

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE POSGRADO MAESTRÍA EN CIENCIAS (NEUROBIOLOGÍA) Programa de actividad académica	
---	---	---

Denominación: FISILOGIA DE LA GLIA				
Clave:	Semestre(s):	Campo de Conocimiento: <i>Neurobiología</i>		No. Créditos: 4
Carácter: Optativa	Horas		Horas por semana	Horas al Semestre
Tipo:	Teoría: 44	Práctica: 0	4	44
Modalidad: CURSO		Duración del programa: Semestral		

Seriación:	Sin Seriación (X)	Obligatoria ()	Indicativa ()
Objetivos generales: • Obtener una visión integral sobre la fisiología de la glía y sus interacciones con las neuronas; tema obligado para abordar estudios de frontera en el campo de las Neurociencias y la Neurobiología.			
Objetivos específicos: • Estudiar los distintos tipos de glía y sus funciones en el cerebro. • Estudiar las proteínas de membrana que utiliza la glía para mantener la homeostasis del cerebro. • Estudiar el papel de la glía en la neurogénesis, sinaptogénesis y control del volumen celular. • Estudiar el papel de la glía en la modulación de los circuitos sinápticos. • Estudiar el papel que juega la disfunción glial en distintas neuropatologías.			

Índice Temático		
Unidad	Tema	Horas Teóricas
1	Tipos de glía, receptores, canales iónicos, excitabilidad, metabolismo energético y control vascular	12
2	Uniones comunicantes y hemicanales en la glía, Microglía, citocinas y vías de señalización. Glía NG2 y Oligodendroglía	12
3	Glía y control de volumen celular; Papel de la glía en la neurogénesis; papel de la glía en la modulación de circuitos sinápticos y la unidad neuro-glio-vascular	10
4	Papel de la glía en la sinaptogénesis; Glía y senescencia; Glía, lactato y neuropatologías; Mielina y neuropatologías; Glía, sueño y eliminación de desechos metabólicos.	10
Suma total de horas:		44

Contenido Temático

Unidad	Tema y Subtemas
1	a) Concepto de Neuroglía e Inicio de la nueva era, b)Tipos de glía: linaje y morfología, c)

	Canales iónicos, d) Tráfico de receptores en la glía, e) Excitabilidad de la glía, f) Uniones comunicantes y hemicanales en la glía, g) Papel de la glía en el control vascular y el metabolismo energético del cerebro
2	a) Towards imaging the functional development of the neuro-glio-vascular unit, b) Microglía, c) Citocinas y vías de señalización d) Glía NG2 e) Oligodendroglía, mielinización y conducción del potencial de acción
3	a) Glía y control del volumen celular, b) Glía y neurogénesis, c) Glía y sinaptogénesis, d) Glía y modulación de los circuitos sinápticos 1, e) Glía y modulación de los circuitos sinápticos 2
4	a) Glía e isquemia, b) Glía y senescencia, c) Astrocyte-neuron lactate shuttles in the brain under physiological and neurodegenerative conditions, d) Myelin roles in brain function and dysfunction, e) Glía, sueño y eliminación de desechos metabólicos

Bibliografía

02.02.21; Tema 1: El concepto de Neuroglía, una perspectiva histórica. 1. Kettenmann H & Verkhratsky A (2008) Neuroglia: the 150 years after. Trends in Neurosci. 31, 653-659. 2. Parpura V & Verkhratsky A (2012) Neuroglia at the crossroads of homeostasis, metabolism and signalling: evolution of the concept. ASN Neuro 4, 201-205. 3. Kettenmann & Ransom (2013) Neuroglia. Ed Oxford 930p 4. Verkhratsky & Butt (2013) Glia Physiology and Pathophysiology. Ed Wiley-Blackwell 560 p.

04.02.21; Tema 2: Tipos de glía: linaje y morfología; canales iónicos. 1. Allen NJ & Barres BA (2009) Glia-more than just brain glue. Nature 457, 675-677. 2. Cap 9 del libro de Neuroglía: Voltage-activated ion channels in glial cells (cualquiera de las ediciones del libro). 3. Reyes-Haro D, Bulavina L, Pivneva T (2014). La glía, el pegamento de las ideas. Ciencia.

