

“Астана Медицина Университеті”

АҚ

Кафедра: Информатика Математика  
Физика

# Презентация

Тақырыбы: Бұлшықет жиырылу биофизикасы

Орындаған:

Тексерген: Адайхан С. А.

# Жоспар

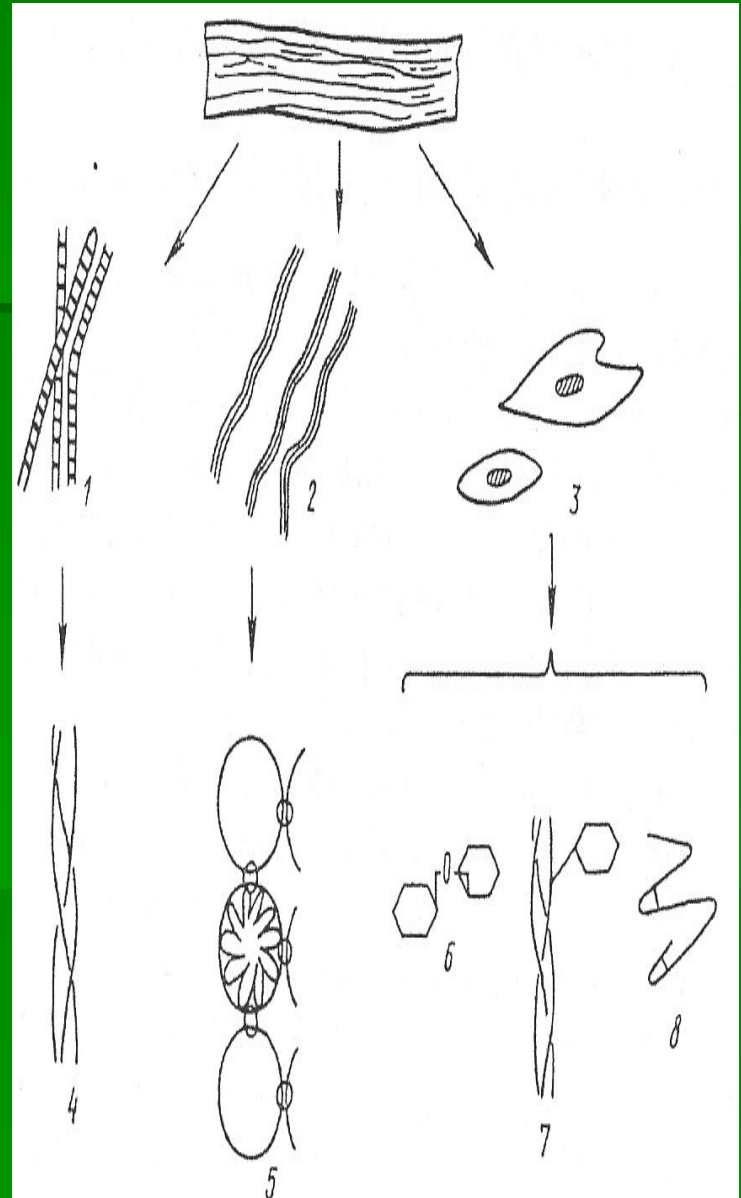
- I кіріспе
- II. Негізгі бөлім
- Жүрек-қан тамырлар жүйесінің құрылысы және механикалық қасиеттері
- Бұлшықеттер құрылысы және биомеханикасы
- Бұлшықет жиырлуының механикалық моделі
- Қорытынды
- Бұлшықет жүйесінің электрлік моделі. Реографияның негізі.

