

TOSHKENT STOMATOLOGIYA INSTITUTI
BIOFIZIKA VA INFORMATIKA KAFEDRASI

Biofizikadan ma'ruzalar

Ma'ruza: № 2

“БИОЛОГИК ТИЗИМЛАР МЕХАНИКАСИ”

Toshkent - 2015

Maruza rejasi:

1. Biologik to'qimalarning mexanik xossalari.
2. Elastiklik kuchlari. Deformatsiya. Deformatsiya turlari.
3. Mexanik kuchlanish.
4. Elastik, yopishqoq va elastik - yopishqoq jismlar uchun Guk qonuni.

Jismga kuch ta'sir ettirilganda uning shakli yoki hajmi o'zgarishiga **deformatsiya** deyiladi. Deformatsiya tufayli jism zarralari orasidagi masofa o'zgaradi va Nyutonning 3 - qonuniga asosan deformatsiya kuchiga qarama-qarshi va kattaligi jihatidan unga teng bo'lgan kuchlar yuzaga keladi. Ular **elastiklik kuchlari** deyiladi va elektr tabiatiga ega bo'ladi. Agar kuch ta'siri to'xtatilgandan keyin jism hajmi va shakli o'z holatiga to'liq qaytsa, bunday deformatsiya **elastik deformatsiya**, jism esa **elastik jism** deyiladi. **Mexanik kuchlanish** deb, deformatsiyalovchi kuchning ko'ndalang kesim yuziga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

$$(1) \quad \delta = \frac{F}{S} \quad \left[\frac{H}{m^2} \right]$$

Kuch ta'sirida sterjin qiymatga uzayadi va u **absolyut deformatsiya** deyiladi. ning boshlangich qiymat ga nisbati **nisbiy deformatsiya** deyiladi va bilan belgilanadi:

$$(2) \quad \varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

Yung moduli son jihatidan nisbiy deformatsiya birga teng bo'lgandagi kuchlanishga teng bo'lgan kattalikka aytiladi (ya'ni jism bunda ikki marta uzayadi). Guk qonuni elastik jismlar uchun

Bu erda t kuchning ta'sir etish vaqti. Yopishqoq moddalarda deformatsiya sekin-asta o'sadi va uning ta'sir etuvchi kuchiga emas, ta'sir etish vaqtiga bog'lik bo'ladi. Kuch ta'siri to'xtagandan keyin yopishqoq jismlar deformatsiya holatini saqlab qoladi, ya'ni qoldiq deformatsiya bo'ladi. elastik jismlarda deformatsiya keskin sodir bo'ladi va kuch olingandan keyin shunday tez yo'qoladi. Ko'p hollarda elastik jismlar ham elastik ham, elastiklik ham yopishqoqlik xossalariga ega bo'ladi. Bu holda Guk qonuni quyidagicha yoziladi: bu erda $e=2,72$ - bu natural logorifm asosi.

Kompozitsion sistemalar modeli yana ham murakkab sistemaga ega. Bunga tirik to'qimalar misol bo'ladi. Uzoq vaqt kuch ta'sir ettirilganda yopishqoqlik hususiyati namoyon bo'ladi, qisqa vaqtda elastiklik hususiyati, chunki to'qimalarning muhim hususiyatlaridan yana biri (yopishqoqlik va elastiklikdan tashqari) uning mustahkamligidir. **Mustahkamlik** - bu bo'zilishga qarshilikdir. **Mustahkamlik zapasi (zahirasi)** - bu mustahkamlik chegarasi ruhsat etilgan kuchlanishdan necha marta kattaligini bildiradi.