09.02.21; Tema 3: Tráfico de receptores en la glía 1. Osborne KD, Lee W, Malarkey EB, Irving AJ, Parpura V (2009) Dynamic imaging of cannabinoid receptor 1 vesicular trafficking in cultured astrocytes. ASN Neuro 1, 283-296. 2. Potokar M, Vardjan N, Stenovec M, Gabrijel M, Trkov S, Jorgacevski J, Kreft M, Zorec R (2013) Astrocytic vesicle mobility in health and disease. Int J Mol Sci 14, 11238-11258.

11.02.21; Tema 4: Excitabilidad de la glía. 1. Zorec R, Araque A, Carmignoto G, Haydon PG, Verkhratsky A, Parpura V (2012) Astroglial excitability and gliotransmission: an appraisal of Ca²⁺ as signalling route. ASN Neuro 4, 103-119. Korvers L, et al., (2016) Spontaneous Ca²⁺ transients in mouse microglia. Cell Calcium pii: S0143-4160(16)30106-3. doi: 10.1016/j.ceca.2016.09.004.

16.02.21; Tema 5: Uniones comunicantes y hemicanales en la glía. 1. Liu X, Petit JM, Ezan P, Gyger J, Magistretti P, Giaume C (2013) The psychostimulant modafinil enhances gap junctional communication in cortical astrocytes. Neuropharmacology. 2. Thompson RJ, Jackson MF, Olah ME, Rungta RL, Hines DJ, Beazely MA, MacDonald JF, MacVicar BA (2008) Activation of Pannexin-1 hemichannels augments aberrant bursting in the hippocampus. Science 322, 1555-1559. 3. Tress O, Maglione M, May D, Pivneva T, Richter N, Seyfarth J, Zlomuzica A, Seifert G, Theis M, Dere E, Kettenmann H, Willecke K (2012) Panglial gap junctional communication is essential for maintenance of myelin in the CNS. J Neurosci 32, 7499-7518. 4. Ezan P, André P, Cisternino S, Saubaméa B, Boulay AC, Dutremer S, Thomas MA, Quenec'h du N, Giaume C, Cohen-Salmon M (2012) Deletion of astroglial connexins weakens the bloodbrain barrier. J Cereb Blood Flow Metab 32, 1457-1467. 5. Maglione M, Tress O, Haas B, Karram K, Trotter J, Willecke K, Kettenmann H (2010) Oligodendrocytes in mouse corpus callosum are coupled via gap junction channels formed by connexin 47 and connexin 32. Glia 58, 1104-1117.

18.02.21; Tema 6: Papel de la glía en el control vascular y el metabolismo energético del cerebro. 1. Rouach N, Koulakoff A, Abudara V, Willecke K, Giaume C (2008) Astroglial metabolic networks sustain hippocampal synaptic transmission. Science 322, 1551-1555. 2. Mulligan SJ, MacVicar BA (2004) Calcium transients in astrocyte endfeet cause cerebrovascular constrictions. Nature 431, 195-199. 3. Takano T, Tian GF, Peng W, Lou N, Libionka W, Han X, Nedergaard M (2006) Astrocyte-mediated control of cerebral blood flow. Nature Neurosci 9, 260-267.

Examen Parcial 1, 23.02.21

25.02.21; Tema 7: Towards imaging the functional development of the neuro-glio-vascular unit. 1. Chhabria K, Chakravarthy VS (2016) Low-Dimensional Models of "Neuro-Glio-Vascular-Unit" for describing neural dynamics under normal and energy-starved conditions. Front Neurol 7:24. doi: 10.3389/fneur.2016.00024. 2. Kousik SM, Napier TC, Carvey PM (2012) The effects of psychostimulant drugs on blood brain barrier function and neuroinflammation. Front Pharmacol 3:121 doi: 10.3389/fphar.2012.00121

02.03.21; Tema 8: Microglía. 1. Ginhoux F, Lim S, Hoeffel G, Low D, Huber T (2013) Origin and differentiation of microglia. Frontiers in Cellular Neuroscience 7, 1-14. 2. Domercq M, Vázquez-Villoldo N, Matute C (2013) Neurotransmitter signaling in the pathophysiology of microglia. Frontiers in Cellular Neuroscience 7, 1-17. 3. Kettenmann H, Kirchhoff F, Verkhratsky A (2013)

Microglía: New roles for the synaptic stripper. *Neuron* 77, 10-18. 4. Wake H, Moorhouse AJ, Miyamoto A, Nabekura J (2013) Microglia: actively surveying and shaping neuronal circuit structure and function. *Trends in Neurosci* 36, 209-217. 5. Sierra et al., (2016) The "Bing-Bang" for modern glial biology: Translation and comments on Pío del Río-Hortega 1919 series of papers on microglia" *Glia* 64, 1801-40.