# БҰЛШЫҚ ЕТ ЖИЫРЫЛУЫНЫҢ БИОФИЗИКАСЫ ЖҰМСАҚ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТІНДЕРІҢ ҚҰРЫЛЫСЫ

Биологиялық тіндер: тері, бұлшық ет, қан тамырлар, тыныс алу жүйесі, жүрек клапандарының жапырақшасы және ішкі органдардың (өкпенін, мидың, сіңірдің) және т.б. бездерінің — механикалық қасиеттері қатты тіндермен (сүйектер) салыстырғанда ерекше болады. Жұмсақ биологиялық тіндердің басты қасиеті — олардың аса үлкен шамада (200%-ге дейін) деформациялануы болады. Сонымен қатар олардың механикалық бастапқы және соңғы күйі, сығылғыштығы және ани-зотропиялығы бір-біріне өте ұқсас келеді.

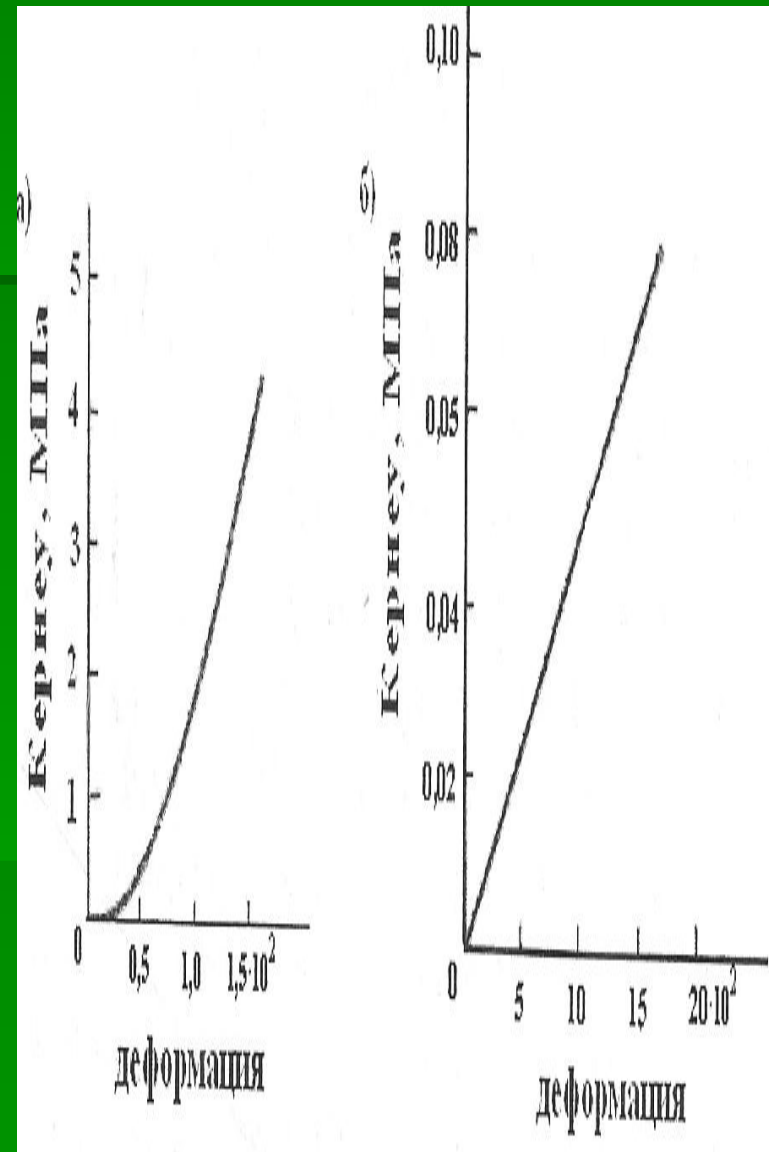
Жұмсақ биологиялық тіндердің құрылысына мынадай компоненттер кіреді: жасушалар, 1 - каллогендік талшықтар, 2 - эластиндік талшықтар, 3 — негізгі құрылым және жасушалар. Әр компоненттің механикалық, биологиялық және иммунологиялық қасиеттері олардың өздеріне тән ультра құрылымдарына тәуелді болады. Бірақ сумен әсерлесуі және сумен байланысты компоненттерінің қасиеттері ерекше. Осы биополимерлерді бес топқа бөлуге болады : (4) коллаген, (5) эластин, (6) гликозаминогликандар, (7) гликопротеиндер және (8) еритін протеиндер.

