МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет
Кафедра біофізики та біоінформатики

Затверджено
на засіданні кафедри біофізики
та біоінформатики біологічного факультету
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № 20 від 23 березня 2021 р.)

Завідувач кафедри, проф. _____А.М. Бабський

Силабус з навчальної дисципліни
«Біологія руху»,
що викладається в межах ОПП
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 014.05 – Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Львів 2021

Назва курсу	Біологія руху
Адреса викладання курсу	вул. Грушевського 4, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	біологічний факультет, кафедра біофізики та біоінформатики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань 01 - Освіта / Педагогіка. Спеціальність 014.05 - Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)
Викладачі курсу	Бабський Андрій Мирославович, доктор біол. наук, професор, завідувач кафедри біофізики та біоінформатики
Контактна інформація викладачів	andriy.babsky@lnu.edu.ua https://bioweb.lnu.edu.ua/employee/babskyj-a-m
Консультації по курсу відбуваються	щовівторка, 11:00–12:00 год (вул. Грушевського 4, ауд. 323)
Сторінка курсу	https://bioweb.lnu.edu.ua
Інформація про курс	Дисципліна «Біологія руху» є дисципліною вільного вибору з спеціальності 014.05 - Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) для освітньої програми Середня освіта (біологія та здоров'я людини, яка викладається в 8 семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, обов'язкові для того, щоб вміти аналізувати основні закономірності будови та функціонування нервово-м'язової системи, особливості механізмів і механіки скорочення скелетних і гладких м'язів, серцевого м'язу, принципи нервової регуляції м'язів.
Мета та цілі курсу	Метою вивчення дисципліни вільного вибору «Біологія руху» є опанування студентами основних питань, які стосуються роботи скелетних, гладеньких та серцевого м'язів. Сформувати уявлення про принципи розвитку та функціонування опорно-рухового апарату в процесі онтогенезу.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Фізіологія людини і тварин: підручник / М.Ю. Клевець, В.В. Манько, М.О. Гальків та ін. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с. 2. Бабський А.М. Основи біоенергетики / А. Бабський, О. Іккерт, В. Манько. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 312 с. 3. Мирошниченко Н.С., Шуба М.Ф. Молекулярная организация сократительного аппарата и механика мышечного сокращения – Усп. физиол. наук, 1990. Т.21, № 3, С. 3–18. 4. Физиология человека: в 3-х томах. Т.1. Шмидт Р., Москва: Мир, 1996, 323 с. 5. Кубасова Н.А., Цатурян А.К. Молекулярный механизм работы актин-миозинового мотора в мышце // Успехи биологической химии – 2011. Т. 51, С. 233–282. 6. Мак-Комас А.Дж. Скелетные мышцы: Строение и функции – К.: Олимп. Л-ра, 2001. 408 с.
Тривалість курсу	один семестр
Обсяг курсу	120 год. З них 20 год лекцій, 20 год практичних занять, та 80 год самостійної роботи

Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде: детально знати молекулярну організацію м'язів, механізми скорочення; вікові особливості розвитку опрно-м'язового апарату в дітей шкільного віку
Ключові слова	Рух, м'язи, волокна, скоротливі білки, міокард
Формат курсу	Очний (денний, вечірній)
	проведення лекцій, практичних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Онтогенез опорно-рухового апарату. Класифікації типів м'язових волокон і скелетних м'язів: фазні і тонічні, швидкі і повільні, окиснювальні і гліколітичні. Функції та класифікація м'язових тканин з морфофункціонального і гістогенетичного принципів. Різниця в будові і функціонуванні поперечносмугастих та гладеньких м'язових клітин. Основні критерії класифікації типів м'язових волокон: характер скорочення, швидкість скорочення, тип окиснювального обміну. Структура рухової одиниці. Сполучнотканинні оболонки м'язових тканин. Допоміжний апарат м'язових тканин. Структура, функції та біомеханічне значення ендомізію, перемізію, ендотендінію, перітендінію, епітендінію та апоневрозів. Допоміжний апарат м'язів у функціонуванні м'язової системи. Структура, функціонування та біомеханічна роль фасцій, синовіальних сумок, фіброзних і синовіальних піхв сухожиль, м'язових блоків і сесамовідних кісток. М'язові рецептори. Будова м'язового веретена. Інтрафузальнє м'язове волокно з ядерною сумкою, ланцюжково-ядерні інтрафузальні м'язові волокна. Види м'язових рецепторів. Будова та функціонування інтрафузальних м'язових волокон: двох типів волокон з ядерною сумкою (динамічних і статичних) і волокон з ядерним ланцюжком. Будова м'язового веретена. Різниця в функціонуванні та сенсорній рецепції різновидів сумчасто-ядерних інтрафузальних м'язових волокон з великою та малою швидкодією реакції. Фізіологічна роль коротких та довгих ланцюжково-ядерних інтрафузальних м'язових волокон в сприйнятті інформації про рівень імовірнісного процесу зміни довжини м'яза. Аферентна та еферентна іннервація інтрафузальних м'язових волокон. Нервово-сухожильне веретено. Вільні нервові закінчення. Контроль стану скелетних м'язів зі сторони ЦНС. Нервово-м'язове з'єднання. Коркові мотонейрони. Соматотопічна організації первинної та вторинної моторної зони кори. Функціонування клітин Беца. Функціональна класифікація нейронів по положенню в рефлекторній дузі та в залежності від товщини, наявності мієлінової оболонки і швидкості поширення збудження. Будова нейронів та роль конусу зростання нервової клітини. Характеристики нервово-м'язового з'єднання та моторних бляшок, міжнейронних синапсів і нервово-м'язових з'єднань. Механіка, енергетика та регуляція скорочення. Молекулярні механізми м'язового скорочення. Амплітудно-часова характеристика скорочення. Структурна

