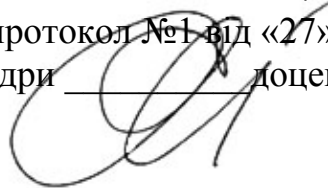


Міністерство охорони здоров'я України
Українська медична стоматологічна академія

«Затверджено»
на засіданні кафедри
медичної інформатики,
медичної і біологічної фізики
«27» серпня 2020 р.
протокол №1 від «27» серпня 2020 р.
Зав. кафедри _____ доцент Сілкова О.В.



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ДО ПРАКТИЧНОГО (СЕМІНАРСЬКОГО) ЗАНЯТТЯ

Навчальна дисципліна	Медична і біологічна фізика
Модуль №2	Основи медичної фізики
Змістовний модуль	Електродинаміка, її медичне застосування. Основи медичної апаратури.
Тема заняття	Механічні властивості біологічних тканин. Визначення модуля Юнга кістки.
Курс	I, II
Факультет	Медичний №1,2

1. Актуальність теми:

Механічні властивості біологічних тканин відіграють важливу роль в процесі життєдіяльності людини, так як завдяки ним здійснюються різноманітні механічні явища, такі як, функціонування опорно-рухомого апарата, процеси деформації тканин і клітин, розповсюдження хвиль пружної деформації, скорочення і розслаблення м'язів, рух рідких і газоподібних біологічних середовищ.

2. Конкретні цілі.

Пояснювати, трактувати означення деформації; типи деформації та способи деформування; закон Гука для пружної деформації, поняття абсолютного та відносного видовження; поняття механічної напруги та модуля Юнга; закон Гука для різних способів деформування; поняття та вигляд діаграм деформації; особливості деформації біологічних тканин; сутність гіпотези Бернуллі.

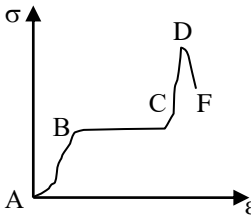
Вміти: визначати модуль Юнга кісткової тканини.

3. Базові знання, вміння, навички, необхідні для вивчення теми (міждисциплінарна інтеграція).

Назва попередніх дисциплін	Знати
Фізика Біологія	Деформації, види деформацій, закон Гука Скелет людини

4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

4.1. Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент при підготовці до заняття.

Термін	Визначення
Типи деформації та способи деформування. Закон Гука. Поняття абсолютного та відносного видовження, механічної напруги та модуля Юнга. Поняття та вигляд діаграм деформації. Особливості деформації біологічних тканин.	Пластична, пружна, пружно-пластична $\sigma = E\varepsilon$ $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}, \Delta l = l - l_0$  <p>AB – обл. пружності BC – обл. текучості CD – обл. формування шийки розриву D – межа міцності DF – обл. руйнування</p> Див. конспект лекцій

4.2. Теоретичні питання до заняття.

1. Поняття про деформацію. Види деформації. Способи деформування.
2. У чому полягає доцільність збільшення жорсткості стінки кровоносних судин при їх розширенні?
3. Закон Гука. Модуль Юнга.
4. Поняття абсолютного та відносного видовження, механічної напруги та модуля Юнга.
5. Діаграма деформації, її основні ділянки і характеристичні точки.
6. Пружні властивості деяких біологічних тканин.

4.3. Практична робота, яка виконується на занятті.

