

**NEUROMOTORYKA**

**PROGRAM ĆWICZEŃ I ZAKRES TEMATYCZNY PRZEDMIOTU**

**ćw. 1. Ćwiczenie organizacyjne**

- program ćwiczeń
- regulamin ćwiczeń
- zasady zaliczenia ćwiczeń
- zasady zaliczenia i wybór prezentacji
- zagadnienia zaliczeniowe i egzaminacyjne

**ćw. 2. Morfologia mięśni poprzecznie prążkowanych**

**zakres tematyczny:**

- morfologia włókien mięśniowych i ich zróżnicowanie
- ultrastruktura włókna mięśniowego, budowa sarkomeru
- synapsa nerwowo-mięśniowa (płytką motoryczną)
- molekularny mechanizm skurczu włókna mięśniowego
- fizjologia i metabolizm komórki mięśniowej
- rodzaje skurczu mięśnia

**prezentacje:**

- 1) Morfologia i zróżnicowanie włókien mięśniowych
- 2) Płytką motoryczną i molekularny mechanizm skurczu

**ćwiczenia:**

- obserwacje w preparatach mikroskopowych:
  - poprzeczne prążkowanie włókien mięśniowych
  - zróżnicowanie metaboliczne włókien mięśniowych
  - zróżnicowanie wielkości włókien mięśniowych
  - identyfikacja przedziałów mięśniowych

**ćw. 3. Jednostka ruchowa 1**

**zakres tematyczny:**

- definicja i podział jednostek ruchowych
- dane morfologiczne o strukturze jednostek ruchowych
- skurcz pojedynczy, skurcz tężcowy niezupełny, skurcz tężcowy zupełny
- cechy skurczu jednostek ruchowych: czas skurczu, czas połowicznej relaksacji, siła skurczu
- charakterystyka różnych typów jednostek
- objaw ugięcia
- test zmęczenia
- wzmocnienie siły skurczu

**ćwiczenia:**

- metodyka badań izolowanych jednostek ruchowych
- zapoznanie się z funkcjami programu BIOLAB
- program BIOLAB:
  - identyfikacja typów jednostek i obliczanie cech skurczu jednostek ruchowych S, FR i FF

## ćw. 4. Jednostka ruchowa 2

### **zakres tematyczny:**

- zależność siły skurczu od częstotliwości i wzoru pobudzeń jednostek ruchowych
- praca wykonywana przez jednostki ruchowe

### **ćwiczenia:**

- program BIOLAB: wykreślanie krzywej siła-częstotliwość dla poszczególnych typów jednostek ruchowych
- program BIOLAB: wyznaczanie optymalnego skurczu jednostki ruchowej

## ćw. 5. Regulacja siły skurczu. Drżenie fizjologiczne.

### **zakres tematyczny:**

- zależność siły skurczu od częstotliwości i wzoru pobudzeń jednostek ruchowych
- rekrutacja i dekrutacja
- czynność jednostek w skurczu dowolnym
- cechy skurczu jednostek ruchowych człowieka
- obserwacja drżenia fizjologicznego mięśni zginaczy palców
- przyczyny drżenia fizjologicznego
- cechy drżenia fizjologicznego
- podstawowe informacje o drżeniu patologicznym

### **ćwiczenia:**

- program BIOLAB:
  - porównanie cech skurczu jednostek ruchowych tego samego mięśnia u różnych gatunków
  - porównanie efektów różnych wzorców pobudzenia jednostek ruchowych
- obserwacja drżenia fizjologicznego

## ćw. 6. Kolokwium I

### ćw. 7. Motoneuron 1

#### **zakres tematyczny:**

- unerwienie motoryczne mięśni szkieletowych
- synapsa nerwowo-mięśniowa (płytko motoryczna)
- motoneurony: położenie, zróżnicowanie i morfologia
- wskaźniki pobudliwości motoneuronu: reobaza, oporność wejściowa

#### **prezentacje:**

3) Motoneurony: typy, lokalizacja i morfologia

#### **ćwiczenia:**

- obserwacje w preparatach mikroskopowych:
  - jądra ruchowe i zróżnicowanie motoneuronów
- metodyka badań elektrofizjologicznych motoneuronów
- zapoznanie się z funkcjami programu ANALOGII
- program ANALOGII:
  - obliczanie wskaźników pobudliwości motoneuronów F i S: reobaza i oporność wejściowa

### ćw. 8. Motoneuron 2

#### **zakres tematyczny:**

- właściwości elektrofizjologiczne błony komórkowej motoneuronu: amplituda i czas trwania potencjału czynnościowego, amplituda i czas połowicznej redukcji potencjału hiperpolaryzacyjnego następczego
- rytmiczne wyładowania motoneuronów

#### **ćwiczenia:**

- program ANALOGII:
  - obliczanie parametrów potencjału czynnościowego motoneuronów typu F i S
  - wykreślanie zależności częstotliwości rytmicznych wyładowań od natężenia prądu (f/I)