	основа пружності м’язу. Активні і пасивні механічні характеристики поперечносмугастого м’язу. Ізометричне скорочення, зв’язок довжина–напруження. Скелетний м’яз. Будова. Дані електронної мікроскопії. Розміщення актинових та міозинових філаментів. Основні структурні елементи м’язового волокна: поздовжнє розміщення товстих і тонких протофібрил, поперечний розріз саркомера в різних ділянках. Білки поперечносмугастого м’язу. Гіпотези м’язового скорочення. Регуляція взаємодії товстих та тонких філаментів. Тонічні та фазні м’язові волокна. Взаємозв’язок між вивільненням іонів Са, потенціалом дії та скороченням. Участь тропоніну С та іонів кальцію в регуляції скорочення. Серцевий м’яз. Особливості структурно-функціональної організації. Структурні особливості міокарда. Гладенькі м’язи. Нем’язова форма рухливості. Будова гладеньком’язової клітини. Потенціал дії гладеньких м’язів.
Підсумковий контроль, форма	залік у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін: загальної цитології і гістології, анатомії, фізіології достатніх для сприйняття категоріального апарату нервово-м’язового скорочення, функціонування окремих груп м’язів під час руху.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекції, презентація (ілюстрація, демонстрація), розповіді, пояснення, розв’язування ситуативних задач, дискусія.
Необхідне обладнання	Персональний комп’ютер, загальновживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: практичні: 50 % семестрової оцінки; активна участь в одній практичній роботі оцінюється у 3,125 бала, що передбачає оцінювання теоретичних знань та практичних умінь з теми (всього 16 занять); максимальна кількість балів – 50; контрольні заміри (модулі): 50 % семестрової оцінки; передбачається два модулі у вигляді тестових завдань; на модуль відводиться по 25 балів; одне тестове завдання оцінюється в 1 бал; максимальна кількість балів – 25. Залік студент отримує на підставі результатів виконання ним усіх видів робіт на практичних заняттях та контрольних замірів протягом семестру, як суму балів. **Академічна доброчесність**: очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в родоту інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. **Відвідування занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати

	викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом. **Література**. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих. **Політика виставлення балів.** Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття.; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
Питання до модульних контролів (замірів знань)	1. Загальні відомості про м'яз. 2. Онтогенез м'язів. 3. Рухова одиниця м'яза. 4. Типи м'язів. 5. Критерії класифікації типів м'язових волокон. 6. Властивості м'язів. 7. Характеристика швидкоскоротливих волокон. 8. Характеристика повільноскоротливих волокон. 9. Характеристика двох груп поперечно-посмугованих волокон. 10. Сполучнотканинні оболонки м'язових тканих. 11. Допоміжний апарат м'язових тканин. 12. Характеристика фасцій. 13. Характеристика фіброзних каналів і синовіальних сумок. 14. М'язові рецептори. 15. Будова м'язового веретена. 16. Інтрафузальне м'язове волокно з ядерною сумкою. 17. Ланцюжково-ядерні інтрафузальні м'язові волокна. 18. Будова сухожильних органів. 19. Аферентна інервація інтрафузальних м'язових волокон. 20. Еферентна інервація інтрафузальних м'язових волокон. 21. Характеристика кори головного мозку. 22. Будова та функції нейронів. 23. Характеристика нервових волокон. 24. Поняття про нервові закінчення і синапси. 25. Поняття про рефлекс. 26. Розвиток і ріст нейрона. 27. Характеристика моторних зон кори головного мозку. 28. Соматотопічна організація первинної та вторинної моторної зони кори головного мозку. 29. Нервово-м'язове з'єднання.

