ASIGNATURA / COURSE TITLE

1.1. Código / Course number

16340.

1.2. Materia / Content area

Neurobiología Molecular
Molecular Neurobiology

1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / Elective subject

1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor (first cycle)

1.5. Curso / Year

4º / 4th

1.6. Semestre / Semester

2º / 2nd (Spring semester)

1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Es muy recomendable haber cursado la asignatura 16312 Fisiología Animal / Some previous knowledge of Animal Physiology is highly advisable.

Es recomendable que el alumno esté familiarizado con los conceptos vistos en las asignaturas de Bioquímica, Genética y Biología Celular, así como con el manejo de instrumentos estadísticos. / Students should be familiar with the notions acquired in the subjects Biochemistry, Genetics and Cell Biology, as well as with statistical instruments.

Disponer de un nivel de inglés que permita al alumno leer bibliografía de consulta / Students must have a suitable level of English to read references in the language.

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / Minimum attendance requirement

La asistencia a las clases teóricas es muy recomendable. La asistencia a las clases prácticas es obligatoria. / Attendance at lectures is highly recommended. Attendance at practical classes is mandatory.

1.10. Datos del equipo docente / Faculty data

Fco Javier Díez Guerra (coordinador)
Departamento: Biología Molecular
Facultad: Ciencias
Teléfono: 91 1964612
e-mail: fjavier.diez@uam.es
Horario de Tutorías Generales: previa petición por e-mail.

1.11. Objetivos del curso / Course objectives

El objetivo principal de esta asignatura es construir sobre los fundamentos generales de organización estructural y funcional del sistema nervioso de mamíferos, un conocimiento avanzado de los procesos celulares y moleculares que subyacen al desarrollo, el funcionamiento y la patología del sistema nervioso. Estos conocimientos son imprescindibles para comprender y participar en los avances que se producen actualmente en los distintos ámbitos de las Neurociencias.

COMPETENCIAS:
- Conocer las distintas partes del sistema nervioso, su localización y funcionalidad.
- Conocer los distintos tipos celulares que constituyen el sistema nervioso, sus características distintivas y su contribución al funcionamiento del sistema nervioso.
- Conocer los procesos que regulan el desarrollo del sistema nervioso, en especial, lo relativo a las señales intrínsecas y extrínsecas que lo regulan.
- Conocer en profundidad las bases moleculares de la regulación de los potenciales eléctricos a través de las membranas de las células nerviosas, con especial énfasis en los distintos tipos y la relación estructura-función de los canales iónicos.
- Conocer en profundidad los mecanismos moleculares que subyacen a la transmisión sináptica, en sus elementos presináptico y postsináptico, destacando el proceso de liberación de neurotransmisores y la señalización a través de los distintos receptores de membrana.
- Conocer los fundamentos moleculares y celulares de la plasticidad sináptica y su relevancia en el aprendizaje y la memoria.

- Conocer la etiología molecular y celular de las enfermedades neurológicas de mayor impacto.

CAPACIDADES:

- Análisis crítico de los resultados científicos en el campo de la neurobiología relacionando los conocimientos básicos con las enfermedades humanas.
- Capacidad para entender el funcionamiento y los resultados de las técnicas utilizadas en la investigación básica y clínica en el área de las neurociencias.
- Capacidad para entender, preparar y exponer temas de actualidad relacionados con la neurobiología.

The main objective of this course is to build upon the principles of structural and functional organization of the mammalian nervous system, an advanced knowledge of the cellular and molecular processes underlying the development, the physiology and the pathology of the nervous system. This knowledge is essential to understand and to be able to participate in the progress that is currently taking place in the diverse areas of the neurosciences.

SKILLS:

- Know the different parts of the nervous system, their location and function.
- Know the different cell types that make up the nervous system, its distinctive features and their contribution to the overall functioning.
- Understanding the processes that shape the development of the nervous system, especially focusing on the intrinsic and extrinsic signals that regulate them.
- In depth knowledge of the molecular basis for the regulation of the electrical potentials across the membranes of nerve cells, with special emphasis on the various types of ion channels and their structure-function relationships.
- In depth knowledge of the molecular mechanisms underlying synaptic transmission, focused in the presynaptic and postsynaptic compartments, emphasizing the process of neurotransmitter release and the postsynaptic signaling through different membrane receptors.
- Understand the molecular and cellular basis of synaptic plasticity and its relevance to learning and memory processes.
- Know the molecular and cellular etiology of several neurological diseases.

ABILITIES:

- Critical analysis of scientific results in the field of neurobiology, ability to integrate basic concepts with the molecular basis of human neurological diseases.
- Ability to exploit and advance on the applications of the techniques used in basic and clinical research in the area of neuroscience.
- Ability to understand, develop and communicate current topics related to neurobiology.