## ćw. 9. Elektromiografia

### **zakres tematyczny:**

- zasady rekrutacji jednostek ruchowych
- potencjał czynnościowy pojedynczego włókna i jednostki ruchowej (MUAP): kształt, amplituda, czas trwania
- rodzaje elektrod stosowanych w EMG
- zasady przeprowadzenia badania EMG
- patologiczne potencjały czynnościowe
- zapis prosty i interferencyjny
- prawidłowy zapis elektromiograficzny
- uszkodzenie miogenne jednostek ruchowych: mechanizm uszkodzenia i obraz EMG
- uszkodzenie neurogenne jednostek ruchowych: mechanizm uszkodzenia i obraz EMG

### **ćwiczenia:**

- program BIOLAB:
  - korelacja cech skurczu i potencjałów czynnościowych jednostek ruchowych FF, FR i S
- wykonanie badania EMG

## ćw. 10. Kolokwium II

## ćw. 11. Receptory. Pripriocepcja

### **zakres tematyczny:**

- rodzaje receptorów i kodowanie informacji czuciowej
- budowa i czynność wrzeciona mięśniowego
- budowa i czynność receptora ścięgnistego
- budowa i czynność receptorów stawowych
- narząd przedsionkowy: podstawy morfologiczne, znaczenie dla zachowania równowagi

### **prezentacje:**

- 4) Receptory mięśniowe: struktura i czynność
- 5) Narząd przedsionkowy: struktura i czynność

### **ćwiczenia:**

- wyznaczenie progu pobudliwości receptorów
- badanie czucia proprioceptywnego
- badanie czynności narządu równowagi

## ćw. 12. Odruchy rdzeniowe

### **zakres tematyczny:**

- struktura łuku odruchowego
- motoneurony i interneurony rdzenia kręgowego
- połączenia ośrodkowe włókien aferentnych Ia i II
- interneurony Ia hamujące
- połączenia ośrodkowe włókien aferentnych Ib
- interneurony Ib hamujące
- odruch zginania
- udział odruchów rdzeniowych w ruchach dowolnych

### **prezentacje:**

- 6) Odruchy rdzeniowe

### **ćwiczenia:**

- badanie odruchu na rozciąganie i rejestracja odruchu H
- badanie efektów wibracji ścięgien
- platforma wibracyjna
- badanie odwróconego odruchu na rozciąganie

### **ćw. 13. Lokomocja i ruchy dowolne**

#### **zakres tematyczny:**

- lokomocja: rdzeniowy generator wzorca lokomocji
- korowe ośrodki ruchowe i programowanie ruchów dowolnych
- drogi piramidowe
- budowa, połączenia i rola mózdzku
- położenie i rola jąder podstawnych

#### **prezentacje:**

7) Rdzeniowy generator wzorca lokomocji

8) Programowanie ruchów dowolnych

#### **ćwiczenia:**

- metodyka badań lokomocji u zwierząt
- metodyka badań treningu (siły i wytrzymałości) u zwierząt

### **ćw. 14. Kolokwium III**

### **ćw. 15. Zaliczenie ćwiczeń**

## REGULAMIN ĆWICZEŃ

- **Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa.** Limit dozwolonych nieobecności lub możliwość indywidualnych zasad zaliczenia przedmiotu określa Regulamin Studiów. Nie ma możliwości odrabiania ćwiczeń
- Zaliczenie każdego ćwiczenia jest punktowane (**1 pkt**). Zaliczenie wszystkich ćwiczeń pozwala uzyskać **10 pkt**.
- Oprócz obecności zaliczenie ćwiczenia jest oceniane przez prowadzącego na podstawie wykonania zadań przewidzianych w ramach tematycznych ćwiczenia. Nieobecność lub niezaliczenie zadania skutkuje brakiem punktacji za ćwiczenie.
- Student ma obowiązek przedstawić w ramach przedmiotu jedną prezentację (10-15 min) na zadany temat - wg ustaleń prowadzącego, oceniana w skali punktowej (**0-5 pkt**). Nieobecność lub niezaliczenie prezentacji skutkuje brakiem punktacji.
- W ramach ćwiczeń przewidziane są 3 ustne lub pisemne kolokwia oceniane w skali punktowej (**1-5 pkt**), co pozwala uzyskać **15 pkt**:  
kolokwium I z tematyki ćwiczeń 2-5;  
kolokwium II z tematyki ćwiczeń 7-9;  
kolokwium III z tematyki ćwiczeń 11-13.
- Nieusprawiedliwiona nieobecność na kolokwium oznacza 0 pkt.
- Na ostatnich ćwiczeniach jest możliwość poprawienia kolokwium (tylko w przypadku usprawiedliwionej nieobecności).
- Podstawą oceny zaliczenia przedmiotu w I terminie jest suma punktów przeliczana według zasad oceniania zawartych w Regulaminie Studiów:

< 50%	niedostateczny
50-59%	dostateczny
60-69%	dostateczny+
70-79%	dobry
80-89%	dobry+
90-100%	bardzo dobry

- Brak zaliczenia ćwiczeń skutkuje niedopuszczeniem do egzaminu końcowego.
- Przedmiot kończy się egzaminem ustnym, którego zakres obejmuje treści wykładów i ćwiczeń.