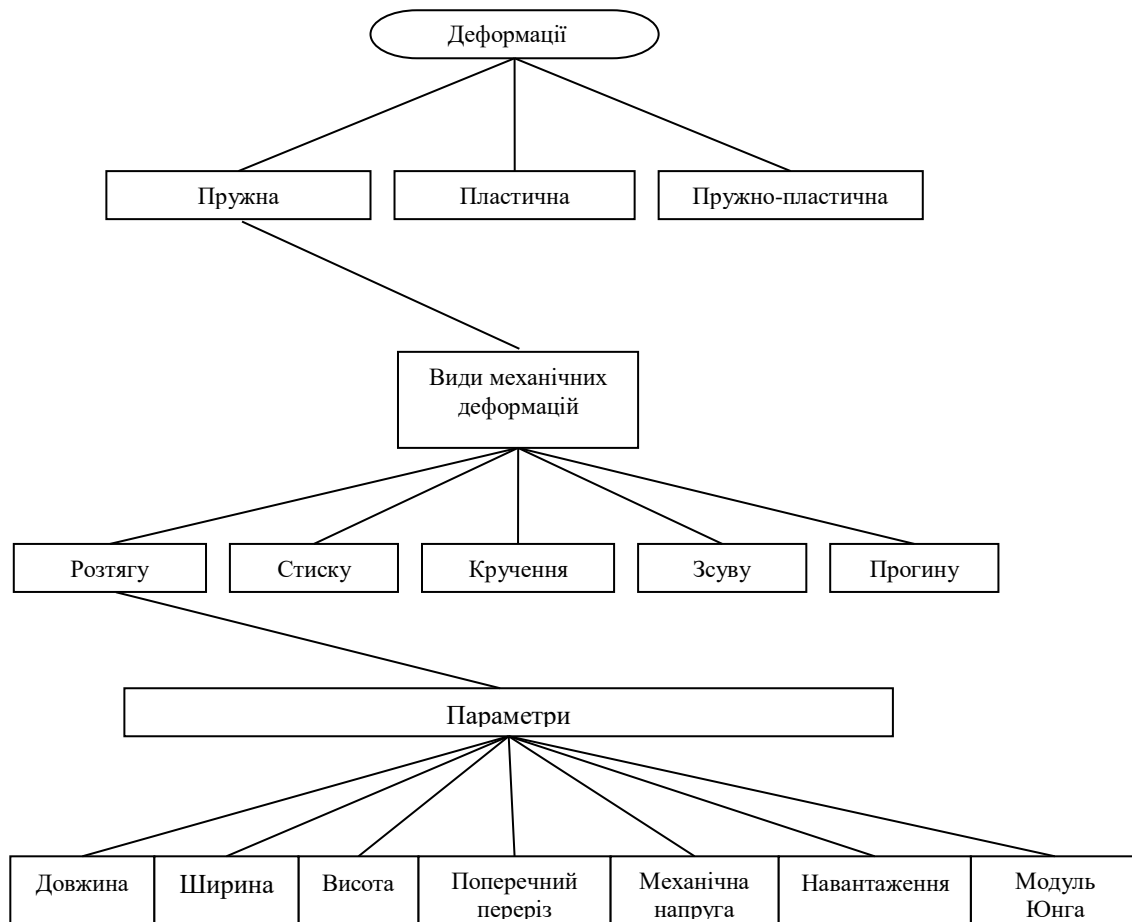
Визначити модуль Юнга кісткової тканини

Виконувати у наступній послідовності:

1. Виміряти довжину кістки між опорами;
2. За допомогою мікрометра виміряти ширину кістки;
3. За допомогою мікрометра виміряти товщину кістки;
4. Виміри провести 3 рази;
5. Підвісити вантаж до серединної точки кістки;
6. За допомогою мікрометричного індикатора визначити максимальний прогин кістки.
7. Виміри провести тричі за допомогою різних вантажів.
8. Розрахувати модуль Юнга.
9. Визначити середнє значення.

Заповнити таблицю. (вигляд таблиці додається).

Зміст теми:



закон Гука:

$$\Delta l = \alpha F \frac{l_0}{S},$$

де α – коефіцієнт пружності – величина, яка характеризує пружні властивості конкретного матеріалу. Річ у тім, що при однакових параметрах F , l_0 та S різні матеріали видовжуються на різну величину Δl .

Якщо означити $\frac{F}{S} = \sigma$ (механічна напруга), $\frac{\Delta l}{l_0} = \varepsilon$ (відносне

видовження) і

$\frac{1}{\alpha} = E$ (модуль Юнга), то

отримаємо інший запис закону Гука:

$$\sigma = E\varepsilon,$$

який має більш загальний характер.

Модуль Юнга має велике значення в техніці, бо він дає можливість порівнювати пружні властивості різних матеріалів.

Найбільш розповсюдженою методикою вивчення механічних властивостей матеріалів є зняття так званих діаграм деформації в умовах розтягу або стиску (рис.2).