1.12. Contenidos del programa / Course contents

CONTENIDOS TEÓRICOS EXPUESTOS EN CLASE:

1.- **Introducción**.
Introducción. Planificación general. Fundamentos de la organización anátomica y fisiológica del Sistema Nervioso Central y Periférico.

2.- **Las células del sistema nervioso I: la neurona.**
Características morfológicas y funcionales (polaridad, compartimentación subcelular, citoesqueleto, transporte axonal, marcadores específicos). Origen de las células del sistema nervioso: precursores neuronales en desarrollo y en adulto.

3.- **Las células del sistema nervioso II: la célula glial.**
Características morfológicas y funcionales (tipos celulares, linaje, papel en el desarrollo y la madurez). La mielina: organización, composición, función y patología. Respuesta glial a daño tisular.

4.- **Fenómenos eléctricos en células nerviosas: Canales iónicos**.
Potencial de membrana y potencial de acción. Técnicas de voltage-clamp y patch-clamp. Tipos de canales iónicos, biología molecular, funcionamiento y regulación por ligandos, voltaje, modificaciones postraduccionales.

5.- **La transmision sináptica I: aspectos pre-sinápticos**.
Sinápsis eléctrica y química. Organización del terminal nervioso. Neurotransmisores. Etapas de la neurotransmisión (síntesis y almacenamiento, liberación, ciclo de las vesículas sinápticas, terminación), mecanismos moleculares.

6.- **La transmision sinaptica II: aspectos post-sinápticos.**
Organización del elemento post-sináptico. Receptores ionotrópicos y metabotrópicos. Señalización intracelular local. Mensajeros retrógrados. Potenciales post-sinápticos: integración temporal y espacial. Sinapsis excitadoras e inhibidoras.

7.- **Bases moleculares de la plasticidad sináptica.**
Plasticidad a corto y a largo plazo. Modelos para estudiar el aprendizaje y la memoria. Habituación, sensibilización y condicionamiento en Aplysia. Potenciación y depresión en sinápsis de hipocampo (LTP y LTD). Mecanismos moleculares. Plasticidad dependiente de coincidencia temporal (STD-LTP).

8.- **Desarrollo del sistema nervioso I: morfogénesis**.
Inducción neural (señales, mecanismos). Patrones de especificación en los ejes dorso-ventral y antero-posterior. Patrones de expresión génica durante el desarrollo (genes neurogénicos, genes homeobox). Diversificación celular. Migración y diferenciación.

9.- **Desarrollo del sistema nervioso II: guía axonal y sinaptogénesis y refinamiento de circuitos**.
Crecimiento y guía de axones (el cono de crecimiento, señales, receptores y mecanismos). Formación y maduración de contactos sinápticos. Factores tróficos y moléculas de adhesión. Periodos críticos durante el desarrollo. Privación visual.

10.- **Funciones complejas del Sistema Nervioso**.
Ritmos circadianos. Sueño, vigilia y conciencia. Emociones: sistema límbico, amígdala. Memoria: categorías temporales, consolidación y "priming". Memoria declarativa y no declarativa.

11.- **Reparación y regeneración en el sistema nervioso.**
Reparación y regeneración en el sistema nervioso: sistemas central y periférico. Reorganización funcional: respuesta celular y molecular al daño tisular. Neurogénesis en el sistema nervioso adulto.

12.- **Patologías del Sistema Nervioso. I**
Bases moleculares y celulares: Enfermedad de Alzheimer, Enfermedad de Parkinson, Enfermedad de Huntington.

13.- **Patologías del Sistema Nervioso. II**
Bases moleculares y celulares: Accidentes cerebro-vasculares (ictus, infarto cerebral). Epilepsias. Esclerosis múltiple. Encefalopatía espongiforme.

14.- **Patologías del Sistema Nervioso. III**
Trastornos afectivos y de la personalidad (depresión, esquizofrenia). Autismo. Estrés y Adicción.

CONTENIDOS PRÁCTICOS:

Están planteados dos bloques de prácticas:

-Identificación mediante histología e inmunohistoquímica de distintos tipos celulares del sistema nervioso y de nichos neurogénicos en el cerebro de rata o ratón.

-Fraccionamiento subcelular y caracterización de tejido cerebral mediante centrifugación diferencial y posterior análisis por Western blot.

LECTURES:

1 - Introduction
Introduction. Master Planning. Fundamentals of anatomic and physiological organization of the Central and Peripheral Nervous System.

2 - The cells of the nervous system I: The Neuron.

