UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN CIENCIAS (NEUROBIOLOGÍA)

Programa de actividad académica

Denominación: Tópicos selectos en fisiología de la visión				
Clave: 79338	**Semestre:** 1, 2 ó 3	**Campo de cocimiento:** Ciencias biológicas /neurobiología de la visión		**Créditos:** 4
Carácter: Optativa	**Horas**		**Horas/semana:** 2	**Horas/semestre:** 32
	Teoría: 2	**Práctica:** 0		
Modalidad: Híbrida			**Duración del programa:** Semestral	
Seriación:	**Sin seriación (X)** **Obligatoria ( )**		**Tipo:** Teórica	

OBJETIVOS GENERALES

Que el alumno comprenda los fundamentos celulares, moleculares y fisiológicos de la visión, desde un punto del desarrollo y evolutivo hasta su organización funcional y la electrofisiología. Además, se busca que los alumnos conozcan las principales enfermedades que pueden afectar la visión. Finalmente se busca que los estudiantes conozcan las investigaciones actuales y entiendan las estrategias que se están utilizando para generar neuroprotección y neuroregeneración.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El alumno:

- Entenderá la organización anatómica de la retina y la vía visual
- Entenderá los mecanismos del desarrollo, fototransducción, y electrofisiología de la vía visual.
- Conocerá la diversidad de sistemas visuales en el reino animal, con enfoque en los vertebrados y los insectos.
- Identificará las principales enfermedades de la vía visual, así como las estrategias que se están desarrollando para promover la neuroprotección y la neuroregeneración.

ÍNDICE TEMÁTICO

Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción al curso	2	0
2	Evolución de la retina	2.5	0
3	Neuroanatomía de la retina	2.5	0
4	Desarrollo de la retina	2.5	0
5	Vasculatura de la retina	2.5	0
6	Fundamentos de electrofisiología de la retina	5	0

7	Fototransducción y procesamiento visual primario	2.5	0
8	Procesamiento visual secundario y control visual motor	2.5	0
9	Retinopatías y neuropatías de la vía visual		
10	Neuroprotección y regeneración visual	2.5	0
11	Nuevas aproximaciones terapéuticas	2.5	0
12	Fisiología visual en los insectos	2.5	0
	Total de horas:	32	0
	Suma total de horas:	32	

CONTENIDO TEMÁTICO	
Unidad	**Temas y subtemas**
1	**Introducción al curso** • Presentación del curso. • Metodologías de evaluación. • Dinámicas de la clase. • Detalle del programa. • Mención de los profesores participantes.
2	**EVOLUCIÓN DE LA RETINA** • Origen del sistema visual como una adaptación fotoreceptora. • Origen molecular y celular de la fototransducción. • Tipos de ojos en el reino animal. • Evolución del ojo de los vertebrados: diversidad celular y funcional. • Modelos no mamíferos como modelos de la regeneración de la retina.
3	**NEUROANATOMIA DE LA RETINA** • Descripción de las diferentes capas de la retina. • Fotorreceptores: conos y bastones (activación de los conos y bastones). • Células bipolares, horizontales, amácrinas, ganglionares. • Células gliales: Müller, astrocitos y microglía.
4	**DESARROLLO DE LA RETINA** • Origen embrionario. • Aparición temporal de las células de la retina. • Factores de transcripción involucrados en la diferenciación de las células de la retina. • Ejemplos de mutaciones en genes que afectan el desarrollo de la retina (Pax6, Crx, Otx2).
5	**VASCULATURA DE LA RETINA** • Introducción a la microcirculación y capilares. • Anatomía y arquitectura vascular ocular y retiniana. • Barrera hematorretiniana y unidad neurovascular.