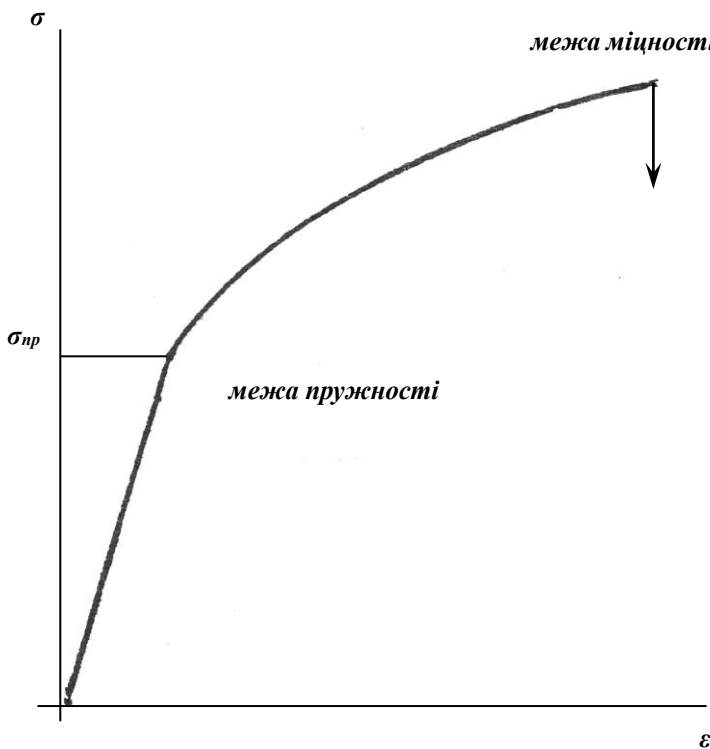


рис. 2

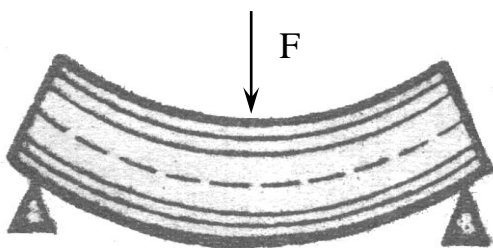


Рис. 3

Діаграма деформації – це залежність величини механічної напруги від величини відносного видовження в процесі деформування матеріалу.

Початкова лінійна частина діаграми деформації (до межі пружності) є ділянкою пружної деформації, причому її нахил визначається величиною модуля Юнга E . Далі діаграма відхиляється від прямолінійності, що

є свідченням переходу до пружнопластичної деформації, кінцева точка діаграми деформації відповідає руйнуванню матеріалу, а величина напруги в цій точці зветься межею міцності.

Дослідження деформації згину спрощується, коли користуватися гіпотезою Бернуллі, за якою при згині стержня всі поперечні перерізи залишаються плоскими. Коли умовно поділити стержень на тонкі шари (рис.3), симетрично й паралельно середньому шару (О), то при деформації згину середній шар (О) не змінив своєї довжини. Цей шар називається нейтральним. Шари, що лежать вище нейтрального, стискаються, а шари, що лежать нижче нейтрального, розтягуються. Розтяг і стиск пропорційні відділу даного шару від нейтрального. Ці дослідження проказують, що нейтральна частина стержнів при поперечному згині ніякого корисного навантаження не несе. Отже, деформації згину можна розглядати, як лінійні деформації розтягу й стиску.

Окремі елементи опорно-рухового апарату людини в процесі довготривалої еволюції пристосувались до характеру деформації, яких вони зазнають і досягли з механічної точки зору великої досконалості. Природа сама усунула центральну частину в довгих кістках кінцівок (яка не несе корисного навантаження), які зазнають в основному деформації згину, та мають трубчасту будову. Це забезпечує їм достатню міцність при значному зменшенні маси кісток.

