**Лабораторна робота №4.**

**Тема:** Функціональні особливості м’язової тканини. Визначання сили і роботи м’язів.

**Мета:** Вивчити структурно-функціональні особливості м’язів, поодиноке та тетанічне скорочення, лабільність та втома м’язів.

**Обладнання:** електронний посібник, навчальні відео.

**Література**

1. Голяка С.К., Возний С.С. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту. Навч.-метод.посібник. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2015. 230 с.

2. Голяка С.К., Глухов І.Г. Фізіологічні основи фізичної культури та спорту. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів 22 факультету фізичного виховання та спорту. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2019. 83 с.

3. Шмалєй С.В., Гайдай М.І., Гасюк О.М., Кравченко Ю.В. Методичні розробки лабораторних занять з фізіології людини та тварин. У ІІ ч. Ч. І Херсон: Вид-во ХДПУ, 2002. 64 с. Режим доступу: <http://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Metod_r_lab_zan_z_fiziol_lud_ta_tvarin1.doc?id=2edfb459-3cd4-45f0-b820-da3cf43912b1>

**Короткі теоретичні відомості**

В людини 40-60% маси тіла складається приблизно 600 скелетних м'язів. М'яз складається із сотні та тисячі м'язових волокон. М'язове волокно скелетних м'язів є багатоядерною клітиною великих розмірів - міоцит (товщиною 10-100 мкм та довжиною від декількох міліметрів до десятка сантиметрів). Ззовні м'язове волокно вкрите мембраною, яка називається сарколемою. У середині знаходиться саркоплазма, яку умовно можна поділяють на дві частини: саркоплазматичний матрикс і саркоплазматичний ретикулум (сітка). У саркоплазматичному матриксі, окрім великого числа ядер та міофібрил, багато мітохондрій, лізосом і інших субклітинних структур, розчинних білків, зокрема міоглобіну, гранул глікогену та крапель ліпідів. У саркоплазматичному матриксі занурені скоротливі елементи м'язового волокна - міофібрили. Це спеціалізовані органели міоциту, які виконують м'язове скорочення та мають під мікроскопом поперечну посмугованість, з чергуванням темних і світлих смуг. Саркоплазматична сітка (ретикулум) - це транспортна система міоциту, що складається з пов'язаних між собою поздовжніх і поперечних трубочок. Структурною одиницею саркоплазматичного ретикулуму є тріада: поперечна трубочка з прилеглими до неї із обох боків цистернами, у яких знаходяться йони Са2+ . Мотонейрон, у більшості випадків, посилає не один, а серію імпульсів. Якщо імпульси надходять із невеликою частотою і інтервалом між ними більшим за тривалість поодинокого скорочення, тоді м'язове волокно відповідає серією поодиноких скорочень. У випадку коли ж інтервали між імпульсами будуть коротшими від тривалості поодинокого скорочення, тоді проходить накладання поодиноких скорочень одне на одне таким чином, що у результаті їх суперпозиції виникає тетанус. Розрізняють зубчастий тетанус, коли в інтервалах між імпульсами м'язові волокна встигають закінчити скорочення, перейшовши до фази розслаблення, і гладкий, коли кожен наступний черговий імпульс захопить м'язове волокно ще в фазі скорочення (чи розвитку напруження). В основі подібного плавного, неколивного скорочення лежить не одна, а багато хвиль збудження. В тих випадках, коли рухові одиниці (РО) працюють у режимі поодинокого скорочення, акт скорочення всього м'язу є плавним. При цьому не відмічаються окремі короткочасні скорочення і розслаблення РО. Це забезпечується асинхронною роботою різних РО: коли одні із них закінчують своє скорочення та починають розслаблятися, тоді як інші - тільки досягають вершини скорочення, підтримуючи стан скорочення м'язу. 23 Під час тетанічного режиму скорочення м'язові волокна розвивають значно більше напруження, а ніж під час поодинокого скорочення. У режимі поодинокого скорочення РО працюють лише у тих випадках, коли рухи не передбачають значного м'язового напруження. За необхідності розвивати значні (тобто великі) напруження РО працюють у тетанічному режимі. При цьому чим більша (у певних режимах) частота імпульсів, тим більшим буде напруження рухових одиниць. Під час виконання рухових дій м'язи людини можуть виконувати чотири основні види роботи: • утримуючу, яка виконується за рахунок напруження м'язів без зміни їх довжини (тобто, ізометричний режим - статична сила). Вона застосовується для підтримання статичних різних поз тіла, утримання предметів (штанга) тощо; • долаючу, що виконується за рахунок зменшення довжини м'язів, і застосовується найчастіше під час виконання рухових дій; • поступливу, яка виконується за рахунок збільшення довжини м'язів. Завдяки цьому виду роботи м'язів відбувається амортизація у момент приземлення в стрибках, бігу тощо. Зауважимо, що у цьому режимі м'язи можуть проявляти на 50-100 % більшу силу, а ніж в долаючому і в утримуючому; • комбіновану, яка складається із почергової зміни названих вище режимів. Фактори, що зумовлюють силові можливості людини Сила, яку здатна проявити людина у руховій діяльності, залежить від зовнішніх (величина опору, довжина важелів, погодно-кліматичні умови, добова та річна періодика) та внутрішніх факторів. До внутрішніх факторів належать: cтруктура м'язів (повільноскоротні волокна здатні до тривалої, повільної роботи та швидкісноскоротні - сила та швидкість скорочення яких значно значно вищі; м'язова маса (більшення м'язової маси супроводжується зростанням абсолютної сили); внутрішньом'язова координація, міжм'язова координація. реактивність м'язів, потужність енергоджерел. Короткочасна напружена силова та швидкісно-силова робота забезпечується фосфатними енергоджерелами (АТФ, КФ), а триваліша виконується за рахунок анаеробного та аеробного розщеплення глікогену. Якісне силове тренування сприяє накопиченню у м'язах запасів енергоречовин. Так, нетренований м'яз вміщує до 0,5 % креатинфосфату від його загальної маси, а добре тренований - 1,5 % від загальної маси конкретного м'яза. Інтенсивна силова робота сприяє також збільшенню запасів глікогену у м'язах на 80-100 %. Зміст та послідовність виконання роботи