Suyak to'qimalari eng katta mustahkamlik hususiyatiga ega. Travmatologiyada shuni hisobga olish kerakki, suyakning mustahkamligi siqilganda cho'zilgandagiga qaraganda 1,8 barobar katta. Naysimon suyaklarning mustahkamligi egilishga yaxshi bardosh bo'ladi. Suyadagi ko'p sonli bo'shliqlar va kanallar suyakning mustahkamligini oshiradi. Asosiy himoya rolini suyak ustini qoplovchi yumshoq to'qimalar bajaradi. Teri bilan qoplangan suyakka zarar etkazish uchun ochiq suyakka ta'sir qiluvchi energiyadan 37% energiya kerak bo'ladi.

Yumshoq to'qimalarning mustahkamligini avvalo birlashtiruvchi tolalar tashkil etadi. Ularning orasida qollagen tolalari muhim o'rin tutadi. Ularning mustahkamligi cho'zilganda suyak to'qimalarnikiga teng. Arteriya devorlari $\delta=3 \cdot 10^6$ N da, vena devorlari esa $\delta=5 \cdot 10^5$ N da uziladi, ya'ni venalarni mustahkamligi kamroq. Tirik to'qimalarning yana bir hususiyati plastiklikdir. U o't pufagi, siydik pufagi, oshqazon, yurak va boshqa organlar uchun xarakterlidir. Plastiklik deb ma'lum organda hech qanday og'irliksiz deformatsiya ta'sirini xis qilishdir. Plastiklik hususiyatiga asoslanib organlar hech qanday kuchlanishsiz yaxshigina cho'zilish hususiyatiga ega. Plastiklik hususiyatidan venoz qon tomirlari odam organizmidagi qonning $\frac{2}{3}$ qismini o'ziga sig'dira oladi va shuning uchun ular ***sig'miy tomirlar*** deyiladi.

Tirik to'qimalar uchun δ bilan ϵ orasidagi notekis bog'lanish xarakterlidir. Demak, Yung moduli konstanta emas, u o'zgaruvchan kattalik, u δ o'zgarishi bilan va deformatsiya darajasi o'zgarishi bilan o'zgaradi. Notekis bog'lanish arteriya devorlarida yaqqol ko'rinadi. Ularning deformatsiya juda kichik kuch ta'sirlarida ham namoyon bo'ladi. Masalan, arterial qon bosimi ortishida, lekin deformatsiya

darajasi fiziologik mustahkamlik chegarasiga etishi bilan tomir devorlarini yana ham cho'zilishi uchun ancha katta o'rinish kerak bo'ladi. Bu bilan uning cho'zilishidan saqlanadi. Skelet mushaklari ham shunday holatda bo'ladi.

Agar tolalar yo'nalish o'qiga parallel ravishda yo'nalgan bo'lsa, geometrik va fiziologik kesimlar ustma-ust bir hil tushadi, agar tolalar ko'ndalang joylashsa, fiziologik kesim geometrik kesimdan kichik bo'ladi. mushaklar ko'tara oladigan maksimal yukning uning fiziologik kesimiga nisbatiga **absolyut mushak kuchi** deyiladi va u N/m birligida ifodalanadi. Mushaklarning 2 hil ish rejimi bo'lib, biri - izometrik (ya'ni mushak o'zgarmas uzunlikda bo'lganda) va ikkinchisi - izotonik (ya'ni o'zgarmas kuch yoki cho'zilishda).

Mushak qisqarishlarining asosi

Mushak tolalarining apparati bo'lib diametri $d=1\mu m$ bo'lgan miofibrillalar hisoblanadi. Ularning har biri o'rtacha 2500 protofibrillalardan tashkil topadi va ipsimon aktin va miozin - oksil molekulasidan iborat bo'ladi. Aktin iplari miozin orasida joylashadi. Miofibrillalar ketma-ket joylashgan disk shaklida bo'ladi. Disklardan biri (A disk) anizotropdir va u 2 marta yorug'likni sindirish xususiyatiga ega, ya'ni oddiy nurdan ular qorong'u, polarizatsiyalangan - shaffof, ko'ndalang yo'nalganda - shaffof emas. Boshqa disklar 2 marta yorug'lik sinishini bermaydi va oddiy yorug'likda yorqin bo'lib ko'rinadi.

