

ASSIGNATURA:

ESTRUCTURA I FUNCIÓ DEL SISTEMA NERVIÓS

CRÈDITS:

Totals: **10**

Teòrics: **6**

Pràctics: **4**

OBJECTIU GENERAL

Aquesta assignatura té com a objectiu general que l'alumnat assolixi un coneixement bàsic dels aspectes estructurals, moleculars i funcionals dels mecanismes que regeixen el funcionament del sistema nerviós, de la pell i dels sentits, que li permetin comprendre més endavant els fonaments biològics de la patologia i de la terapèutica.

OBJECTIUS ESPECÍFICS

- Entendre les bases moleculars, cel·lulars i electrofisiològiques de la neurotransmissió sinàptica
- Reconèixer els diferents elements que formen part de la pell i els seus annexes
- Conèixer les bases estructurals i funcionals dels receptors i de la transducció dels estímuls sensorials: mecànics, visuals, auditius, gustatius i olfactors.
- Comprendre l'organització i funció del sistema motor des de l'escorça cerebral a la medulla espinal
- Comprendre l'organització estructural i neuroquímica de les diferents zones del tronc cerebral i les seves implicacions funcionals
- Integrar la coordinació de l'activitat motora que realitzen els ganglis basals i el cerebel
- Conèixer la funció integradora del tàlem en les diferents funcions del sistema nerviós
- Comprendre les estructures implicades en el control de les funcions límbiques i autònomes.
- Comprendre els models d'organització de l'escorça cerebral i les funcions cognitives superiors
- Conèixer les bases moleculars i cel·lulars del creixement axonal i la plasticitat sinàptica i aplicar-los a processos patològics

TEMARI

Teòric

I. INTRODUCCIÓ

1. **Organització del sistema nerviós.** Circuits i sistemes nerviosos Integració i plasticitat. Funcions del Sistema Nerviós.

I II. ESTRUCTURA, DESENVOLUPAMENT, PROPIETATS I FUNCIONS DE LES CÈL·LULES NERVIOSES

2. **Revisió de l'estructura de les cèl·lules que componen el sistema nerviós.** Estructura de la neurona: El cos cel·lular, les dendrites i l'axó. Tipus de neurones. Estructura de les fibres nervioses i dels nervis perifèrics. Cèl·lules neurògiques. Creixement, supervivència i diferenciació de les neurones: cèl·lules precursoras de les neurones. Proliferació cel·lular. Inducció neuronal. Migració cel·lular. Mort neuronal durant el desenvolupament.
3. **Propietats elèctriques de les neurones:** Capacitància, transferència de càrregues i llei d'Ohm. Propietats passives de la membrana plasmàtica. El potencial de membrana. Equilibris iònics i potencials de Nernst. El potencial de repòs. Registre intracel·lular dels potencials elèctrics. Tipus i distribució de les conductàncies iòniques. El potencial d'acció. Mecanismes iònics del potencial d'acció. Períodes refractaris. El codi de

freqüències. Generació i propagació dels potencials d'acció. Velocitat de conducció de les fibres nervioses. Respostes de les neurones a l'estimulació. Formes diferents de l'activitat elèctrica neuronal.

4. **Canals iònics i corrents de membrana:** Característiques generals i conceptes bàsics. Tipus de canals iònics. Mètodes d'estudi: *Voltage-clamp* i *Current-clamp*, registre de canals iònics únics (*patch-clamp*). Propietats dels canals regulats per lligants i dels canals regulats per voltatge. Regulació de la permeabilitat iònica de la membrana. Creació i manteniment dels gradients iònics per les bombes iòniques. Modulació dels canals iònics. Les combinacions de corrents iòniques són la base de l'activitat elèctrica de la neurona.