	• Desarrollo y remodelación vascular. • Evaluación de parámetros vasculares. • Estrategias terapéuticas actuales y emergentes.
6	**FUNDAMENTOS DE ELECTROFISIOLOGÍA DE LA RETINA** • Historia y correlatos fisiológicos de la prueba principal para medir la función retiniana: el electrorretinograma (ERG). • Protocolos estándar actuales de ERG. • Electrooculograma. • Relevancia clínica de la electrofisiología retiniana.
7	**FOTOTRANSDUCCIÓN Y PROCESAMIENTO VISUAL PRIMARIO** • Repaso de fototransducción. • Procesamiento intrarretiniano y conducción por el nervio óptico. • Relevos subcorticales primarios. • Núcleo geniculado lateral. • Colículos superiores. • Núcleo supraquiasmático.
8	**PROCESAMIENTO VISUAL SECUNDARIO Y CONTROL VISUAL MOTOR** • Corteza visual primaria y secundaria. • Procesamiento visual no formador de imágenes. • Control oculomotor y reflejos. • Integración de señales. • Comparación inter-especies.
9	**RETINOPATIAS Y NEUROPATIAS DE LA VIA VISUAL** • Introducción a las enfermedades neurodegenerativas de la retina y la vía visual. • Glaucoma, Retinopatía diabética y Retinopatía del prematuro. • Degeneración macular asociada a la edad y Retinitis pigmentosa. • Daño retiniano y de la vía óptica por trauma, hipoxia e isquemia. • Mecanismos de neuroprotección y estrategias terapéuticas actuales y experimentales.
10	**NEUROPROTECCIÓN Y REGENERACIÓN VISUAL** • Mecanismos celulares y moleculares de neurodegeneración en la retina y nervio óptico. • Factores neuroprotectores endógenos: GH, IGF-1, BDNF, CNTF y citocinas tróficas. • Modulación de la neuroinflamación y plasticidad glial. • Estrategias de regeneración axonal, sináptica y sustitución celular.
11	**NUEVAS APROXIMACIONES TERAPÉUTICAS** • Terapia génica y edición génica aplicada a enfermedades retinianas hereditarias. • Terapia celular: uso de células madre y precursores neuronales en regeneración visual.

	• Neuroprotección farmacológica: péptidos, hormonas y moduladores de vías de señalización. • Terapias basadas en antiangiogénicos, antioxidantes y antiinflamatorios. • Nanotecnología y sistemas de liberación controlada de fármacos en retina.
12	**FISIOLOGÍA VISUAL EN INSECTOS** • Generalidades del sistema visual de invertebrados. • Neuroanatomía del sistema visual de invertebrados. • Neurofisiología del sistema visual de invertebrados.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Dowling, J. E. (2012). The Retina: An Approachable Part of the Brain (Revised Edition). Harvard University Press.
- Oakley, T. H., & Speiser, D. I. (2015). How complexity originates: The evolution of animal eyes. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 46, 237-260. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110512-135907
- Kolb, H., Fernandez, E., & Nelson, R. (Eds.). (2021). Webvision: The Organization of the Retina and Visual System. University of Utah Health Sciences Center. https://webvision.med.utah.edu/

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Shichida Y, Matsuyama T. Evolution of opsins and phototransduction. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2009 Oct 12;364(1531):2881-95. doi: 10.1098/rstb.2009.0051. PMID: 19720651; PMCID: PMC2781858.
- Oakley, T. H., & Speiser, D. I. (2015). How complexity originates: The evolution of animal eyes. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 46, 237-260. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110512-135907.
- Diacou R, Nandigrami P, Fiser A, Liu W, Ashery-Padan R, Cvekl A. Cell fate decisions, transcription factors and signaling during early retinal development. Prog Retin Eye Res. 2022 Nov;91:101093. doi: 10.1016/j.preteyeres.2022.101093. Epub 2022 Jul 8. PMID: 35817658; PMCID: PMC9669153.
- Kiel JW. The Ocular Circulation. San Rafael (CA): Morgan & Claypool Life Sciences; 2010.
- Prada, D., et al. Vascular Anatomy and Physiology of the Eye. En Ocular Fluid Dynamics: Anatomy, Physiology, Imaging Techniques, and Mathematical Modeling. Springer International Publishing, 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-25886-3_2
- Kur, J., Newman, E.A., & Chan-Ling, T. Cellular and Physiological Mechanisms Underlying Blood Flow Regulation in the Retina and Choroid in Health and Disease. Progress in Retinal and Eye Research, 31(5), 377–406 (2012). DOI: 10.1016/j.preteyeres.2012.04.004.
- Part XI and XII del https://www.webvision.pitt.edu/