04.03.21; Tema 9: Citocinas, quimioquinas, factores de crecimiento y vías de señalización 1. Ye X, Xu S, Xin Y, Yu S, Ping Y, Chen L, Xiao H, Wang B, Yi L, Wang Q, Jiang X, Yang L, Zhang P, Qian C, Cui Y, Zhang X, Bian X (2012) Tumor-associated microglia/macrophages enhance the invasion of glioma stem-like cells via TGF- β 1 signaling pathway. *J Immunol* 189, 444-453. 2. Spittau B, Wullkopf, Zhou X, Rilka J, Pfeifer D, Kriegstein K (2013) Endogenous transforming growth factor-beta promotes quiescence of primary microglia in vitro. *Glia* 61, 287-300.

09.03.21 Tema 10: Glia NG2. 1. Bergles DE, Roberts JDB, Somogy P, Jahr CE (2000) Glutamatergic synapses on oligodendrocyte precursor cells in the hippocampus. *Nature* 405, 187-191. 2. Lin S, Bergles DE (2004) Synaptic signaling between GABAergic interneurons and oligodendrocyte precursor cells in the hippocampus. *Nature Neurosci* 7, 24-32. 3. Ge WP, Yang XJ, Zhang Z, Wang HK, Shen W, Deng QD, Duan S (2006) Long-term potentiation of neuron-glia synapses mediated by Ca²⁺ permeable AMPA receptors. *Science* 312, 1533-1537. 4. Kang Z, Wang C, Zepp J, Wu L, Sun K, Zhao J, Chadrasekharan U, DiCorleto PE, Trapp BD, Ransohoff RM, Li X (2013) Act1 mediates IL-17-induced EAE pathogenesis selectively in NG2+ glial cells. *Nat Neurosci* 16, 1401-1408. 5. Chung SH, Guo F, Jiang P, Pleasure DE, Deng W (2013) Olig2/Plp-positive progenitor cells give rise to Bergmann glia in the cerebellum. *Cell Death and Disease* 4:e546. doi: 10.1038/cddis.2013.74.

11.03.21 y 16.03.21; Tema 11 y 12: Oligodendroglía: mielinización y conducción del potencial de acción 1. Harris J, Attwell D (2012) The energetics of CNS white matter. *J Neurosci* 32, 356-371. 2. Lee Y, Morrison BM, Li Y, Lengacher S, Farah MH, Hoffman PN, Liu Y, Tsingalia A, Jin L, Zhang PW, Pellerin L, Magistretti PJ, Rothstein JD. (2012) Oligodendroglia metabolically supports axons and contribute to neurodegeneration. *Nature* 487, 443-450. 3. Ming X, Chew LJ, Gallo V (2013) Transgenic overexpression of Sox17 promotes oligodendrocyte development and attenuates demyelination. 4. Young KM, Psachoulia K, Tripathi RB, Dunn SJ, Cossell L, Attwell D, Tohyama K, Richardson WD (2013) Oligodendrocyte dynamics in the healthy adult CNS: evidence for myelin remodeling. *Neuron* 77, 873-885.

Examen Parcial 2, 18.03.21

23.03.21; Tema 13: Glia y control de volumen celular. 1. Choe KY, Olson JE, Bourque CW (2012). Taurine release by astrocytes modulates osmosensitive glycine receptor tone and excitability in the adult supraoptic nucleus. *J Neurosci* 32, 12518-12527. 2. Mulligan SJ, MacVicar BA (2006) VRACs CARVe a path for novel mechanisms of communication in the CNS. *Sci STKE* 2006(357):pe42

