

# Fizjoterapia

## PLASTYCZNOŚĆ UKŁADU NERWOWO-MIĘŚNIOWEGO

### PROGRAM I ZAKRES TEMATYCZNY WYKŁADÓW

- Pojęcie i rodzaje plastyczności mózgu. Zdolności adaptacyjne układu nerwowego.
- Reakcje neuronów na uszkodzenia. Regeneracja w obwodowym układzie nerwowym.
- Mechanizmy reinerwacji mięśni szkieletowych. Zmiany morfologiczne i czynnościowe w odtworzonych jednostkach ruchowych.
- Uwarunkowania i możliwości regeneracji w ośrodkowym układzie nerwowym. Uszkodzenia rdzenia kręgowego.
- Zmiany adaptacyjne w układzie nerwowym w efekcie zwiększonej lub zmniejszonej aktywności ruchowej. Morfologiczne, biochemiczne i elektrofizjologiczne zmiany adaptacyjne w rdzeniu kręgowym. Adaptacja kory mózgu. Rola receptorów i skutki deafferentacji. Pamięć ruchowa i trening układu nerwowego.
- Wpływ aktywności ruchowej na mięśnie szkieletowe. Morfologiczne i czynnościowe zmiany adaptacyjne w różnych formach treningu fizycznego, skutki unieruchomienia kończyn, efekty chronicznej stymulacji elektrycznej i wibracji.

### PROGRAM ĆWICZEŃ

#### Ćw. 1. Informacje wprowadzające.

- program, regulamin i zasady zaliczenia ćwiczeń
- zagadnienia zaliczeniowe
- zapoznanie się z funkcjami programu do obliczeń parametrów elektrofizjologicznych

#### Ćw. 2. Morfologia i elektrofizjologia motoneuronów.

##### **zakres tematyczny:**

- motoneurony: położenie, zróżnicowanie i morfologia
- polaryzacja błony komórkowej i potencjał spoczynkowy
- potencjał czynnościowy: mechanizm powstawania, fazy, amplituda, czas trwania
- unerwienie motoryczne mięśni szkieletowych
- synapsa nerwowo-mięśniowa (płytko motoryczna)
- wskaźniki pobudliwości motoneuronu: reobaza, oporność wejściowa

##### **ćwiczenia:**

- obserwacje w preparatach mikroskopowych:
  - jądra ruchowe i zróżnicowanie motoneuronów
- obliczenia w programie komputerowym:
  - wskaźniki pobudliwości motoneuronów F i S: reobaza i oporność wejściowa
  - parametry potencjału czynnościowego motoneuronów typu F i S

#### Ćw. 3. Neuroanatomiczne podstawy sterowania ruchem.

##### **zakres tematyczny:**

- znaczenie rdzenia kręgowego dla ruchu
- wybrane drogi zstępujące (ruchowe) rdzenia kręgowego: droga korowo-rdzeniowa, droga czerwienno-rdzeniowa, droga przedsionkowo-rdzeniowa przyśrodkowa i boczna
- struktura makroskopowa i mikroskopowa mózdzku
- funkcje i czynność mózdzku
- zaburzenia czynności motorycznych wynikające z uszkodzeń mózdzku
- jądra podstawne i ich rola w sterowaniu ruchem

- korowe ośrodki ruchowe i programowanie ruchów dowolnych

#### **ćwiczenia:**

- rozpoznanie struktur ośrodkowego układu nerwowego w preparatach makroskopowych
- obserwacje w preparatach mikroskopowych:
  - mózdzek: struktura warstwowa kory, komórki Purkiniego, istota biała, jądra mózdzku
  - kora mózgu: cytoarchitektonika kory ruchowej, komórki piramidowe i ziarniste kory mózgu

### **ćw. 4 Morfologia mięśni poprzecznie prążkowanych. Receptory mięśniowe.**

#### **zakres tematyczny:**

- morfologia włókien mięśniowych i ich różnicowanie
- ultrastruktura włókna mięśniowego, budowa sarkomeru
- synapsa nerwowo-mięśniowa (płytko motoryczna)
- molekularny mechanizm skurczu włókna mięśniowego
- fizjologia i metabolizm komórki mięśniowej
- rodzaje skurczu mięśnia
- budowa i czynność wrzeciona mięśniowego
- budowa i czynność receptora ścięgniętego