Morphological and functional characteristics (polarity, subcellular compartmentalization, cytoskeleton, axonal transport, specific markers). Origin of the cells of the nervous system: neural precursors during development and adult stages.

3 - The cells of the nervous system II: The Glial Cell.
Morphological and functional properties (cell types, lineage, and role during development and maturity). Myelin: composition, organization, function and pathology. Glial response to tissue damage.

4 - Electrical phenomena in nerve cells: Ion Channels.
Membrane potential and action potential. Voltage-clamp and patch-clamp techniques. Ion channels: types, molecular biology, operation, regulation by voltage and ligand binding, post-translational modifications.

5 - Synaptic Transmission I: Presynaptic aspects.
Electrical and chemical synapses. Nerve terminal organization. Neurotransmitters. Stages of the neurotransmission process (synthesis and storage, release, synaptic vesicle cycle, termination), molecular mechanisms.

6 - Synaptic Transmission II. Postsynaptic aspects.
Organization of the postsynaptic compartment. Ionotropic and metabotropic receptors. Local intracellular signaling. Retrograde messengers. Postsynaptic potentials: temporal and spatial integration. Excitatory and inhibitory synapses.

7 - Molecular basis of synaptic plasticity.
Short and Long-term Plasticity. Models to study learning and memory. Habituation, sensitization and conditioning in Aplysia. Potentiation and depression in hippocampal synapses (LTP and LTD). Molecular mechanisms. Coincidence -dependent plasticity (STD- LTP).

8 - Development of the nervous system I: Morphogenesis.
Neural induction (signals and mechanisms). Specification patterns in the dorsal-ventral and anterior- posterior axes. Gene expression patterns during neural development (neurogenic genes, homeobox genes). Cell phenotype diversification. Migration and differentiation.

9 - Development of the nervous system II: Axonal guidance, synaptogenesis and circuit refinement.
Growth and axon guidance (the growth cone, attractive and repulsive signals, receptors and mechanisms). Formation and maturation of synaptic contacts. Trophic factors and adhesion molecules. Critical periods during development. Visual deprivation.

10 - Complex Functions of the Nervous System.
Circadian rhythms. Sleep, wakefulness and awareness. Emotions: limbic system, amygdala. Memory: temporal categories, consolidation and "priming ". Declarative and non- declarative memory.

11 - Repair and regeneration in the nervous system.
Repair and regeneration in the nervous system: central and peripheral systems. Functional reorganization: molecular and cellular response to tissue injury. Neurogenesis in the adult nervous system.

12 - Pathologies of the Nervous System. I
Molecular and cellular basis of Alzheimer's disease, Parkinson's disease, Huntington's disease.

13 - Pathologies of the Nervous System. II
Molecular and cellular basis of the cerebrovascular accidents (stroke, cerebral infarction). Epilepsies. Multiple Sclerosis. Spongiform encephalopathy.

14 - Pathologies of the Nervous System. III
Affective disorders and personality disorders (depression, schizophrenia). Autism. Stress and Addiction.

LAB SESSIONS:

Practical sessions are organized in two blocks:

- Identification by histology and immunohistochemistry of different cell types of the nervous system and neurogenic niches in the brain of rat or mouse.

- Subcellular Fractionation and characterization of brain tissue by differential centrifugation and subsequent analysis by western blot.

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

Neuroscience, 5th Edition (2012)
Dale Purves, George J. Augustine, David Fitzpatrick, William C. Hall, Anthony-Samuel LaMantia, Leonard E. White
Sinauer Associates. ISBN-13: 978-0878936953.
http://www.sinauer.com/detail.php?id=6953

Principles of Neural Science, 5th Edition (2012)
Kandel, ER, Schwartz, JH, Jessell, TH, Siegelbaum, SA, Hudspeth, AJ.
McGraw-Hill. ISBN-13: 978-0071390118.

Development of the Nervous System, 3rd Edition (2011)
Dan H. Sanes, Thomas A. Reh, William A. Harris
Academic Press, ISBN-13: 978-0123745392.

From Neuron to Brain, 5th Edition (2011)
Nicholls, JG, Martin, RA, Fuchs, PA, Brown, DA, Diamond, ME Weisblat, D.
Sinauer Associates. ISBN-13: 978-0878936090.

Neuroscience: Exploring the Brain, 4th Edition (2015)
Mark F. Bear, Barry W. Connors and Michael A. Paradiso
Lippincott Williams & Wilkins Publishers. ISBN-13: 978-0781778176.

From Molecules to Networks: An Introduction to Cellular and Molecular Neuroscience, 3rd Edition (2014)
John H. Byrne, Ruth Heidelberger & M. Neal Waxham.
Academic Press. ASIN: B00KPQZJKK.