Байлам тіндерінің ішіндегі ең негізгісі — коллаген, оның құрылымдық пішіні әртүрлі. Коллагеннің ерекшелігі — ол спиральді полипептидті тізбектен спиральдық талшыққа дейінгі барлық деңгейдегі спираль құрайды. Механикалық жүктеме кеп болатын тіндердің негізгі функциясы үшін осындай құрылыс элементтердің бір-бірінің бетімен салыстырмалы сырғанауын шектейді. Коллаген элементтері — тропоколлаген молекулаларынан құралады. Олардың бастары мен ұштары қосылып диаметрі 20—40 нм коллагендік фибриллаларды құрайды. Фибриллалардың диаметрлері тін мен сүтқоректілердің түрлеріне байланысты болады. Фибрилл шоқтары диаметрі 0,2-12 мкм арасындағы талшықтар түзейді. Созылған кезде коллагендік талшықтар және олардың талшықтық құрылымдар шоғы, аз да болса деформацияланады. Кернеу мен деформация бір-бірімен сызықтық емес байланыста болады., Коллагендік тіндердің созылғандағы беріктігі 50-100 МПа болса, серпімділік модулі 1000 МПа болады. Бұл коллагендік тіндердің аса берік болатындығын көрсетеді.



Талшықтық эластинде бір-бірімен байланыстағы екі жіптен есілген арқан сияқты компоненттер бар. Эластиннің осындай құрылымы олардың талшықтарының созылу деформациясына (мөлшерімен 150—200 %) төзімді етеді. Сонда эластиннің серпімділік модулі небәрі 0,6 МПа болады.

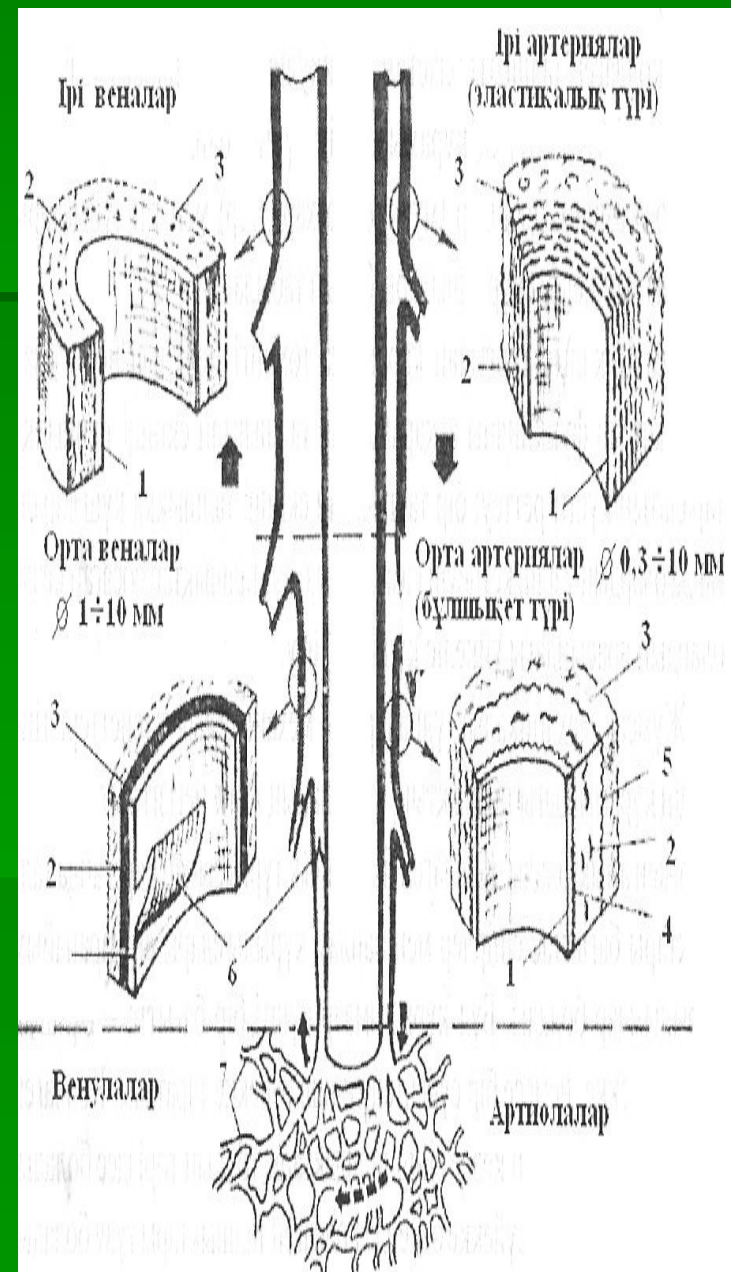
Эластин мен коллаген талшықтарының өзара әсерлесуі жұмсақ биологиялықтіндердің беріктігін және деформациялық қасиетін анықтайды. Мысалы, артерия және өкпе паренхима тіндерде эластин серпімділік қасиет береді. Коллагендік талшықтар бұл тіндерде хаос-ты және толқын тәріздес болып созылып, содан кейін ғана түзіледі