III. COMUNICACIÓ ENTRE LES NEURONES: LA SINAPSI

5. **Tipus de sinapsis.** Sinapsis elèctriques i sinapsis químiques. Estructura de les sinapsis. La sinapsi neuromuscular: Mecanismes de la transmissió neuromuscular. Malalties de la transmissió neuromuscular. La unitat motora: concepte.
6. **La secreció dels neurotransmissors:** Transport dels neurotransmissors i dels seus precursors. La secreció quàntica dels neurotransmissors. Paper del calci en la secreció de neurotransmissors. La vesícula sinàptica. L'exocitòsi. Mecanismes moleculars de l'exocitòsi de neurotransmissors. Inhibició de l'exocitòsi per toxines específiques.
7. **Els neurotransmissors:** definició, estructura i tipus d'acció. Biosíntesi, Precursors. Sistemes d'inactivació, de degradació i de recaptació dels neurotransmissors. Els diferents neurotransmissors: Acetilcolina, Monoamines, Aminoàcids, Pèptids, Nucleòtids i Òxid nítric.
8. **Receptors i mecanismes de la transducció:** Característiques moleculars i funcionals dels receptors de neurotransmissors. Tipus de receptors: Receptors directament acoblats a un canal iònic. Receptors indirectament acoblats a canals iònics. Segons missatgers. Neuromodulació. Bases moleculars de la neuromodulació.
9. **Aspectes electrofisiològics de la transmissió sinàptica:** Potencials postsinàptics excitadors i inhibidors: bases iòniques. Efectes de les propietats passives de la membrana en la transmissió sinàptica. Inhibició presinàptica i postsinàptica. Neuromodulació elèctrica: mecanismes que indueixen canvis en el comportament elèctric de les neurones.

IV. EL SISTEMA TEGUMENTARI: LA PELL HUMANA

10. **Estructura general de la pell.** Origen embriològic dels seus components. Variacions regionals. Dermato-glífes.
L'epidermis: Estructura fina de l'epidermis. L'epidermopoesi. Factors que regulen l'epidermopoesi. El queratinòcit i la seva diferenciació. La queratina. La filagrina. La capa còrnia. La síntesi de lípids. Els desmosomes. La queratinització i el desenvolupament de les queratines epidèrmiques.
11. **Els melanòcits.** Les melanines i la melanogènesi. La cèl·lula de Langerhans. La cèl·lula de Merkel.
La dermis: Components de la dermis. Substància fonamental. La col·lagenasa. El teixit elàstic. Els fibroblasts. Els mastòcits i els basòfils de la dermis. La hipodermis.
12. **La unió dermoepidèrmica.** Ultraestructura. Components de la membrana basal epidèrmica. Localització dels nervis i dels terminals sensorials. Irrigació sanguínia i limfàtica de la pell.
Els annexos de la pell: L'aparell pilosebaci. Els fol·licles pilosos. Estructura del pèl. Les glàndules sebàcies, les glàndules sudorípares apocrines i el múscul erector del pèl. Les glàndules sudorípares ecrines. Les glàndules sudorípares modificades: les glàndules ceruminoses i les glàndules de Moll. Estructura de l'ungla. La histogènesi de la pell i dels seus annexos.
13. **Funcions de la pell:** La pell com a barrera. Funcions mecàniques. Funcions immunitàries. Funcions sensorials. Comunicació socio-sexual. Síntesi de vitamina D. Regulació de la temperatura. Respiració.

V. ORGANITZACIÓ I FUNCIO DEL SISTEMA SENSORIAL

14. **Sistema somatosensorial.** Receptors cutanis del tacte: Les terminacions nervioses lliures. Els corpuscles de Meissner. Els complexos o discs de Merkel. L'òrgan terminal del pèl. Els terminals de Ruffini. Els corpuscles de Pacini. Els bulbs terminals de Krause. Els corpuscles subcutanis de Golgi-Mazzoni.
Receptors propioceptius: Els terminals nerviosos de les articulacions. Els terminals nerviosos dels tendons. L'innervació sensitiva dels músculs estriats, els fusos neuromusculars. Els terminals nerviosos del teixit connectiu. Receptors viscerals: les terminacions nervioses del teixit connectiu visceral. Les termina-

cions nervioses del múscul llis. Les terminacions nervioses del múscul cardíac. Baroreceptors. Quimioreceptors. Vies ascendents sensitives.