	30. Забезпечення довільних рухів. 31. Провідні шляхи головного і спинного мозку. 32. Нервово-м’язові з’єднання в поперечно-посмугованих м’язах. 33. Нервово-м’язові з’єднання в гладких м’язах. 34. Сенсорна функція спинного мозку в регуляції рухів. 35. Рефлекторна функція спинного мозку в регуляції рухів. 36. Провідникова функція спинного мозку в регуляції рухів. 37. Будова та потенціал дії поперечно-посмугованих м’язів. 38. Залежність збудження і скорочення поперечно-посмугованих м’язів. 39. Характеристика саркоплазматичного ретикулуму поперечно-посмугованих м’язів. 40. Механіка скорочення поперечно-посмугованих м’язів. 41. Енергетика скорочення поперечно-посмугованих м'язів. 42. Рівняння Хілла. 43. Режими скорочення поперечно-посмугованих м’язів. 44. З яких елементів складається загальна зміна енергії в м'язі (при ізотонічному режимі скорочення)? 45. Міозинові філаменти. 46. Актинові філаменти. 47. Процес скорочення м'язового волокна (поперечно-посмугованих м’язів). 48. Структурні характеристики міокарду. 49. Функціональні характеристики міокарду. 50. Автоматизм і провідна система серця. 51. Біомеханіка і енергетика серцевого скорочення. 52. Характеристика швидких потенціалів дії міокардіальних волокон. 53. Характеристика повільних потенціалів дії міокардіальних волокон. 54. Закон Франка-Старлінга. 55. Коефіцієнт корисної дії серцевого м’язу. 56. Структурні параметри гладеньких м’язів. 57. Функціональні параметри гладеньких м’язів. 58. Активація скорочення в гладеньких м’язах. 59. Механіка скорочення гладенького м’яза. 60. Регуляція скорочення гладенького м’яза. 61. Рухливість прокаріотичних організмів. 62. Рухливість еукаріотичних клітин. 63. Війки. 64. Джгутики. 65. Характеристика мікротрубочок. 66. Амебоїдний рух. 67. Мікрофіламенти нем’язових клітин. 68. Гістамін та його вплив на гладку мускулатуру, серцевий м’яз.

	69. Сигнальна дія G-білків. 70. Аденілатциклаза, протеїнкіназа А. 71. Протеїнкіназа С. 72. Роль протеїнкінази С в клітинній сигналізації. 73. Механічні властивості м”язової тканини. Моделювання м”язів. 74. Пружність, в”язкість, повзучість та релаксація м”язів. 75. Анатомо-фізіологічні фактори, що визначають механічні властивості м”язів. 76. Дія односуглобних і багатосуглобних м”язів. М”язова координація. 77. Розвиток м’язової системи у філогенезі. 78. Класифікація м’язів, групи м’язів. 79. Гіпертрофія м’язів. 80. Треновані м’язи. 81. Електроміографія. 82. Реакція м’язів на розтяжіння. 83. Вікові зміни м’язів. 84. Кардіограма серця. 85. Значення активної м’язової діяльності для здоров’я.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Біологія руху»

Тиждень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1	Класифікації типів м’язових волокон і скелетних м’язів: фазні і тонічні, швидкі і повільні, окиснювальні і гліколітичні	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		2 тижні
2	Сполучнотканинні оболонки м’язових тканин. Допоміжний апарат м’язових тканин. Вікова фізіологія.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		2 тижні
3	М’язові рецептори. Будова м’язового веретена.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		2 тижні
4	Механіка, енергетика та регуляція скорочення.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
5	Молекулярні механізми м’язового скоро-	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год,		1 тиждень

	чення.	самостійна робота – 8 год		
6	Скелетний м’яз. Будова. Дані електронної мікроскопії. Розміщення актинових та міозинових філаментів.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 4 год		2 тижні
7	Тонічні та фазні м’язові волокна. Взаємозв’язок між вивільненням іонів Са, потенціалом дії та скороченням.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
8	Серцевий м’яз. Особливості структурно-функціональної організації.	Лекції – 1 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
9	Гладенькі м’язи. Будова, основні принципи функціонування	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
10	Нем’язова форма рухливості.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 4 год		1 тиждень
11	Інтрафузальнє м’язове волокно з ядерною сумкою, ланцюжково-ядерні інтрафузальні м’язові волокна.	Лекції – 1 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень
12	Аферентна та еферентна іннервація інтрафузальних м’язових волокон. Нервово-сухожильне веретено	Лекції – 1 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		1 тиждень

Автори _____ Андрій БАБСЬКИЙ

«Погоджено»
Голова методичної ради
біологічного факультету
_____ Віталій ГОНЧАРЕНКО
«10» 02. 2021 р.

Гарант ОПП
_____ Віталій ГОНЧАРЕНКО
«10» 02. 2021 р.