Для визначення модуля Юнга при згині порожніх тіл, переріз яких має не зовсім правильну форму, наприклад, кісток, використовують формулу:

$$E = \frac{Fl^3}{3,2fbh^3}, \quad (6)$$



Рис. 4

де F – прикладена сила, l – довжина кістки між опорами, b – ширина кістки, h – товщина кістки, а f – так звана стріла прогину – найбільша величина прогину кістки в місці прикладення сили (рис.4).

Матеріали для самоконтролю:

А. Завдання для самоконтролю (тести)

1. Що розуміють під деформацією органу або тканини?

- А) пристосування їх будови і функцій до певних умов існування організму;
- В) природне або штучне відхилення їх форми від нормальної;
- С) зміну розподілу температури на їх поверхні;
- Д) пристосування органу або тканини до зміни умов їхньої діяльності;
- Е) природна або штучна зміна їх розмірів.

2. Як себе поводить пружно деформована біологічна тканина після зняття навантаження?

- А) повністю відновлює лише свою початкову форму;
- В) повністю відновлює лише свої початкові розміри;
- С) повністю відновлює свої початкові розміри і форму;

- D) частково відновлює свою початкову форму і розміри;
- E) залишається у деформованому стані.

3. Деформації розтягу зазнають:

- A) хребці й диски хребта та кістки нижніх кінцівок;
- B) кістки верхніх кінцівок, зв'язки, сухожилля, м'язи;
- C) щелепа під час жування;
- D) шийні хребці при повороті голови, кисті рук при обертанні;
- E) зуби під час жування.

4. У яких випадках у живих тканинах переважають пружні властивості?

- A) коли вони зазнають деформації стиску;
- B) коли вони зазнають деформації розтягу;
- C) коли вони зазнають деформації зсуву;
- D) при короткочасній дії сили;
- E) при тривалій дії прикладених до них механічних сил.

5. Чим зумовлена дивовижна міцність кісток?

- A) їх формою (тавровий, трубчастий переріз);
- B) наявністю органічних речовин;
- C) тим, що кістка ніколи не працює на злам, а тільки на стиск і розтяг;
- D) особливістю їхньої будови (система тонких внутрішніх перемичок орієнтованих вздовж напрямку можливих механічних напружень);
- E) великою площею поперечного перерізу.

6. Значення яких величин потрібно знати для визначення модуля Юнга кісткової тканини методом трьох точкового згину?

- A) товщину, ширину і довжину кістки, навантаження і стрілу прогину;
- B) об'єм і масу кістки;
- C) товщину й ширину кістки, відстань від опори до точки прикладання навантаження, навантаження і стрілу прогину;
- D) густину кістки, навантаження і стрілу прогину;
- E) товщину й ширину кістки, відстань між опорами, навантаження і стрілу прогину.

Б. Задачі для самоконтролю.

1. Яке навантаження витримає гомілкорова кістка (в кг), якщо $\sigma_{\text{пр}}=2 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$? Кістку вважати полою трубкою, для якої внутрішній і зовнішній діаметри відповідно 2 та 3 см.

Підготувати реферат на тему: “В'язко-пружні властивості біологічних тканин.”

Література:

основна:

1. Іщейкіна Ю.О., Макаренко В.І., Тронь Н.В. Медична і біологічна фізика [Навчальний посібник] – Полтава: Шевченко Р.В., 2012. – 352 с., іл.
2. Чалий О.В. та ін. Медична і біологічна фізика. – К.: Випол, 1999. – Розділ 3, с. 173-182.

3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высшая школа, 1996. Гл. 10, с. 173-183.

додаткова:

1. Владимиров Ю.А. и др. Биофизика. – М.: Медицина, 1988 – Гл. 10.

2. Горский Ф.К., Сакевич Н.М. Физический практикум с элементами электроники. – Минск: Высшая школа, 1980 – 272 с. С.35-39

3. Эссаулова И.Л., Блохина М.Е., Гонцов Л.Д. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. – М.: Высшая школа, 1987.- 271с. С. 115-119

4. Русяев В.Ф., Мищенко С.В., Пронина Н.В. Медицинская физика. -Полтава, «АСМИ».-2001, С. 16-26.

5. Доценко В.І., Лазарович В.Г., Пилипченко В.І. Лабораторний практикум по біофізиці.- Полтава, 2000, С.32-38.