

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. Morfologia i elektrofizjologia neuronu. Motoneuron.

- program, regulamin i zasady zaliczenia ćwiczeń
- zagadnienia zaliczeniowe

zakres tematyczny:

- morfologia neuronu
- polaryzacja błony komórkowej i potencjał spoczynkowy
- potencjał czynnościowy: mechanizm powstawania, fazy, amplituda, czas trwania
- przewodnictwo we włóknach nerwowych
- unerwienie motoryczne mięśni szkieletowych
- synapsa nerwowo-mięśniowa (płytko motoryczna)
- motoneurony: położenie, zróżnicowanie i morfologia
- wskaźniki pobudliwości motoneuronu: reobaza, oporność wejściowa
- właściwości elektrofizjologiczne błony komórkowej motoneuronu: amplituda i czas trwania potencjału czynnościowego, amplituda i czas połowicznej redukcji potencjału hiperpolaryzacyjnego następczego

ćwiczenia:

- obserwacje w preparatach mikroskopowych:
 - jądra ruchowe i zróżnicowanie motoneuronów
- zapoznanie się z funkcjami programu ANALOGII
- program ANALOGII:
 - obliczanie wskaźników pobudliwości motoneuronów F i S: reobaza i oporność wejściowa
 - obliczanie parametrów potencjału czynnościowego motoneuronów typu F i S

ćw. 2. Neuroanatomiczne podstawy sterowania ruchem.

zakres tematyczny:

- struktura rdzenia kręgowego
- wybrane drogi wstępujące (czuciowe) rdzenia kręgowego: droga rdzeniowo-wzgórzowa boczna i przednia, droga rdzeniowo-opuszkowa (pęczek smukły i klinowaty), droga rdzeniowo-mózdkowa przednia i tylna
- wybrane drogi zstępujące (ruchowe) rdzenia kręgowego: droga korowo-rdzeniowa, droga czerwienno-rdzeniowa, droga przedsionkowo-rdzeniowa przyśrodkowa i boczna
- znaczenie rdzenia kręgowego dla ruchu
- budowa zewnętrzna i wewnętrzna pnia mózgu (rdzeń przedłużony, most, śródmózgowie)
- nerwy czaszkowe i ich jądra ruchowe, czuciowe i autonomiczne
- jądro smukłe i klinowate, jądro dolne oliwki, jądro czerwienne oraz ich połączenia aferentne i eferentne
- twór siatkowaty pnia mózgu
- struktura makroskopowa i mikroskopowa mózdzku
- funkcje i czynność mózdzku
- zaburzenia czynności motorycznych wynikające z uszkodzeń mózdzku
- struktura i organizacja półkul mózgu
- budowa mikroskopowa kory nowej (neocortex), cytoarchitektonika kory ruchowej
- lokalizacja czynności w korze mózgu (poła rzutowania)
- korowe ośrodki ruchowe i programowanie ruchów dowolnych

ćwiczenia:

- rozpoznanie struktur ośrodkowego układu nerwowego w preparatach makroskopowych
- obserwacje w preparatach mikroskopowych:
 - rdzeń kręgowy: istota szara, komórki nerwowe rogu tylnego, istoty pośredniej i rogu przedniego, sznury istoty białej, pęczek smukły i klinowaty
 - pień mózgu: wybrane jądra nerwów czaszkowych oraz jądro smukłe i klinowate, jądro dolne oliwki, jądro czerwienne, twór siatkowaty. Piramidy rdzenia przedłużonego, ciało czworoboczne w moście, istota czarna śródmózgowia
 - mózdzek: struktura warstwowa kory, komórki Purkinjego, istota biała, jądra mózdzku
 - kora mózgu: cytoarchitektonika kory ruchowej, komórki piramidowe i ziarniste kory mózgu

ćw. 3. Morfologia mięśni poprzecznie prążkowanych. Receptory mięśniowe.

zakres tematyczny:

- morfologia włókien mięśniowych i ich zróżnicowanie
- 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 ścięgnistego
- struktura łuku odruchowego
- odruchy rdzeniowe

ćwiczenia:

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

- identyfikacja przedziałów mięśniowych
- wrzeciona mięśniowe
- badanie czucia proprioceptywnego
- badanie odruchu na rozciąganie (rejestracja odruchu H)
- badanie efektów wibracji ścięgien
- platforma wibracyjna
- badanie odwróconego odruchu na rozciąganie

ćw.4. Jednostka ruchowa. Elektromiografia. Drżenie fizjologiczne.

zakres tematyczny:

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

ćwiczenia:

- zapoznanie się z funkcjami programu ANALOG10
- program ANALOG10:
 - identyfikacja typów jednostek i obliczanie cech skurczu jednostek ruchowych S, FR i FF
 - wykreślanie krzywej siła-częstotliwość dla poszczególnych typów jednostek ruchowych
- wykonanie badania EMG
- obserwacja drżenia fizjologicznego mięśni zginaczy palców

ćw. 5. Zaliczenie

REGULAMIN ĆWICZEŃ

- Ćwiczenia odbywają się w podgrupach, w salach ćwiczeń Zakładu Neurobiologii, w kolejności ustalonej przed rozpoczęciem zajęć.
- **Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa.** Student traci prawo do zaliczenia zajęć, jeśli liczba nieobecności na wszystkich ćwiczeniach przekracza 30%. **Nie ma możliwości odrabiania ćwiczeń.**
- Studenci, którzy uzyskali zgodę na indywidualną organizację studiów, zobowiązani są **przed rozpoczęciem semestru** uzgodnić z prowadzącymi ćwiczenia stały termin odbywania ćwiczeń.
- Na zakończenie ćwiczeń przeprowadzane **jest kolokwium zaliczeniowe z całości materiału.** Podstawę przygotowania stanowią **wykłady, ćwiczenia** i wskazane piśmiennictwo.
- Podstawą oceny zaliczenia przedmiotu w I terminie jest suma punktów:

< 5	niedostateczny
5,0 – 6,5	dostateczny
7,0 – 8,0	dostateczny+
8,5 – 9,0	dobry
9,0 – 9,5	dobry+
10	bardzo dobry

ZALECANE PODRĘCZNIKI

Literatura podstawowa

- A. Grabowska, T. Górską, J. Zagrodzka. „Mózg a zachowanie”, PWN Warszawa 2005
- M. Kossut „Mechanizmy plastyczności mózgu”, PWN Warszawa 1994
- J. Górski „Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego”. PZWL, Warszawa, 2006
- I. Hausmanowa-Petrusewicz (red), Choroby nerwowo-mięśniowe. Warszawa 2012, Wydawnictwo Czelej
- W. Jakimowicz, Neurologia kliniczna w zarysie, Warszawa 1981, PZWL
- W. Kozubski, P.P. Liberski, Neurologia, Warszawa 2008, PZWL

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. 2012
- 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, Warszawa 1986, PZWL
- Bochenek A, Reicher M, Anatomia człowieka. t. IV - Układ nerwowy ośrodkowy, Warszawa 1989, PZWL
- Benatar M „Neuromuscular disease. Evidence and analysis in clinical neurology. Totowa, New Jersey 2006, Humana Press

Zagadnienia zaliczeniowe

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 czerwienno-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 ścięgniste).

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.