- Creel DJ. Handb Clin Neuro. 2019:160:495-499. doi: 10.1016/B978-0-444-64032-1.00033-3
- Marmor MF et al. Doc Ophthalmol. 2009 Feb;118(1):69-77. doi: 10.1007/s10633-008-9155-4. Epub 2008 Nov 22.PMID: 19030905
- Holder GE et al. Doc Ophthalmol. 2007 May;114(3):111-6. doi: 10.1007/s10633-007-9053-1. Epub 2007 Apr 14.PMID: 17435967
- https://iscev.wildapricot.org/
- Noguez Imm R et al. PLoS One. 2023 Jan 12;18(1):e0278388. doi: 10.1371/journal.pone.0278388. PMID: 36634073
- Rodríguez-Arzate CA et al. Front Cell Neurosci. 2024 Jan 8;17:1224558. doi: 10.3389/fncel.2023.1224558. PMID: 38269118
- Reyes-Ortega P, et al. Eur J Pharmacol. 2024 Apr 5;968:176384. doi: 10.1016/j.ejphar.2024.176384. Epub 2024 Feb 9.PMID: 38342360.
- Baden, T., Euler, T., & Berens, P. (2020). Understanding the retinal basis of vision across species. In Nature Reviews Neuroscience (Vol. 21, Issue 1, pp. 5–20). Nature Research. https://doi.org/10.1038/s41583-019-0242-1
- Herrera, E., & Mason, C. A. (2007). The Evolution of Crossed and Uncrossed Retinal Pathways in Mammals. In Evolution of Nervous Systems (pp. 307–317). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B0-12-370878-8/00077-X
- Seabrook, T. A., Burbridge, T. J., Crair, M. C., & Huberman, A. D. (2017). Architecture, Function, and Assembly of the Mouse Visual System. Annual Review of Neuroscience, 40(1), 499–538. https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071714-033842.
- Warner, C. E., Kwan, W. C., Wright, D., Johnston, L. A., Egan, G. F., & Bourne, J. A. (2015). Preservation of vision by the pulvinar following early-life primary visual cortex lesions. Current Biology, 25(4), 424–434. https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.12.028.
- Kewal K Jain, The Handbook of Neuroprotection. Second Edition, Humana Press, ISBN 978-1-4939-9464-9 ISBN 978-1-4939-9465-6 (eBook) https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9465-6.
- Kwon HS, Koh SH. Neuroinflammation in neurodegenerative disorders: the roles of microglia and astrocytes. Transl Neurodegener. 2020 Nov 26;9(1):42. doi: 10.1186/s40035-020-00221-2. PMID: 33239064; PMCID: PMC7689983.
- Ward EL, Benowitz L, Brunner TM, Bu G, Cayouette M, Canto-Soler V, Dá Mesquita S, Di Polo A, DiAntonio A, Duan X, Goldberg JL, He Z, Hu Y, Liddelow SA, La Torre A, Margeta M, Quintana F, Shekhar K, Stevens B, Temple S, Venkatesh H, Welsbie D, Flanagan JG. Modeling neurodegeneration in the retina and strategies for developing pan-neurodegenerative therapies. Mol Neurodegener. 2025 Oct 14;20(1):108. doi: 10.1186/s13024-025-00858-5. PMID: 41088409; PMCID: PMC12523214.

SUGERENCIAS DIDACTICAS		MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE	
Exposición oral y/o audiovisual	( )	Exámenes tradicionales	( )
Ejercicios de práctica dentro y/o fuera del aula	( )	Cuestionarios interactivos	( )
Preguntas exploratorias	( )	Listas de cotejo	( )
Preguntas guía	( )	Rúbricas	( )
Discusión guiada	( )	Portafolios	( )
Resolución de problemas	( )	Participación en clase	(X)
Foros de discusión y debates	( )	Asistencia	(X)
Lecturas obligatorias	(X)	Seminarios	(X)
Prácticas de taller y/o laboratorio	( )	Otros:	
Estudio de caso	( )		
Debate	( )		
Simposio	( )		
Otros:			

PERFIL PROFESIOGRÁFICO
El docente deberá contar con grado académico de maestro o doctor y tener experiencia mínima de 2 a 3 años en docencia e investigación en el campo. Deberá contar con el grado en áreas afines a las neurociencias, biología del desarrollo, o neurobiología.