Mushaklar ishi. Ergometriya. Tayanch harakat apparatlardagi mexanik jarayonlar. Tayanch harakatlanish apparatlaridagi bo'gimlar va richaglar.

Alohida mushak tolalari qisqarganda $2 \cdot 10^{-3} N$ kuch sarflanadi. Odam mushaklaridan 30 ml'ga yaqin tolalar mavjud. Agar ular bir vaqtda bir yo'nalishda

qisqarganda juda katta kuch hosil qilgan bo'lar edi, u $6 \cdot 10^4$ N ga teng. Mushaklar kuchi undagi tolalar miqdoriga teng. Mushaklarning ko'ndalang kesim tolalar soniga teng va shunga qarab uning kuch imqoniyatlariga baho beriladi. Fiziologik ko'ndalang kesim deb, shu mushakni tashkil etuvchi tolalarning ko'ndalang kesim yigindisiga aytiladi.

Agar tolalar yo'nalish o'qiga parallel ravishda yo'nalgan bo'lsa, geometrik va fiziologik kesimlar ustma-ust bir hil tushadi, agar tolalar ko'ndalang joylashsa, fiziologik kesim geometrik kesimdan kichik bo'ladi. mushaklar ko'tara oladigan maksimal yukning uning fiziologik kesimiga nisbatiga **absolyut mushak kuchi** deyiladi va u N/m birligida ifodalanadi. Mushaklarning 2 hil ish rejimi bo'lib, biri - izometrik (ya'ni mushak o'zgarmas uzunlikda bo'lganda) va ikkinchisi - izotonik (ya'ni o'zgarmas kuch yoki cho'zilishda).

Miokard qorinchalari sistolaning ma'lum fazasida (klapanlar yopiq bo'lganda) izometrik rejimda qisqaradi, boshqa holatda (yarimoysimon klapanlar och holda) esa izotonik bo'ladi. Jag' mushaklari birlashganda izometrik rejim asosida qisqargani uchun juda katta kuchlanish hosil kiladi.

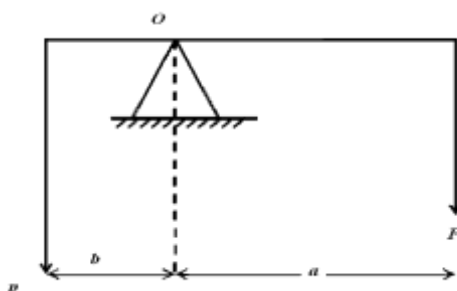
Tayanch harakatlanish apparati bir-biriga tutashgan skelet suyaklarining mushaklar bilan birikishidan hosil bo'ladi.

Mushaklar qisqarganda tortishish kuchi ta'sirida suyaklarni harakatga keltiradi, ular mushaklarining tayanch nuqtasidagi richaglar kabi ta'sirda bo'ladi. Richag deb, aylanish o'qiga ega bo'lgan qattiq jismga aytiladi. U moment kuchi M bilan xarakterlanadi. $M = F \cdot \ell$, ya'ni u richag kuch elkasi bilan kuch ko'paytmasiga teng. Richaglar 2 turli bo'ladi: 1 - turli richaglarda kuch bir tomonga yo'naltirilgan bo'lib, tayanch nuqtasi O ta'sir etuvchi kuchlar orasida bo'ladi.

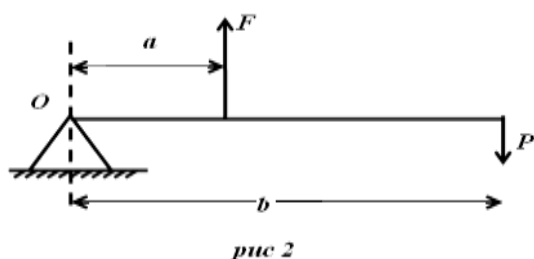
Misol sifatida kalla suyagining 1 chi umurtqa bilan bog'lanishini ko'rsatish mumkin. Richagning muvozanat shartlaridan biri moment kuchlarining tengligidir:

$F \cdot a = P \cdot b$, bu erda F - og'irlik kuchi, P - boshning og'irlik kuchi.