## ЖҮРЕК-ҚАН ТАМЫРЛАР ЖҮЙЕСІНІҢ ҚҰРЫЛЫСЫ ЖӘНЕ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Атқаратын функциясына және құрылыс жағынан қарағанда жұмсақ биологиялық тіндердің ішінде жүрек құлақшалары мен қан тамырларының алатын орны ерекше. Морфологиялық тұрғыдан қарағанда қан тамырларын эластикалық, аралас және бұлшық еттік (тегіс бұлшық ет ұлпалары басым болғандықтан) болып үшке бөлінеді

Үлкен артериялық тамырлардың кабырғалары үш қабатты болады: 1 — ішкі, 2 — орта және 3 — сыртқы қабаттар. Ішкі қабат құрамына эндотелий, астыңғы эндотелий және ішкі эластикалық мембраналар кіреді. Тамырдың ішкі бетін жауып тұрған эндотелиальді жасушаның гемодинамикалық маңызы аса зор: олардың бүтіндігінің бұзылуы тромбалардың пайда болуына әкеп соқтырады. Астыңғы эндотелий — жіңішке эластикалық және коллагендік талшықтардан, байламдық — ұлпалық жасушадан және негізгі заттан тұрады. Ішкі эластикалық мембрана коллагендік талшықтармен оралған эластиндік талшықтан тұрады.



# БҰЛШЫҚ ЕТТЕР ҚҰРЫЛЫСЫ ЖӘНЕ БИОМЕХАНИКАСЫ

Жұмсақ тіндерге қарағанда бұлшық еттер адамның қозғалысын тыныс жолындағы ауаның қозғалысын, қанның қан тамырлар бойы-мен қозғалысын және т.б. қозғалыстарды қамтамасыз ету үшін жұмыс атқарады. Бұлшық еттер екі топқа бөлінеді:

1) қаңқаның әртүрлі бөліктеріне бекітіліп ұлпаның негізін құрайтын көлденең жолақ бұлшық еттер — бұларды қаңқад бұлшық еттері дейді және жүрек бұлшық еттері;

2) қан тамырларының, лимфа тамырларының және ішкі ағзалар-дың қабырғаларының тегіс бұлшық еттері.

Бұлшықеттер формалары қысқа, жалпақ, ұзын және жіңішкет.с. с. әртүрлі болады. Қысқа бұлшық ет омыртқалар арасында тереңде жатады. Олар көлденең бұлшық еттерден аз ғана ұзын болады. Жалпақ бұлшық еттер адамның кеудесінде болады, олардың ұзындығы мен ені қалы\*іДығынан үлкен болады. Бұлшық еттердің екі басыИДа, басқа ағзалармен жалғастырып тұратын сіңірлер болады. Жалпақ бұлшық еттердің сіңірлері жұқа пластина тәріздес, ал ұзын бұлшық еттердің сіңірлері цилиндр тәріздес болады. Сіңірлер аса берік болады және ете аз созылады.