Завдання 1 Опис скорочення м’язу (навчальне відео) Ознайомитися із особливостями опису дослідження скорочення м’язу. Нервово-м'язовий препарат закріплюють у штативі, з'єднують з міографом та кладуть нерв на електроди. Включають стимулятор та визначають порогову силу подразнюючого струму поодинокими стимулами, досягають максимальних скорочень м'язу, збільшуючи силу струму. Поступово збільшують частоту подачі подразнюючих імпульсів (5, 10, 20, 30 Гц) до 24 величини, коли кожен наступний імпульс надходить до м'язу у фазі початку розслаблення - реєструють зубчатий тетанус. Плавно збільшують частоту стимуляції (100, 200, 300, 400 Гц) та реєструють гладенький тетанус. (мал. 6.). Мал. 6. Міограма литкового м’яза жаби 1 - поодинокі скорочення; 2-4 – зубчастий тетанус; 5 – гладкий тетанус.

Завдання 2. Опис лабільності м’яза і його втоми (навчальне відео) Нервово-м’язовий препарат тривалий час подразнюють із частотою 40-50 імп/с. Записуючи криву скорочення на кімографі, спостерігають зменшення амплітуди і появи контрактур (неповного розслаблення м’яза після кожного скорочення). Крива із розвитком втоми все більше відрізняється від вихідного рівня. Після повної втоми м’яз вже припиняє скорочуватися (мал. 7). Мал. 7. Крива втоми м’яза

Завдання 3. Стомлення м’яза (навчальне відео) В стомленому м’язі накопичується молочна кислота, яка зумовлює виникнення у ньому кислої реакції. Як приклад дослід. Жабі за 12 годин до експерименту вводять під шкіру 3 мл розчину фуксину, перед експериментом знімають шкіру з задніх кінцівок. На одній лапці відпрепаровують сідничний нерв та подразнюють його короткими струмами, які викликають тетанус. Подібні подразнення мають бути виокремлені паузами та проводяться до припинення скорочень м’язу. Далі переходять до подразнення електричним струмом самого цього м’язу, прикладаючи електроди безпосередньо до м’язу. Подразнення варто проводити протягом 15–20 хв. Внаслідок втоми та розвитку кислої реакції м‘яз починає забарвлюватися у червоний колір: індикатор фуксин набуває даного забарвлення в кислому середовищі. Друга лапка зберігає при цьому звичайне забарвлення, так як попередньо введений фуксин знебарвлюється у лужному середовищі м’язу, який не стомлений. Через 15–20 хв після припинення подразнення стомлений м’яз набуває більш чіткого червоного забарвлення.

Завдання 4. Динамометрія людини. а) Визначення сили м’язів кисті. 25 Тримаючи динамометр у витягнутій руці стискати його пальцями з всією силою (без ривків). Записати показники для правої і лівої руки. б) Визначення сили м’язів становим динамометром. Обстежуваний стає ногами на платформу динамометра і, тримаючись за рукоятку, яка встановлена на рівні колін, тягне її догори (ноги мають бути прямими). Записати результати. в) Визначення витривалості м’язів кисті. Стоячи, обстежуваний відводить витягнуту руку із динамометром в бік під прямим кутом. Двічі здійснює максимальне зусилля на динамометрі. При цьому силу оцінюють за кращим результатом. Потім слід виконати 10-кратні зусилля (один раз за 5 с). Рівень працездатності м’язів визначають за формулою: Р = (F1 + F2 + … + F10) n Показник зниження працездатності м’язу визначають за формулою: S = (F1 – Fmin)· 100 Fmax F – величина м’язового зусилля. Накреслити графік визначення сили та витривалості м’язів. Завдання 5. Виявити причини стомлення м'язів Для цього обстежуваний має послідовно, після незначних перерв (3-5 хв), згинати руку із гантелями різної маси у однаковому ритмі. Експериментатор фіксує час початку експерименту і час початку стомлення (відчуття втомленості в м'язах у обстежуваного). У момент настання стомлення, цю вправу припиняють. Розрахувати роботу м'язів, яка виконується в експерименті за формулою: А= S 2 ×m / t де t - час (с), S - шлях руки (см), А - робота (см2 ·кг/с, т - вага (кг) гантелі. Заповнити таблицю. Таблиця 1. Робота м’язів під час піднімання гантелей Навантаження, кг Шлях руки, м Кількість рухів Початок стомлення, с Робота, Дж 1 0,5 2 0,5 3 0,5

 Контрольні питання 1. Назвіть фази під час поодинокого скорочення. 2. Поясніть, чому м’яз скорочуються більше у випадку гладкого тетанусу, а ніж під час зубчастого? 3. Чому висота тетанусу буде залежати від інтервалу подразнень? 4. Чому швидкісно-скоротні м’язові волокна під час скорочення споживають більше АТФ, а ніж повільно-скоротні волокна? 5. Які фізіологічні зміни можуть виникати в стомленому м’язі? 6. Які чинники визначають силу м’язу? 26 7. Чим характеризується витривалість м’язу, і які фактори на неї впливають? 8. Чи можливо, щоб під час робочої гіпертрофії м’язу його абсолютна сила не збільшувалася?