15. **El problema general de la sensació.** Codificació i processament de la informació sensorial. La informació sensorial com a base del control motor, de la consciència i de les sensacions. Sensacions i percepcions. Receptors sensorials: classificació i propietats funcionals. Modalitats i qualitats sensorials. Especificitat dels receptors sensorials. Estímul adequat
16. **Transducció sensorial:** Fenòmens iònics i elèctrics en els receptors sensorials. El procés de transducció sensorial. Mecanismes de transducció. Potencial generador de receptors. Relació intensitat-freqüència de descàrrega dels receptors. Adaptació i fatiga. Modulació de l'activitat dels receptors sensorials.
17. **El sistema somatovisceral:** Mecanoreceptors i termoreceptors cutanis. Els propioceptors. Els nociceptors. Modalitats i qualitats sensorials dels diferents tipus de sensibilitat. Característiques funcionals dels receptors del sistema somatosensorial. Els quimioreceptors interns.
18. **Transmissió dels diferents tipus de sensacions somatoviscerals:** les dues vies sensorials per a la transmissió de senyals al sistema nerviós central: el sistema de la columna dorsolemniscal i el sistema anterolateral. Integració medul·lar. Integració talàmica. Projecció a les àrees sensorials de l'escorça. Sistema de control medul·lar i supramedul·lar de la informació sensorial. Control de la sensibilitat dolorosa: concepte d'analgèsia. Anomalies clíniques del dolor i d'altres sensacions somàtiques.
19. **L'òrgan de la visió:** Estructura general de l'ull. Els músculs oculars. La túnica fibrosa: l'escleròtica. La còrnia. La túnica vascular o úvea. El cristal·lí. El cos vitri. La retina: organització cel·lular de la retina. L'epiteli pigmentari. Cèl·lules fotoreceptores. Cèl·lules horitzontals. Cèl·lules bipolars. Capa plexiforme externa. Cèl·lules amacrines. Cèl·lules interplexiformes. Capa plexiforme interna. Les fibres del nervi òptic. La membrana limitant interna. Elements neuròglics de la retina. Àrea central i fòvea. Irrigació sanguínia i limfàtica de l'ull. Els nervis de l'ull. Òrgans accessoris de l'ull: la parpella i la glàndula lacrimal. Histogènesi de l'ull.
20. **L'òrgan de la visió:** Fisiologia de l'ull: La formació d'imatges a la retina. Ametropies i la seva correcció. Fisiologia de la còrnia i de l'escleròtica. El cristal·lí: la generació de les cataractes. Fisiologia de la ùveaúvea: La coroide. El cos ciliar: Els processos ciliars i la producció i absorció de l'humor aquós. El glaucoma.
21. **L'òrgan de la visió:** Fotoquímica de la visió: Cicle visual i excitació dels bastons. La cascada de la fototransducció: característiques estructurals i funcions de la rodopsina, la transducina i el nucleòtids cíclics. Característiques estructurals i funcions dels pigments fotosensibles dels cons. Vitamines A i pigments fotosensibles.
22. **L'òrgan de la visió:** Fisiologia de la retina: Circuits nerviosos de la retina. Les cèl·lules ganglionars. Excitació de les cèl·lules ganglionars. Característiques funcionals de la fòvea. La via geniculocortical: l'escorça visual primària: organització funcional. Àrees visuals corticals extraestriades: organització funcional. Els sistemes parvicel·lular i magnocel·lular. La representació del camp visual. La via extrageniculada.
La visió binocular. La visió en color. La via pupil·lar: l'iris, el reflex fotomotor. Farmacologia de la pupil·la. Els moviments oculars.
23. **L'òrgan de l'audició i de l'equilibri:** Estructura general de l'oïda. L'oïda externa. L'oïda mitja: la caixa del timpà, la membrana timpànica i la trompa auditiva. L'oïda interna: El laberint ossi: el vestíbul i la còclea.
El laberint membranós: l'utricle, el sàcul, les ampolles. El sac endolinfàtic. El conducte coclear. L'òrgan de Corti. El laberint perilinfàtic. Irrigació sanguínia i innervació del laberint. El nervi auditiu i el nervi vestibular.
24. **L'òrgan de l'audició:** Transmissió del so a l'oïda. L'espectre audible. Funció de les cèl·lules sensorials de l'òrgan de Corti. Potencial endococlear. Potencials microfònics coclears.
Fisiologia de la via auditiva. El tàlem auditiu. L'escorça auditiva. Potencials d'acció a les vies auditives. Mesura de la sensibilitat. Audiometria. Alteracions de l'audició.
25. **L'òrgan de l'equilibri:** Fisiologia del sistema vestibular. Bases moleculars dels receptors dels canals semicirculars, de l'utricle i del sàcul. Sistemes de transducció. Organització funcional de les vies vestibulars. Activitat elèctrica de les neurones vestibulars. Reflexos d'origen vestibular. Efectes de la gravetat i de l'acceleració. Estimulació tèrmica. Control de la postura i de l'equilibri: sensacions vestibulars i control del cerebel amb la medul·la espinal i el tronc cerebral. Nistagme. Vertigen.
26. **Sentit del gust:** Estructura del sentit del gust: la llengua. Distribució topogràfica dels receptors gustatius. Les papil·les gustatives. Els botons gustatius. Innervació.
27. **Sentit del gust:** Percepció química del gust: Bases moleculars dels receptors gustatius i sistemes de transducció. Sensacions primàries. Llindar del sabor.
28. **Sentit del gust:** Funció dels receptors sensorials gustatius. Sensacions gustatives bàsiques. Factors que afecten la intensitat de la sensació gustativa. Transmissió de les sensacions gustatives. Processament central de les sensacions gustatives. Paper del sentit del gust.

