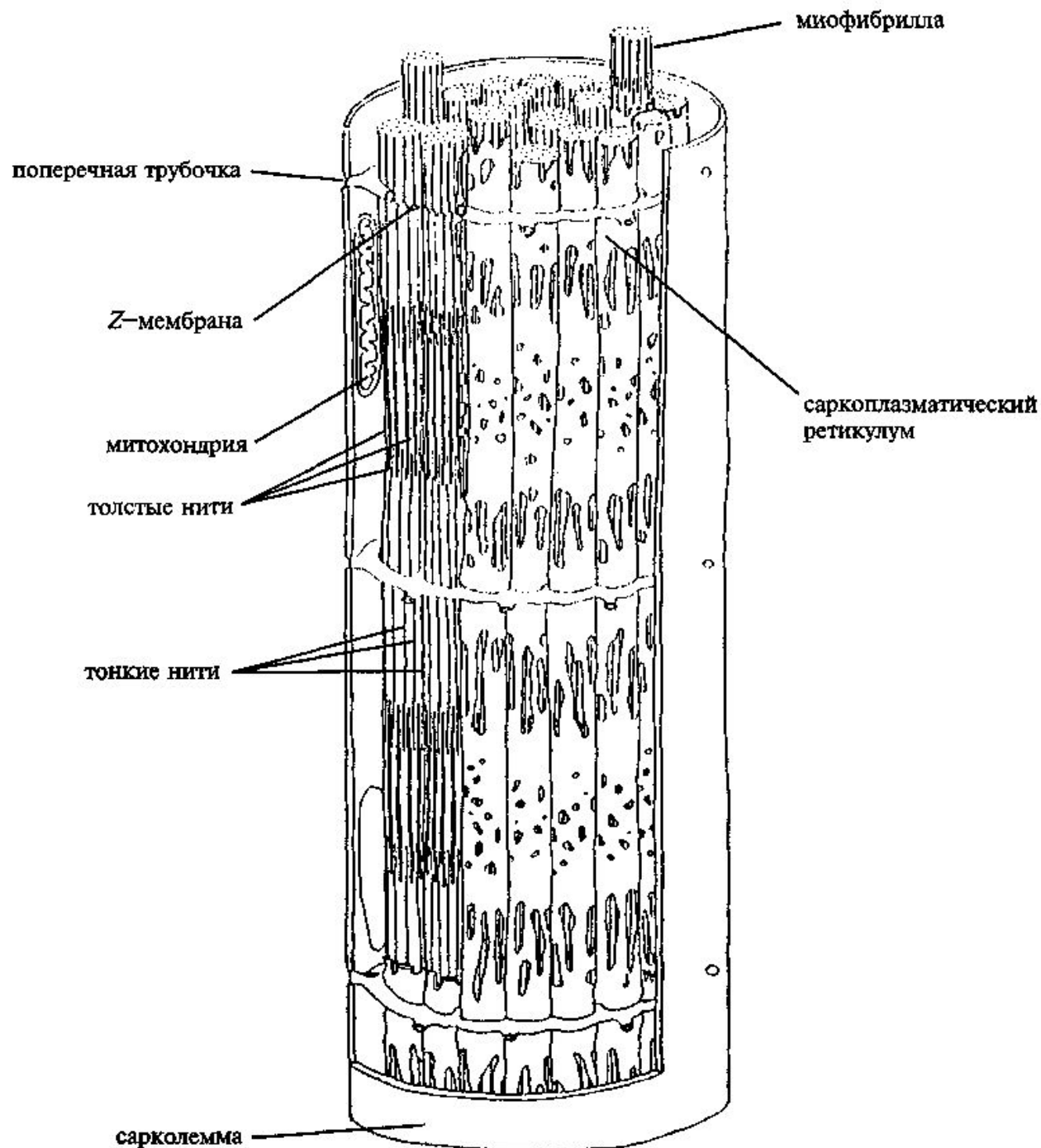
Орындағандар: Мақсот Аида, Ғабит Саулет 117топ