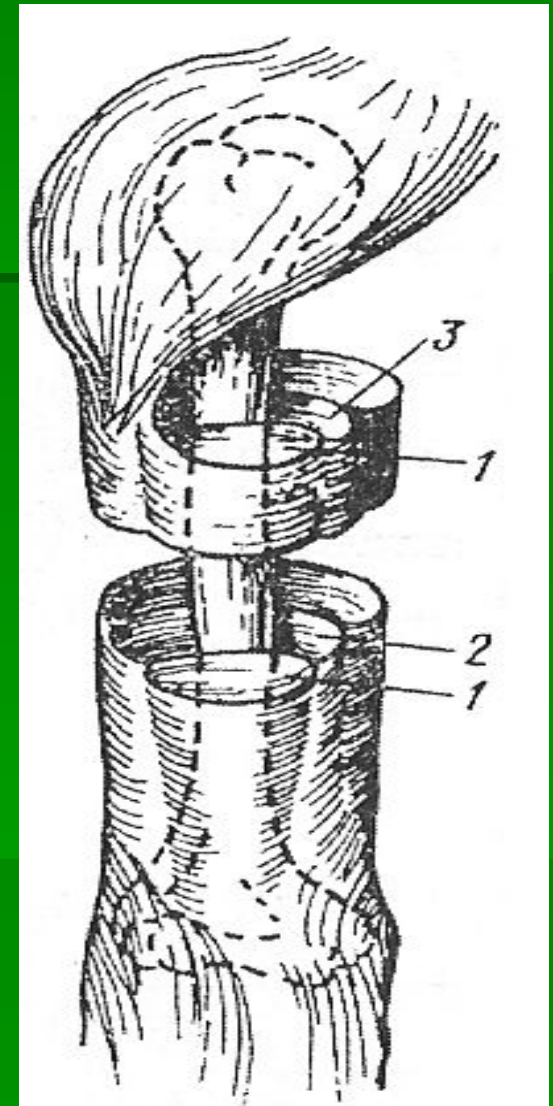


Қаңқа бұлшықеттерінің жиырылу теориясының кеңтараған моделі ол — сырғанамалы талшықтар моделі. Осы теория бойынша саркомердің белсенділігі артқанда белсенді және миозинді талшықтар келденең орналасқан көпірлер арқылы жабысады.

-сурет.

*Иық фасциясы. 1—3 иық бұлшықеттерінің қыны*

Талшықтарторы бір-бірініңшіне қарай сырғанай қозғалады, соның нәтижесінде бұлшық ет талшықтары қысқарады. Саркомердің қыска-ру процесінде көпіршелер бірнеше рет бекіп, иіледі, талшықты талшық бойымен қозғайды және босап шығады. Көпіршелер жұмысына энергияны АТФ-тен алады



# БҰЛШЫҚ ЕТ ЖИЫРЫЛУЫНЫҢ МЕХАНИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

Бұлшықеттердің биофизикасына көз жеткізу үшін олардың құрылысын, энергиясын және бұлшық ет механикасын бірге қарастыра-тын математикалық модель құру қажет. Ол үшін, көпшілік жағдайда, қалың бұлшық еттердің модельдерін құрады.

Хаксли-Дещеровский моделі сырғанамалыталшықтартеориясына сүйенген. Бұл модельде актин мен миозиннің жіңішке және жуан талшықтары көлденең көпіршелер арқылы өзара әсерлесуін және актин миозин көпіршесінің үш күйін ескереді: 1) тұйықталған, созылатын және біртіндеп артатын күш; 2) тұйықталған, сырғанамалы тежейтін күш; 3) ажыратылған көпіршелер.