2 - turdagi richaglarda kuchlar qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi, tayanch nuqtasi esa kuch ta'sir etish nuqtasining bir tomonida joylashadi. 1 - rasmda oyoq barmoqlari ko'tarilishini ta'minlovchi kuch richagi tasvirlangan.



2 - rasmda - tezlik richagi (elka suyaklari).



Tenglik sharti: tayanch harakatlanish apparatidagi suyaklari bir-biri bilan bo'gimlar orqali birlashadi. Bo'gimlar mexanik xususiyatlarining asosiy parametri - erkinlik darajasi soni, ya'ni birikkan suyaklar aylanuvchi o'klar soni. Bo'gimlar bir, ikki yoki uch erkinlik darajali bo'lishi mumkin. Masalan, tirsak bo'gimi 1 erkinlik darajasiga, elka bo'gimi 3 erkinlik darajasiga ega.

Nafas olish biofizikasi

Gaz almashinuvini amalga oshiruvchi ventilyatsiya apparati 2 anatom-fiziologik tashkil etuvchilardan iborat:

1. Nafas olish mushaklari bilan ko'krak kafasidan.
2. Nafas olish yo'llari bilan o'pkadan.

Ko'krak kafasi -

Diafragma va boshqa nafas olish mushaklari qisqarganda $PV = \text{const}$ ga asosan ko'krak kafasi va o'pka o'zidagi bosimni kamaytirgan holda o'z hajmini keskin ravishda oshiradi. Bosim atmosferanikidan past bo'lib, havo

al'veolalaridan o'pkaga suriladi. Havo olish shunday amalga oshadi. Nafas olishni kuchaytirish uchun yordamchi nafas olish mushaklari ham katnashadi (bo'yin va ko'krak kafasiga birlashgan elka qismi). Nafas chikarishda ichki qovurg'alararo mushaklar va qorin mushaklari katta hissa qo'shadi.

Gazlarning qo'shimcha Laplas bosimi ta'siri ostida gazlar nafas olish yo'li orqali tashqariga chiqadi. Butun energiyaning yarmini shu bosim ta'minlaydi. Energiyaning ikkinchi yarim esa elastiklik kuchiga sarflanadi. Havoning laminar harakatida (ya'ni tinch holatdagi nafasda) qarshilik kuchi havo hajmiga proportsional bo'ladi, turbulentda - hajm kvadratiga proportsional bo'ladi.

Bu nafas olishda energiya sarfini kuchaytiradi.

Har minutda tinch nafasni amalga oshirish uchun ketadigan energiya 2-3,5 J ni tashkil etadi, bunda uning 70 %i ko'krak qafasining va o'pka to'qimalarining elektr qarshiligini engishga sarflanadi, 30 % esa harakatlanayotgan havo hajmiga prportsional bo'lgan ishqalanish kuchiga qarshi ish bajarishga sarflanadi.

Demak, energiya sarfining ikkinchi komponentasi tezlashganda o'sadi, bunda birinchisi havo hajmiga va chastotasiga bog'liq bo'lmaydi, (ni chuqur nafas olganda o'pkaga keladigan havo hajmi bilan ifodalanadi). Tinch holatda nafas olish chuqurligi 0,5 l va chastotasi 10-16 1/min ni tashkil etadi.

Контрол саволлар:

1. Гук қонунини ифодаланг?
2. Организмда рычагларни қандай турлари учрайди?
3. Деформация нима?
4. Деформациянинг қандай турлари бор?
5. Газ алмашинувини амалга оширувчи вентиляция аппарати қандай анатомо-физиологик тузилмалардан иборат?
6. Мустахкамлик ва мустахкамлик захираси нима?