25.03.21; Tema 14: Glia y neurogénesis. 1. Kravitz AV, Freeze BS, Parker PRL, Kay K, Thwin MT, Deisseroth K, Kreitzer AC (2010) Regulation of parkinsonian motor behaviours by optogenetic control of basal ganglia circuitry. *Nature* 466, 622-626. 2. Klempin F, Marr RA, Peterson DA (2012) Modification of Pax6 and Olig2 expression in adult hippocampal neurogenesis selectively induces stem cell fate and alters both neuronal and glial populations. *Stem Cells* 30, 500-509. 3. Klempin F, Beis D, Mosienko V, Kempermann G, Bader M, Alenina N (2013) Serotonin is required for exercise-induced adult hippocampal neurogenesis. *J Neurosci* 33, 8270-8275. 4. Wilson TD, Reinhard DA, Westgate EC, Gilbert DT, Ellerbeck N, Hahn C, Brown CL, Shaked A (2014) Just think: The challenges of the disengaged mind. *Science* 345, 75-77.

06.04.21; Tema 15: Glía y sinaptogénesis. 1. Clarke LE, Barres BA (2013) Emerging roles of astrocytes in neural circuit development. *Nature Rev Neurosci* 14, 311-321. 2. Hennekinne L, Colasse S, Triller A, Renner M (2013) Differential control of thrombospondin over synaptic glycine and ampa receptors in spinal cord neurons. *J Neurosci* 33, 11432-11439. 3. Rama Rao KV, Curtis KM, Johnstone JT, Norenberg MD (2013) Amyloid- β inhibits thrombospondin 1 release from cultured astrocytes: effects on synaptic protein expression. *J Neuropathol Exp Neurol* 72, 735-744.

08.04.21; Tema 16: Glía y modulación de circuitos sinápticos 1. Perea G, Araque A (2007) Astrocyte potentiate transmitter release at single hippocampal synapses. *Science* 317, 1083-1086. 2. Panatier A, Theodosis DT, Mothet JP, Touquet B, Pollegioni L, Poulain DA, Oliet SHR (2006) Glia-derived D-serine controls NMDA receptor activity and synaptic memory. *Cell* 125, 775-784. 3. Henneberger C, Papouin T, Oliet SHR, Rusakov DA (2010) Long-term potentiation depends on release of D-serine from astrocytes *Nature* 463, 232-237. 4. Kang J, Goldman SA, Nedergaard M (1998) Astrocyte-mediated potentiation of inhibitory synaptic transmission. *Nat Neurosci* 1, 683-692.

13.04.21; Tema 17: Glía y modulación de circuitos sinápticos 2. 1. Wang X, Lou N, Xu Q, Tian GF, Peng WG, Han X, Kang J, Takano T, Nedergaard M (2006) Astrocytic Ca²⁺ signaling evoked by sensory stimulation in vivo. *Nature Neurosci* 9, 816-823. 2. Schummers J, Yu H, Mriganka S (2008) Tuned responses of astrocytes and their influence on hemodynamic signals in the visual cortex. *Science* 320, 1638-1643. 3. Gourine AV, Kasymov V, Marina N, Tang F, Figueiredo MF, Lane S, Teschemacher AG, Spyer KM, Deisseroth K, Kasparov S (2010) Astrocytes control breathing through pH-dependent release of ATP. *Science* 329, 571-575. 4. Halassa MM, Florian C, Fellin T, Muñoz JR, Lee SY, Abel T, Haydon PG, Frank MG (2009) Astrocytic modulation of sleep homeostasis and cognitive consequences of sleep loss. *Neuron* 61, 213-219.

Examen Parcial 3 - 15.04.21

20.04.21 Tema 18: Glía e isquemia. 1. Ahrendsen JT et al., (2016) Juvenile striatal white matter is resistant to ischemia-induced damage. *Glia* 64, 1972-86. 2. Honsa P et al., (2016) Generation of reactive astrocytes from NG2 cells is regulated by sonic hedgehog. *Glia* 64, 1518-31. Hamilton NB et al., (2016) Proton-gated Ca(2+) permeable TRP channels damage myelin in conditions mimicking ischaemia. *Nature* 529, 523-7.

22.04.21; Tema 19: Glia y senescencia. 1. Bussian, T.J., et. al., (2018). Clearance of senescent glial cells prevents tau-dependent

pathology and cognitive decline. Nature 562, 578–582. 2. Cerbai, F., et. al., (2012). The Neuron-Astrocyte-Microglia Triad in Normal Brain Ageing and in a Model of Neuroinflammation in the Rat Hippocampus. PLOS ONE 7, e45250. 3. Cohen, J., Torres, C., (2019). Astrocyte senescence: Evidence and significance. Aging Cell 18, e12937. 4. Salas, I.H., Burgado, J., Allen, N.J., (2020). Glia: victims or villains of the aging brain? Neurobiology of Disease 143, 105008.