#### **ćwiczenia:**

- obserwacje w preparatach mikroskopowych:
  - poprzeczne prążkowanie włókien mięśniowych
  - różnicowanie metaboliczne włókien mięśniowych
  - różnicowanie wielkości włókien mięśniowych
  - identyfikacja przedziałów mięśniowych
  - wrzeciono mięśniowe

### **ćw. 5. Jednostka ruchowa.**

#### **zakres tematyczny:**

- definicja i podział jednostek ruchowych
- charakterystyka różnych typów jednostek
- skurcz pojedynczy i tężcowy
- zasady rekrutacji jednostek ruchowych
- czynność jednostek w skurczu dowolnym

#### **ćwiczenia:**

- obliczenia w programie komputerowym:
  - identyfikacja typów jednostek i obliczanie cech skurczu jednostek ruchowych S, FR i FF
  - wykreślanie krzywej siła-częstotliwość dla poszczególnych typów jednostek ruchowych

### **Ćw. 6. Elektromiografia. Drżenie fizjologiczne.**

#### **zakres tematyczny:**

- 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
- przyczyny drżenia fizjologicznego
- cechy drżenia fizjologicznego

- podstawowe informacje o drzeniu patologicznym

#### ćwiczenia:

- wykonanie badania EMG
- obserwacja drzenia fizjologicznego mięśni zginaczy palców

#### [ćw. 7. Zaliczenie](#)

#### [ćw. 8. Zaliczenie poprawkowe](#)

### REGULAMIN

- Ćwiczenia odbywają się w podgrupach, w salach ćwiczeń Zakładu Neurobiologii, w kolejności ustalonej przed rozpoczęciem zajęć.
- **Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa.** Limit dozwolonych nieobecności lub możliwość indywidualnych zasad zaliczenia przedmiotu określa Regulamin Studiów. **Nie ma możliwości odrabiania ćwiczeń.**
- Zaliczenie przedmiotu odbywa się na podstawie **kolokwium pisemnego z całości materiału.**
- 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

## ZAGADNIENIA ZALICZENIOWE

Zagadnienia obejmują wszystkie treści prezentowane na wykładach oraz na ćwiczeniach

1. Pojęcie neuroplastyczności i rodzaje plastyczności mózgu:
  - plastyczność rozwojowa,
  - plastyczność pamięciowa,
  - plastyczność adaptacyjna (kompensacyjna) układu nerwowego,
  - plastyczność adaptacyjna (kompensacyjna) układu mięśniowego.
2. Neurogeneza i synaptogeneza.
3. Budowa nerwu i konsekwencje przerwania nerwu.
4. Rodzaje i przyczyny uszkodzeń nerwu.
5. Reakcje neuronów na uszkodzenia:
  - zmiany degeneracyjne
  - zmiany transneuronalne.
6. Regeneracja w obwodowym układzie nerwowym:
  - rola i rodzaje transportu aksonalnego,
  - stożek wzrostu aksonu,
  - pasma Büngnera i białaka przyspieszające wzrost aksonu,
  - czynniki neurotroficzne (NGF, BDNF).
7. Mechanizmy reinerwacji mięśni szkieletowych. Zmiany morfologiczne i czynnościowe w odtworzonych jednostkach ruchowych.
  - następstwa odnerwienia mięśni,
  - reinerwacja prosta,
  - reinerwacja oboczna.
8. Uwarunkowania i możliwości regeneracji w ośrodkowym układzie nerwowym.
9. Możliwości terapii uszkodzeń ośrodkowego układu nerwowego.
10. Regeneracja mięśni szkieletowych:
  - rola komórek satelitarnych,
  - etapy regeneracji,
  - czynniki przyspieszające regenerację.
11. Zmiany adaptacyjne w układzie nerwowym w efekcie zwiększonej lub zmniejszonej aktywności ruchowej:
  - rola układu nerwowego w aktywności ruchowej,
  - zmiany biochemiczne,
  - zmiany funkcjonalne,
  - trening mentalny,
  - sprzężenie czuciowe i skutki deafferentacji,
  - zmiany morfologiczne.
12. Morfologiczne, biochemiczne i elektrofizjologiczne zmiany adaptacyjne w motoneuronach rdzenia kręgowego w efekcie zwiększonej lub zmniejszonej aktywności ruchowej.
13. Kończyny fantomowe - definicja i przyczyny.
14. Morfologiczne i czynnościowe zmiany adaptacyjne w mięśniach w różnych formach treningu fizycznego:
  - trening siłowy (oporowy),
  - trening wytrzymałościowy.
15. Transformacja włókien mięśniowych.
16. Morfologiczne i czynnościowe zmiany adaptacyjne w jednostkach ruchowych w różnych formach zmienionej aktywności ruchowej:
  - trening siłowy (oporowy),
  - trening wytrzymałościowy,
  - przeciążenie.