Мазмұны

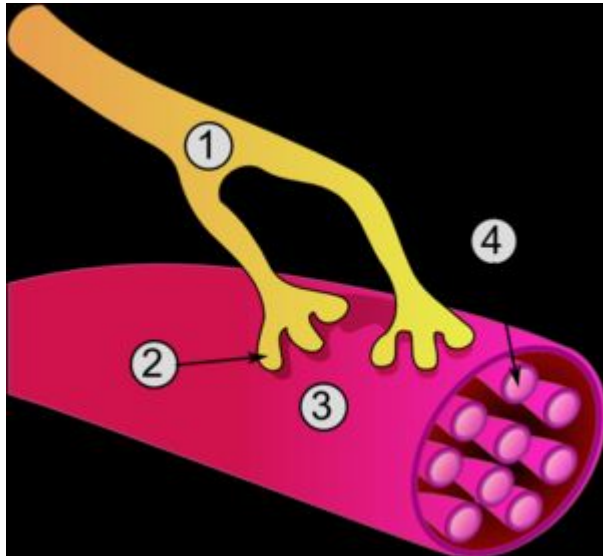
- ▶ Бұлшық ет талшығының құрылысы
- ▶ Бұлшықеттің жиырылуы
- ▶ Хилл теңдеуі

МИОЦИТ

Қаңқа бұлшық еттері көп ядролы жасушалардан тұрады. Олар бір-бірімен бұлшық етті жиырылуға келтіретіп, қозу импульсі өтетін плазматикалық мембранамен байланысқан. Миоциттің диаметрі ұзындығына қарағанда қысқа. Оның ұзындығы түрлі бұлшықтарда 5 тен 100 мм дейін жетеді, диаметрі ұзындығына қарағанда едәуір төмен 10 нан 100 мкм дейін. Мұндай ұзындықтың қалыңдықтан басым болуын ұршық тәрізді торшада оны **талшық** деп атауға мүмкіндік береді. Бұлшық ет талшығы көптеген жеке торшалардың қосындысынан болады. Себебі миоцит (едәуір күрделі торша) құрамында бірнеше ядролар бар.



- ▶ Миофибриллалар
- ▶ Миоцит құрамында (көлденең қимасында) 103 миофибрилл бар. Бұлшық ет жасушасы көптеген қысқару талшықтарынан тұрады. Олар - бір-біріне параллельді орналасқан миофибриллдер деп аталады (Сурет 1). Қысқаруға бейім миофибриллдер диаметрі жуықтағанда 1мкм-ді құрайды.

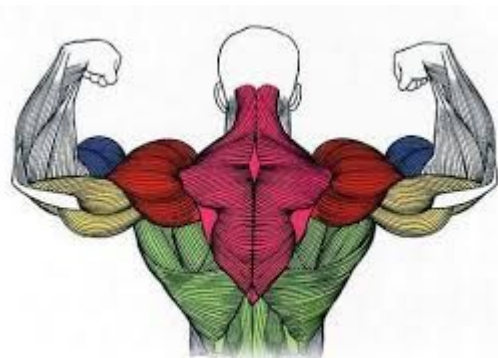


1. Аксон
2. Нервно-мышечное соединение
3. Мышечное волокно
4. Миофибриллы



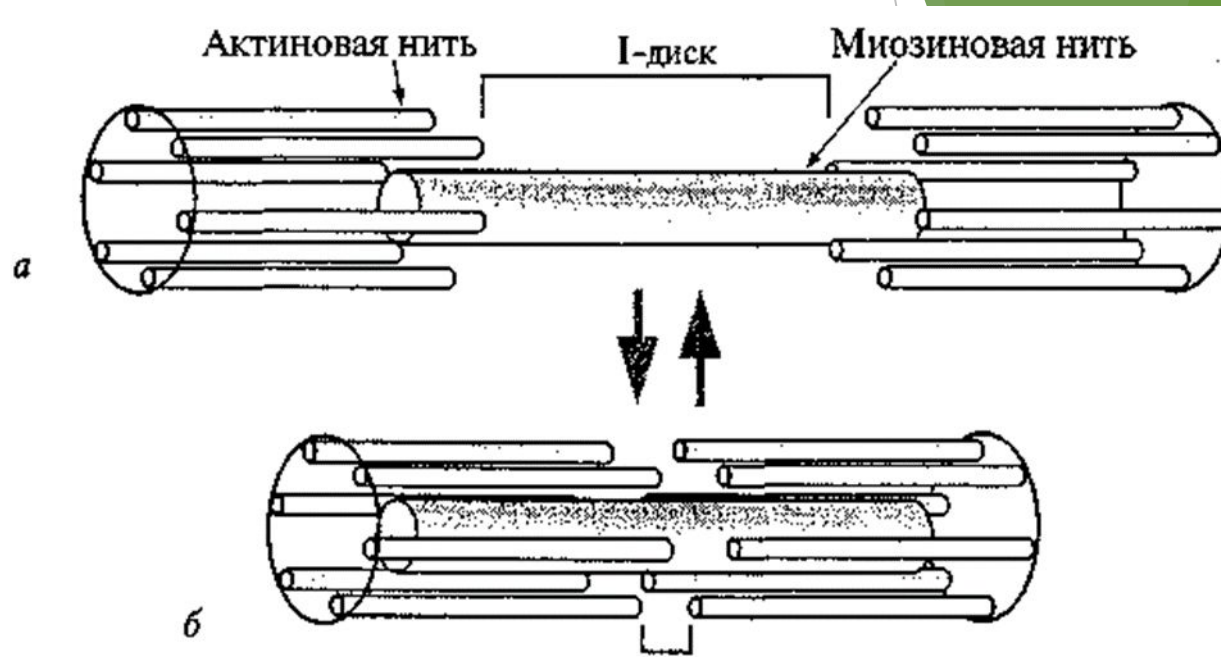
Сур.2. Көлденең жолақты бөлшегі ет
миоцитінің электронограммасы: А —
анизотропты диск; І — изотропты диск; Z — Z
сызығы (жолақ)