## ZAGADNIENIA EGZAMINACYJNE

1. Podstawowe typy włókien mięśniowych
2. Mozaika mięśniowa
3. Komórki satelitarne
4. Struktura włókien mięśniowych
5. Triady mięśniowe i wydzielanie wapnia
6. Podstawowe typy jednostek ruchowych
7. Unerwienie motoryczne mięśni szkieletowych
8. Przedziały mięśniowe
9. Wskaźnik unerwienia
10. Metody klasyfikacji jednostek ruchowych
11. Metody badań jednostek ruchowych zwierząt doświadczalnych
12. Metody badań jednostek ruchowych człowieka
13. Potencjał czynnościowy jednostki ruchowej
14. Elektromiogram
15. Test zmęczenia i wskaźnik zmęczenia
16. Różnice gatunkowe cech jednostek ruchowych
17. Różnice międzyplciowe cech jednostek ruchowych
18. Różnice cech jednostek ruchowych różnych mięśni
19. Jądra ruchowe, motoneurony – podział
20. Synapsy nerwowo-mięśniowe
21. Podstawowe mechanizmy sterowania siłą skurczów dowolnych: rekrutacja jednostek ruchowych
22. Zasada wielkości
23. Pobudliwość, reobaza i oporność wejściowa motoneuronów różnych typów
24. Podstawowe mechanizmy sterowania siłą skurczów dowolnych: zmiana częstotliwości wyładowań motoneuronów
25. Wskaźnik wypełnienia
26. Dublet wyładowań motoneuronu i jego skutki dla rozwoju siły
27. Synchronizacja wyładowań motoneuronów
28. Przystosowanie jednostek wolnych do udziału w ruchach tonicznych
29. Przystosowanie jednostek szybkich do udziału w ruchach fazowych
30. Zjawisko „tetanic depression”
31. Zjawisko „catch effect”
32. Skurcze pojedyncze, tężcowe zupełne i niezupełne
33. Zależność siły od częstotliwości pobudzeń
34. Związki pomiędzy cechami motoneuronów i unerwianych przez nie włókien mięśniowych
35. Zjawisko drżenia fizjologicznego
36. Zmęczenie obwodowe
37. Zmęczenie ośrodkowe
38. Proprioreceptory – narząd równowagi
39. Proprioreceptory – unerwienie czuciowe wrzeciona mięśniowego
40. Proprioreceptory – unerwienie ruchowe wrzeciona mięśniowego
41. Proprioreceptory – rola wrzecion mięśniowych
42. Proprioreceptory – narząd ścięgnisty
43. Znaczenie czucia głębokiego w kontroli położenia ciała
44. Łuk odruchowy
45. Elektryczna stymulacja nerwu - odruch Hoffmana

46. Dywergancja włókien czuciowych Ia w rdzeniu kręgowym
47. Odruch miotatyczny
48. Odruch na rozciąganie
49. Odwrócony odruch na rozciąganie
50. Odruch zginania
51. Rola łuków odruchów w koordynacji czynności mięśni i kończyn
52. Rdzeniowy generator lokomocji
53. Programowanie ruchów dowolnych
54. Główne drogi zstępujące rdzenia kręgowego
55. Główne drogi wstępujące rdzenia kręgowego
56. Komórki Renshawa
57. Interneurony hamujące Ia
58. Kora ruchowa mózgu
59. Kora czuciowa mózgu
60. Rola mózdzku w regulacji ruchów

### **ZALECANA LITERATURA**

- Górski J. (red.) „Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego”, PZWL 2021  
Rozdział 1 - Piotr Krutki, Jan Celichowski „Układ nerwowy”  
Rozdział 2 - Jan Celichowski „Układ mięśniowy”
- Górski J. (red.) „Fizjologia człowieka”, PZWL 2015
- K. Grottel, J. Celichowski „Organizacja mięśnia i sterowanie ruchem. Cz. I Organizacja mięśnia”, AWF Poznań, 2000
- Ganong W.F. „Fizjologia”, PZWL 2017
- Konturek. Fizjologia człowieka”, red. T. Brzozowski, Edra Urban & Partner, 2019
- Longstaff A. „Krótkie wykłady. Neurobiologia” PWN 2013
- Żołądź J.A. (red) “Muscle and Exercise Physiology”, Academic Press, Elsevier, 2019
- Chapter 4 - Celichowski J., Krutki P. „Motor Units and Muscle Receptors”
- Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. Principles of Neural Science, 5th ed. McGraw-Hill, New York. 2013
- Pfaff Donald W. Neuroscience in the 21st Century. From basic to Clinical. Springer New York Heidelberg Dordrecht London. 2013