29. **Sentit de l'olfacte:** La mucosa nasal. La membrana olfactiva. Els receptors olfactivs. El bulb olfactiv.
30. **Sentit de l'olfacte:** Percepció química de l'olfacte: Estimulació química dels receptors. Bases moleculars dels receptors olfactivs i sistemes de transducció. Proteïnes fixadores de les olors. Sensacions olfactivs primàries. Llindar de les olors.
31. **Sentit de l'olfacte:** Funció dels receptors olfactivs. Sensacions olfactivs bàsiques. Factors que afecten la intensitat de la sensació olfactiva. Transmissió de senyals olfactivs al bulb olfactiv. Activitat elèctrica dels nervis i de les cintes olfactivs. Transducció del senyal. Discriminació olfactiva. Adaptació. L'acció d'olorar. Fenòmens relacionats amb l'olfacte: l'esternut, la secreció lacrimal, la inhibició inspiratòria. Els vòmits.

VI. ORGANITZACIÓ I FUNCIÓ DEL SISTEMA MOTOR

32. **Organització microscòpica de la medul·la espinal.** La medul·la espinal: organització general. Substància grisa i la substància blanca. La laminació. Els ganglis raquidis. Neurones radiculars eferents somàtiques. Neurones eferents viscerals. Neurones de l'asta posterior. Neurones de l'asta anterior. Disposició dels fascicles nerviosos. Neurotransmissors que intervenen en la medul·la espinal. Malalties que afecten la medul·la espinal.
33. **Organització funcional del sistema motor.** Informació sensorial i control motor. Efectors del sistema motor: Nivells jeràrquics del control motor. Paper funcional dels diferents nivells. Integració d'aferències perifèriques i centrals. Medul·la espinal. Sistemes motors del tronc cerebral. Activitat de l'escorça motora: control directe i indirecte del moviment.
34. **Funcions motores de la medul·la espinal.** Els reflexos. L'arc reflex. Característiques generals dels reflexos. Classificació dels reflexos. El to muscular. Simptomatologia de les lesions motores per secció medul·lar: xoc medul·lar.
35. **Organització microscòpica del tronc cerebral.** Els nervis cranials. La formació reticular. Neurotransmissors que intervenen en el tronc cerebral i en particular en la formació reticular. Malalties que afecten el tronc cerebral.
36. **Funcions motores del tronc cerebral, de la formació reticular i de l'escorça cerebral:** Paper del tronc cerebral en el control de la funció motora. Funcions dels nuclis específics del tronc cerebral per al control dels moviments subconscients estereotipats. Integració dels sistemes sensorial i motor. Funcions de l'escorça motora i del feix corticospinal. Alteracions motores per lesió del tronc cerebral.
37. **Organització microscòpica del cerebel:** l'estructura interna del cerebel. L'escorça cerebel·losa. Estructura general en capes: les cèl·lules de Purkinje, els grans del cerebel, les cèl·lules estelades externes, les cèl·lules en cistella, les cèl·lules de Golgi. Fibres aferents molssos i grimpadores. Organització sinàptica: el circuit cerebel·lós. Neurotransmissors que intervenen en el cerebel.
38. **Funcions motores del cerebel.** Circuit neuronal del cerebel. Funció global del cerebel en el control del moviment. Funció del cerebel en el control dels múscul voluntaris. Malalties que afecten el cerebel.
39. **Organització microscòpica dels ganglis basals i dels nuclis associats.** Connexions sensorials i motores. Neurotransmissors que intervenen en els ganglis basals i en els nuclis associats.
40. **Funcions motores dels ganglis basals.** Malalties que afecten als ganglis basals i nuclis associats.