Бұлшықеттің жиырылуы



- ▶ Бұлшық ет жиырылуы кезінде 1 секунд ішінде 5 циклдік секіріс жасайды (көлденең көпірлердің байлануы және босауы). Көпірлер бірдей бір мезетте жұмыс істемейді: біреулері актин жіпшелерінде байланады, басқалары бұл мезгілде олардан бөлектенеді. М. В. Волькенштейн айтуы бойынша миозинді көпір $5 \cdot 10^{-12}$ шартты қалыптастыруы керек. Мысалы: адам бицепсіне келетін бір аудан көлеміндегі барлық миозинді көпірлерлер $2 \cdot 10^5$ Па кернеуге сәйкес келеді, бұл бұлшық еттің ($1,8 \cdot 10^5$ Па) кернеуіне жақын келеді.

Сур. 8. Актин жіпшесінің миозин жіпшелерімен қоршалуына байланысты жылжуы : а- босаңсу; б - жиырылу.



- ▶ Бір ретті миозин басының актин филаментіне байлануы саркомердің алғашқы ұзындығын 1% қысқартады және шамамен 20% ПЭК-тің 3-5 пиконьютон күш жетілдіреді.

1950-жылдың басында Эндрю және Хью Хаксли, Р.Нидергерк пен Ж. Хэнсон, бұлшық етті рентгенқұрылымды талдау, оптикалық және электронды микроскоппен зерттеулер жүргізіп, бір-бірінен тәуелсіз «Жылжыған жіптер моделін ұсынды».

- ▶ Талшықтың параллельді құрылысы бар бұлшық еттер мен қырлы бұлшық еттер дамытатын күштер қатынасы, келесі теңдеумен өрнектеледі:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{2l}{nb} \sin \alpha \cdot \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha},$$

Мұнда F_1 - қырлы бұлшық еттің жиырылу күші; F_2 - параллельді құрылысы бар бұлшық еттер; l - тыныштықтағы бұлшық ет ұзындығы; n - жиырылу уақытындағы сол ұзындықтың бөлігі; b - бұлшық еттің орташа қалыңдығы; α - қырлы бұлшық ет пен сіңір аралығындағы бұрыш.

Хилл теңдеуі

- ▶ Изотоникалық жиырылуда (сур.3 Б) бұлшық ет тұрақты сыртқы қысым күшінен қысқарады. Жылдам бұлшық ет қысқаруы босаңсуымен ауысады. Қысым арасында (P) және бұлшық еттің қысқару жылдамдығы (v) изотоникалық жиырылуда Хилл тәуелділік- теңдеуі орнатылады:

$$(P + a)v = b(P_0 - P)$$

Мұнда a , b және P_0 - тұрақты шамалар (сур.3 в). a - көбейтіндісі бір бірлік уақытындағы жылу өнімін көрсетеді (жылулық қуаты), P_0 - пайдалы қуатты өрнектейді. Теңдеудің сол бөлігі изотоникалық бұлшық ет жиырылудың толық қуатын сипаттайды. P_0 - максимальді күш, изотоникалық тәртіптегі бұлшық ет.

Назарларыңызға рахмет!