Бұлшық еттер, сіңірлер, қан тамырлар, өкпе тіндері және т.б. био-логиялық құрылымдар тұтқыр серпімді немесе серпімді тұтқыр болып келеді. Сыртқы күш әсер еткенде биологиялық тіндерде өтетін механикалық процестерді идеал серпімді және тұтқыр элементтердің жиынтығы түрінде қарастырайық.

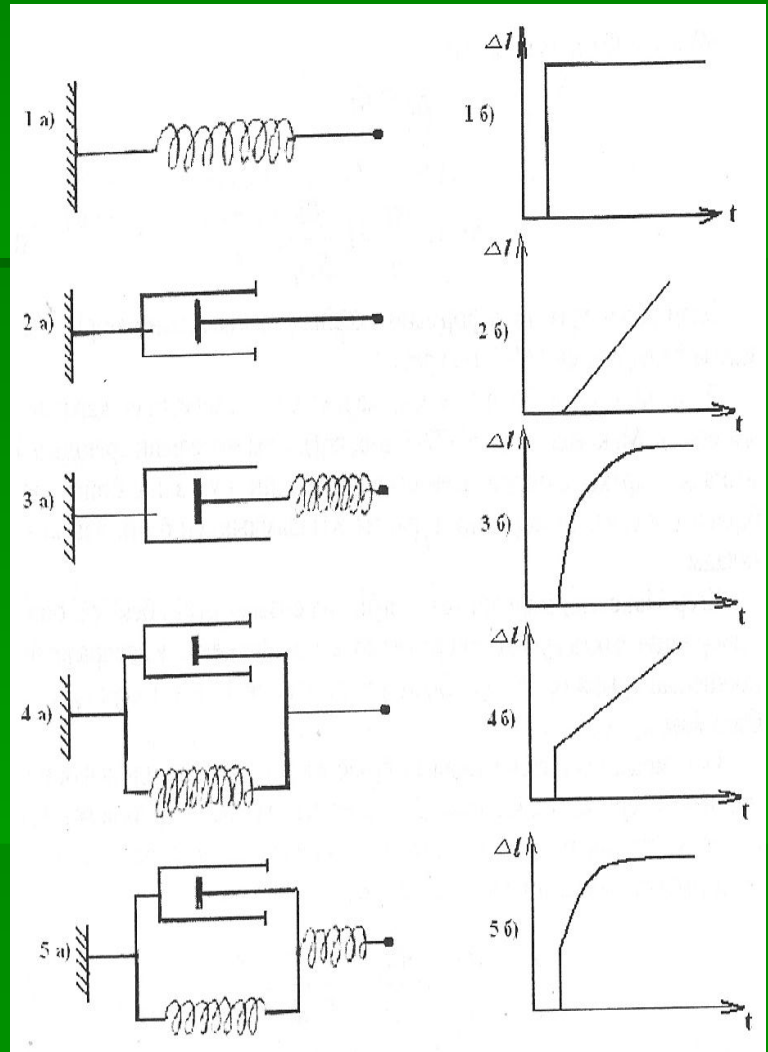
Серпімді элементтің мысалы ретінде серпімді серіппені қарастырайық. Гук заңы бойынша серіппеде деформация бірден тарайды бірден өзгеріп одан кейін тұрақты болады

$$\varepsilon_c = \frac{\Delta l}{l_0}, \quad \varepsilon_c = \frac{\sigma}{E}, \quad \Delta l = l_0 \frac{\sigma}{E}. \quad (4)$$

$F$  Мұндағы ( $F = -$  кернеу;  $F$  — әсер етуші серпімді күші;  $S$  — көлденең  $>3$  қимасының ауданы;  $E$  — серпімділік модулі;  $\epsilon = A/l_0$  — салыстырмалы деформация;  $l_0$  — бастапқы ұзындығы;  $A/l$  — деформация кезіндегі ұзындықтың өзгерісі.

