

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Наукове товариство студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених СумДУ

ПЕРШИЙ КРОК У НАУКУ

Матеріали
ІХ студентської конференції
(Суми, 25 лютого 2018 року)



Суми
Сумський державний університет
2018

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ

Дідок К. І., студентка; СумДУ, гр. МЦМ-708

Кістки – це основний матеріал опорно-рухового апарату організму. Кістяк людини налічує більше 200 кісток. У дорослої людини кістяк важить приблизно 18 % від загальної ваги. Від народження людини кістки, як елементи кістяка, знаходяться різною мірою під дією деформації: стискання, розтягування, вигину, кручення.

Метою даної роботи було розглянути вплив деформацій на кісткову тканину та проаналізувати методи моделювання механічних властивостей цієї тканини.

У спрощеному вигляді модель кістки є поєднанням органічного матеріалу (переважно колагену) і неорганічного матеріалу – гідроксілапатиту, що становить 2/3 маси компактної кісткової тканини. Композиційна будова кістки визначає її механічні властивості, такі як: міцність, твердість, пружність.

За результатами експериментів *in vivo* та *in vitro* встановлено, що для кісткової тканини найнебезпечнішим є розтягування. Міцність кісткової тканини під час розтягування набуває значень від 150 до 170 МПа в залежності від зони поперечного перерізу, з якої взято експериментальний зразок. Вона визначається міцністю окремих компонентів – колагену (від 50 до 100 МПа) і гідроксілапатиту (від 600 до 700 МПа). Волокна кісткової тканини зазнають переважно пружні деформації, а матриця – пластичні деформації й крихке руйнування.

Слід зазначити, що міцність кістки на стискання вища, ніж на розтягування та вигин. Відомо, що стегнова кістка у повздовжньому напрямку витримує навантаження 45 кН для чоловіків і 39 кН для жінок, а під час вигину – 2 кН.

Характеристикою деформації вигину є стріла вигину – зміщення середньої частини кістки відносно своєї попередньої прямої форми. При цьому виділяють три шари: зовнішній, внутрішній і нейтральний. Останній шар піддається тільки викривленню, йому не характерні розтягування і стискання. Внутрішній і зовнішній шари мають найбільші значення деформації під час розтягування та стискання. Виникаючі пружні сили зменшуються від зовнішнього шару до

нейтрального, що пояснює трубчастість кісток, яка забезпечує міцність і легкість останніх.

З віком кісткова тканина зазнає певних змін, як у внутрішній структурі, так і в хімічному складі. Старіння змінює ступінь мінералізації, знижує біологічну активність кісткової тканини, а також кількість сполучної речовини, деякі частини тканин зникають, і з'являються пори. Так, міцність під час кручення досягає максимальних значень у 25–35 років (105,4 МПа) і після цього поступово зменшується до 90 МПа у віці 75–89 років, що пояснюється, головним чином, збільшенням пористості. Однак, встановлено, що старіння не впливає на пористість у поздовжньому напрямку. Зі збільшенням віку від 50 до 75 років вона не змінюється і становить біля 28,5 %. Але в обвідному напрямку пористість збільшується в середньому на 39,8 % з 50 до 75 років. Відомо, що у людей, які займалися важкою фізичною працею, спостерігаються незворотні зміни структури кісток і зменшення рівня опору.

Аналіз літературних джерел свідчить, що вивчення механічних властивостей біотканин *in vivo* має певні труднощі, обумовлені фізіологічними умовами функціонування об'єкта дослідження. Структура і механічні властивості біологічних тканин залежать від історії деформації і визначаються безліччю факторів. Експериментальні результати, отримані *in vitro*, хоча і дають можливість визначити модуль пружності, межу міцності, однак не в повній мірі відображають реальні умови деформування тканини. Тому саме проведення модельного експерименту не тільки дає можливість отримати параметри деформації, але і зробити прогноз деформаційних властивостей матеріалу за певних силових умов.

При невеликих деформаціях справедливим є закон Гука (модуль Юнга ~ 10 ГПа, межа міцності ~ 100 МПа, відносна деформація ~ 1 %). Для повного розуміння механічних властивостей кісткової тканини використовують модель, що поєднує послідовно з'єднану пружину (моделює пружні властивості) та модель Кельвіна-Фойхта (відображає в'язкопружні властивості). Так, мінеральний вміст кістки створює швидку деформацію, а колаген визначає повзучість.

Керівник: Швець У.С., старший викладач