17. Skutki unieruchomienia kończyn.

18. Motoneurony i unerwienie mięśni szkieletowych:

- elektrofizjologia neuronu
- przewodnictwo we włóknach nerwowych,
- budowa i czynność synapsy nerwowo-mięśniowej (płytki motorycznej),
- motoneurony: położenie, zróżnicowanie, morfologia, wskaźniki pobudliwości.

19. Struktura rdzenia kręgowego i rola w sterowaniu ruchem:

- przebieg i znaczenie dróg wstępujących (czuciowych) rdzenia kręgowego: droga rdzeniowo-wzgórzowa boczna i przednia, droga rdzeniowo-opuszkowa (pęczek smukły i klinowaty), droga rdzeniowo-mózdkowa przednia i tylna,
- przebieg i znaczenie dróg zstępujących (ruchowych) rdzenia kręgowego: droga korowo-rdzeniowa, droga czerwiennie-rdzeniowa, droga przedsionkowo-rdzeniowa przyśrodkowa i boczna.

20. Struktura pnia mózgu (rdzeń przedłużony, most, śródmózgowie) i rola w sterowaniu ruchem.

21. Organizacja i funkcje mózdzku. Zaburzenia czynności motorycznych wynikające z uszkodzeń mózdzku.

22. Lokalizacja czynności w korze mózgu (pola rzutowania).

23. Korowe ośrodki ruchowe i programowanie ruchów dowolnych.

24. Struktura mięśnia:

- morfologia włókien mięśniowych i ich zróżnicowanie,
- molekularny mechanizm skurczu,
- ultrastruktura włókna mięśniowego, budowa sarkomeru,
- definicja i podział jednostek ruchowych,
- morfologia i cechy skurczu jednostek ruchowych,
- zasady rekrutacji i dekrutacji jednostek ruchowych,
- czynność receptorów mięśniowych (wrzeciona mięśniowe i receptory ścięgna).

25. Struktura łuku odruchowego i odruchy rdzeniowe:

- odruch na rozciąganie,
- odwrócony odruch na rozciąganie,
- odruch zginania.

26. Drżenie fizjologiczne (istota, przyczyny, cechy).

27. Rodzaje drżenia patologicznego mięśni.

28. Podstawy elektromiografii:

- rodzaje elektrod stosowanych w EMG,
- zasady przeprowadzenia badania EMG,
- potencjał czynnościowy pojedynczego włókna i jednostki ruchowej (MUAP),
- patologiczne potencjały czynnościowe,
- zapis prosty i interferencyjny EMG,
- prawidłowy zapis elektromiograficzny.

29. Uszkodzenie neurogenne jednostek ruchowych: mechanizm uszkodzenia i obraz EMG.

30. Uszkodzenie miogenne jednostek ruchowych: mechanizm uszkodzenia i obraz EMG.

## ZALECANA LITERATURA

### Literatura podstawowa

- A. Grabowska, T. Górski, J. Zagrodzka. „Mózg a zachowanie”, PWN 2021
- M. Kossut „Mechanizmy plastyczności mózgu”, PWN Warszawa 1994
- J. Górski „Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego”. PZWL 2015
- I. Hausmanowa-Petrusewicz (red), Choroby nerwowo-mięśniowe. Warszawa 2012, Wydawnictwo Czelej

### Literatura uzupełniająca

- P.F. Gardiner „Advanced Neuromuscular exercise physiology”, Human Kinetics 2011
- Longstaff „Neurobiologia. Krótkie wykłady”, PWN 2013
- Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. Principles of Neural Science, 5th ed. McGraw-Hill, New York. 2013
- Donald W Pfaff. Neuroscience in the 21st Century. From basic to Clinical. Springer New York Heidelberg Dordrecht London. 2013
- I. Hausmanowa-Petrusewicz (red), Elektromiografia kliniczna, PZWL 1986
- Bochenek A, Reicher M, Anatomia człowieka. t. IV - Układ nerwowy ośrodkowy, PZWL 2013
- Benatar M „Neuromuscular disease. Evidence and analysis in clinical neurology. Totowa, New Jersey 2006, Humana Press