27.04.21; Tema 20: Astrocyte-neuron lactate shuttles in the brain under physiological and neurodegenerative conditions

29.04.21; Tema 21: Myelin roles in brain function and dysfunction: López-Juárez, A., H. E. Titus, S. Silbak, J. W. Pressler, T. A. Rizvi, M. Bogard, M. R. Bennett, M. T. Williams, C. V. Vorhees and N. Ratner (2017). "Oligodendrocyte Nf1 Controls Aberrant Notch Activation and Regulates Myelin Structure and Behavior." Cell reports 9(3): 545–557. Mitew, S., I. Gobius, L. R. Fenlon, S. J. McDougall, D. Hawkes, Y. L. Xing, H. Bujalka, A. L. Gundlach, L. J. Richards, T. J. Kilpatrick, T. D. Merson and B. Emery (2018). "Pharmacogenetic stimulation of neuronal activity increases myelination in an axon-specific manner." Nat Commun 9(1): 306. Xiao, L., D. Ohayon, I. A. McKenzie, A. Sinclair-Wilson, J. L. Wright, A. D. Fudge, B. Emery, H. Li and W. D. Richardson (2016). "Rapid production of new oligodendrocytes is required in the earliest stages of motor-skill learning." Nat Neurosci 19(9): 1210-1217.

04.05.21; Tema 22: Glía, sueño y la eliminación de desechos metabólicos. 1. Iliff JJ, Wang M, Liao Y, Plogg BA, Peng W, Gundersen GA, et al. A paravascular pathway facilitates CSF flow through the brain parenchyma and the clearance of interstitial solutes, including amyloid beta. Sci Transl Med. 2012;4(147):147ra11. 2. Xie L, Kang H, Xu Q, Chen MJ, Liao Y, Thiyagarajan M, et al. Sleep drives metabolite clearance from the adult brain. Science. 2013;342(6156):373-7. 3. Fultz NE, Bonmassar G, Setsompop K, Stickgold RA, Rosen BR, Polimeni JR, et al. Coupled electrophysiological, hemodynamic, and cerebrospinal fluid oscillations in human sleep. Science. 2019;366(6465):628-31. 4. Hablitz LM, Pla V, Giannetto M, Vinitsky HS, Staeger FF, Metcalfe T, et al. Circadian control of brain glymphatic and lymphatic fluid flow. Nat Commun. 2020;11(1):4411. 5. Mestre H, Du T, Sweeney AM, Liu G, Samson AJ, Peng W, et al. Cerebrospinal fluid influx drives acute ischemic tissue swelling. Science. 2020;367(6483).

Examen Parcial 4, 06.05.21

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	(X)
Exposición audiovisual	(X)
Ejercicios dentro de clase	()
Ejercicios fuera del aula	()
Seminarios	()
Lecturas obligatorias	(X)
Trabajo de Investigación	()
Prácticas de taller o laboratorio	()
Prácticas de campo	()
Otros:	

Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:

Exámenes parciales	(X)
Examen final escrito	()
Trabajos y tareas fuera del aula	()
Exposición de seminarios por los alumnos	(X)
Participación en clase	(X)
Asistencia	(X)
Seminario	()
Otras:	

Perfil profesigráfico:

El docente debe contar con grado de maestro o doctor y tener experiencia en docencia e investigación en el campo

02/12/2020

**COMITÉ ACADÉMICO
PROGRAMA MAESTRÍA EN CIENCIAS (NEUROBIOLOGÍA)
P R E S E N T E**

Estimados integrantes del Comité,

Someto a su consideración el siguiente programa del curso “Fisiología de la glía” que se imparte anualmente en el Programa desde 2013.

Se anexa el programa del curso en el formato establecido.

Sin más por el momento y en espera de una respuesta positiva a esta solicitud, reciban un cordial saludo.

Atentamente,

Nombre: Dr. Daniel Reyes Haro

Entidad: INB

Tel.: 55 56 23 40 64

Correo: dharo@unam.mx