VII. ORGANITZACIÓ I FUNCIÓ DEL SISTEMA LÍMBIC I AUTÒNOM

41. **Organització microscòpica del diencèfal:** el tàlem. El tàlem ventral. Interaccions talamocorticals. L'epitàlem: la glàndula pineal. L'hipotàlem. Vies òptiques i vies auditives. Neurotransmissors que intervenen en el diencèfal. Malalties que afecten el diencèfal.
42. **Fisiologia de l'hipotàlem i del sistema límbic.** Sistemes d'activació-estimulació del cervell. L'hipotàlem, una via eferent principal del sistema límbic. Funcions específiques d'altres parts del sistema límbic. L'amígdala. L'hipocamp i l'escorça límbica. Homeòstasi i conducta emocional.
43. **Organització funcional del sistema nerviós autònom.** Fisiologia del sistema nerviós autònom. Característiques bàsiques de les funcions simpàtiques i parasimpàtiques. Fàrmacs que estimulen o bloquegen les neurones simpàtiques i parasimpàtiques.

VIII. ORGANITZACIÓ I FUNCIÓ DEL SISTEMA COGNITIU

44. Organització microscòpica de l'escorça cerebral: elements constitutius. Organització en capes. Citoarquitectura de les neurones corticals. Fibres nervioses aferents i eferents. Les àrees corticals. Models d'organització de l'escorça. Els mapes neuronals. Desenvolupament dels sistema visual i del sistema auditiu. Neurotransmissors que intervenen en l'escorça cerebral.

45. **Funcions superiors de l'escorça cerebral.** Funcions de les àrees corticals específiques. Funció del cervell en la comunicació. Funcions intel·lectuals del cervell. Funció del cos callós i de la comissura anterior en la transferència de pensaments, records i aprenentatge i altra informació d'un hemisferi a l'altre. Pensament, consciència i memòria.
46. **Fisiologia de la vigília i de la son:** Els ritmes biològics. La polisomnografia. Cicle son-vigília: aspectes generals, mecanismes, son i somnis, funcions de la son. Electroencefalograma: potencials evocats.

IX. REGENERACIÓ I PLASTICITAT EN EL SISTEMA NERVIÓS

47. **Creixement axonal durant el desenvolupament.** Molècules d'adhesió cel·lular. Adhesió cel·lular. Regulació dels cons de creixement. Propietats bioquímiques del creixement axonal. Regeneració dels axons.
Factors neurotròfics: Tipus i accions. Receptors Trk per les neurotrofines. Acció de les hormones esteroides en el desenvolupament del sistema nerviós. Neurogènesi en l'adult.
48. **Plasticitat sinàptica:** Formació, manteniment i plasticitat de les sinapsis químiques. Sinaptogènesi durant el desenvolupament. Reordenació dels contactes sinàptics. Plasticitat sinàptica en el sistema nerviós de l'adult: Plasticitat sinàptica a curt termini. Potenciació a llarg termini. Base molecular de la potenciació a llarg termini. Depressió a llarg termini. Plasticitat cortical.

Pràctic

1. Observació microscòpica de les estructures del sistema nerviós, la pell i els òrgans dels sentits.
2. Localització histoquímica de l'activitat acetilcolinesterasa
3. Determinació del temps de resposta als estímuls
4. Registre de potencials d'acció i de conducció nerviosa.
5. Discriminació sensitiva del tacte i exploració del sistema propioceptiu.
6. Formació d'imatges a l'ull normal
7. Determinació del llindar de l'audició per diferents freqüències
8. Exploració del sistema vestibular
9. Electrooculograma
10. Exploració clínica dels reflexos
11. Estudi del reflex miotàtic.
12. Registre de l'E. E. G.

Seminaris de Neuroquímica

1. Programa NEURON (ordinador)
2. Excitotoxicitat i neurodegeneració (1)
3. Excitotoxicitat i neurodegeneració (2)
4. Envel·liment cerebral
5. Malalties del DNA mitocondrial

METODOLOGIES DOCENTS I RECURSOS D'APRENENTATGE

Classes teòriques.

Pràctiques de laboratori.

Exploracions funcionals.

Seminaris.

Mitjans audiovisuals: Projeccions de video, programes informàtics interactius.