Осы деформацияның өзгеру жылдамдығы

$$\frac{d\epsilon_c}{dt} = \frac{l}{E} \cdot \frac{d\sigma}{dt} \quad (5)$$

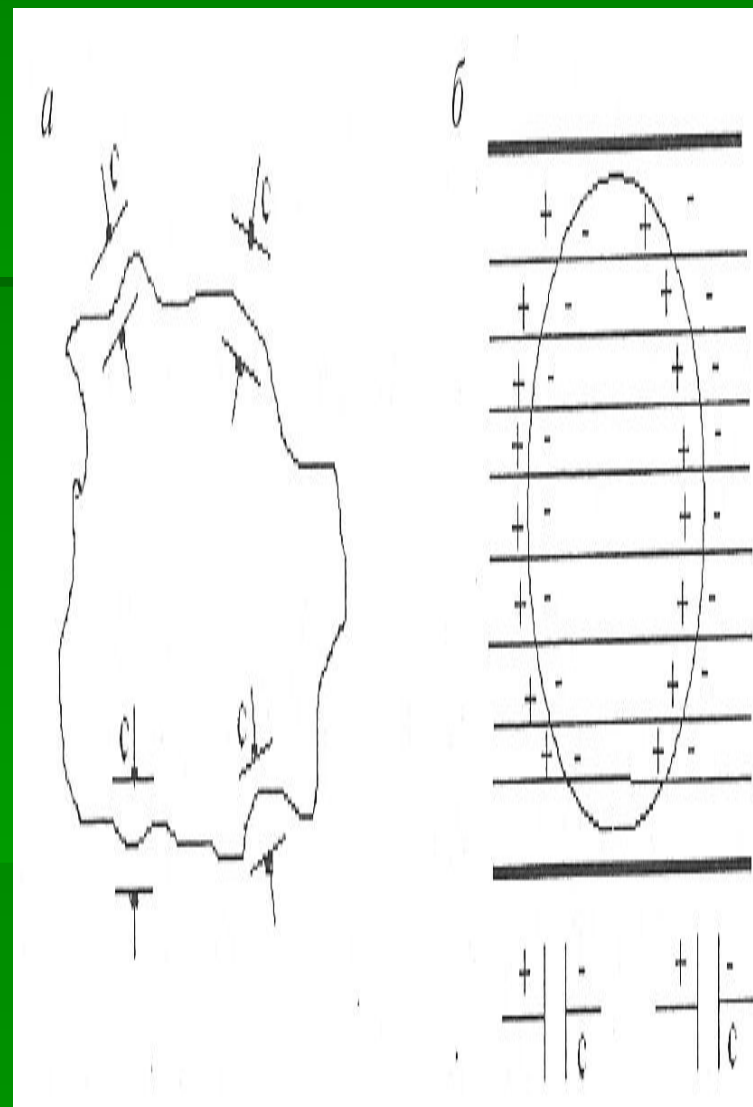


# БҰЛШЫҚ ЕТ ЖҮЙЕСІНІҢ ЭЛЕКТРЛІК МОДЕЛІ. РЕОГРАФИЯНЫҢ НЕГІЗІ

Адам ағзасының әр бөлігі электр тогын әртүрлі өткізеді. Жұлын сұйығы мен қанның сарысуы (сыворотка крови) электр тогын өте жақсы өткізсе, қан мен бұлшық еттер нашарлау өткізеді. Бұлар өткізгіштер қатарына жатады да басты сипаты  $R$  — белсенді кедергі болады. Терінің мүйіз қабығы, сіңірлер және сүйектер электр тогын өткізбейді - олар диэлектриктер тобына жатады.

Адам ағзасынын, тіндері сұйықтармен қоршалған құрылымдық элементтерден — жасушалардан тұрады. Осындай элемент электр тогын жақсы өткізетін тін сұйығы мен цитоплазма жасушаларынан және оларды бөліп тұратын, токты нашар өткізетін мембранадан тұрады . Олай болса адам ағзасында белсенді кедергімен ( $R_a$ ) қатар электрсійымдылығы ( $C$ ) болады екен. Тіннен тұрақты электр тогы өткенде мембрананың қарама-қарсы беттерінде таңбалары әртүрлі ион-дар жинақталып конденсатор типтес жүйе құрайды.