Basic Neurochemistry: Principles of Molecular, Cellular, and Medical Neurobiology, 8th Edition (2011)
Scott Brady, George Siegel, R. Wayne Albers and Donald Price
Academic Press. ISBN-13: 978-0123749475.

Ion Channels of Excitable Membranes, 3rd Edition (2001)
Bertil Hille
Sinauer Associates. ISBN-13: 978-0878933211

Neurobiology: From Molecular Basis to Disease (2008)
R. A. Meyers
Wiley-Blackwell. ISBN-13: 978-3527322930.

2. Métodos docentes / Teaching methodology

Actividades presenciales

- Clases teóricas: 3 sesiones por semana durante la duración del semestre.

Clases expositivas de los contenidos fundamentales de cada tema impartidas por los profesores. El material gráfico de las presentaciones se pondrá a disposición de los alumnos en formato pdf a través de la plataforma Moodle de la UAM. Se estimulará la participación proponiendo cuestiones a los alumnos durante las exposiciones.

- Clases Prácticas: Se realizarán un total de 5 sesiones prácticas en días consecutivos, con una duración aproximada de 4 horas cada una. Los estudiantes matriculados serán distribuidos en grupos que realizarán las prácticas de forma simultánea en laboratorios docentes independientes.

En las clases prácticas se proporcionará un guion a los alumnos. Cada sesión comenzará con una explicación de la actividad a desarrollar, que incluirá: objetivos,

metodología, resultados previsibles, análisis y su presentación en un cuaderno de laboratorio. Tras su finalización, se realizará un seminario de puesta en común y discusión de resultados.

Actividades dirigidas

- Posibilidad de realizar trabajos orientados individuales o en grupo para estudiantes que muestren un interés especial en algún tema relacionado con los contenidos del programa. La realización de estos trabajos es totalmente voluntaria: no afectarán en modo alguno a la calificación final.

- Tutorías personalizadas (con cita previa) y por e-mail.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

Se estima que el alumno deberá dedicar, aproximadamente, dos horas por cada clase teórica recibida para organizar, relacionar y ampliar la materia impartida.

ACTIVIDADES	ETCS (HORAS)
clases teóricas y prácticas en aula	42
Clases Prácticas	20
Tutorías	6
Exámenes	4
Actividades no presenciales: estudio de contenidos, consulta bibliográfica, lecturas complementarias, preparación examenes.	78
Tiempo estimado (horas):	**150**

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

Al final de curso se realizará un examen escrito para evaluar la asimilación de los contenidos de la asignatura y las competencias alcanzadas. El estudiante que no

realice la prueba escrita final o no haya asistido a las clases prácticas será calificado como "no evaluado".

Evaluación ordinaria:

1. Evaluación continuada:

- Controles de progreso: Se realizarán hasta dos pruebas escritas de 1 hora de duración a lo largo del semestre, con el propósito de evaluar la comprensión y manejo de los conceptos importantes explicados en clase.

El rendimiento obtenido en estas pruebas podrá computar hasta un 50% en la calificación final.

2. Examen de prácticas: Se realizará una prueba escrita de compresión y manejo de los conceptos utilizados para el desarrollo de las sesiones prácticas. El rendimiento alcanzado en esta prueba supondrá un 15% de la calificación final. Esta prueba se realizará al mismo tiempo que el examen final.

3. Examen final:

- Examen final: Será una prueba escrita que podrá incluir preguntas cortas, preguntas de tipo test, desarrollos cortos de temas o resolución de problemas. Se realizará al término de las clases programadas, en fecha que determine el horario oficial, e incluirá todos los contenidos del temario. Esta prueba evaluará el nivel de conocimiento alcanzado, su integración y la capacidad de utilizarlos en problemas reales. El resultado obtenido en el examen final supondrá al menos un 35% de la calificación final.

Para superar la asignatura es necesario obtener una puntuación mínima de 5 sobre 10 puntos posibles en el examen final, y haber realizado las prácticas de laboratorio.

Evaluación extraordinaria:

La evaluación extraordinaria consistirá en una prueba escrita en el mismo formato que el examen final. Se utilizará asimismo la calificación de las clases prácticas y de las controles de progreso si los hubiere, solamente si fueron obtenidas en el mismo curso de la convocatoria. En cualquier caso, la calificación final de la prueba escrita deberá superar la calificación de 5. La calificación de las prácticas podrá ser reservada y utilizada solamente para el siguiente curso académico, en caso de haberse aprobado.

5. Cronograma* / Course calendar

Las clases teóricas se impartirán a razón de 3 sesiones semanales.

Los horarios oficiales se pueden consultar en la página web del Grado de Biología http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242655508884/contenidoFinal/Biologia.htm