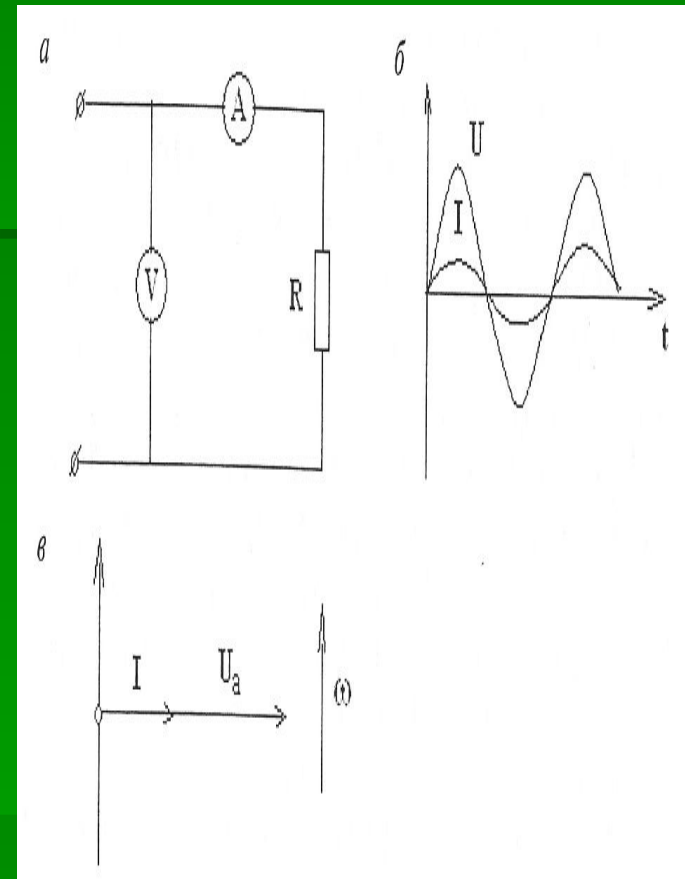
Адам ағзасын құрайтын заттар негізінен — амагнетиктер, яғни ағза тіндерінде магниттік қасиет болмайды деуге болады. Сондықтан индуктивтілік қасиеті де аз, тіпті жок деуге болады.



Сонымен адам ағзасында электр өтімділігі тұрғысынан қарағанда  $R$  — белсенді кедергі (немесе оны омдық кедергі дейді) және  $R_c$  — сыйымдылықты кедергі болады екен. Енді осы кедергілерді қарастырайық

белсенді кедергіде электр энергиясы қайтымсыз түрде өткізгішті қыздыруға шығындалады. Егер тізбекте тек қана белсенді кедергі болса онда Ом заңы орындалып, ток пен кернеу бір фазада өзгереді. Осы өзгерістің графигі, ал векторлық диаграммасы көрсетілген. Ом заңы бойынша  $I = \frac{U}{R}$ . Мұндағы  $I$  — ток күші,  $U$  - кернеу,  $R$  - активті (омдық) кедергі, осыдан

$$R = \frac{U}{I} \text{ өлшем бірлігі } R = 1 \frac{A}{B} = 1 \text{ Ом.}$$



# Пайданылған әдебиеттер

- 1. Методикалық әдістемелер.
- 2. В.А. Хитум “Практикум по физике”. 1972 жыл
- 3. Теория А.М. Ливенс 1978 жыл
- 4. А. Н. Ремизов 1982 жыл 36 бөлім
- 5. А.Н. Ремизов 1997 жыл 21 бөлім
- 6. А.А. Искаков, Ә.Н. Балабеков  
“Медициналық және биологиялық физика курсы бойынша әдістемелік оқу құралы” 1, 2, 3 бөлімдері. 1999 жыл.