

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

NEUROFISIOLOGIA

NEUROPHYSIOLOGY

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	BIOLOGIA CELLULARE, MOLECOLARE E RICERCA BIOMEDICA
Codice	8068467	Canale	Unico
CFU	6	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Andrea d'Avella

CODOCENTE

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: L'insegnamento si propone di fornire agli studenti e alle studentesse una conoscenza avanzata dei meccanismi fisiologici che regolano il funzionamento del sistema nervoso, con particolare riferimento ai processi cellulari, sinaptici e di rete alla base delle funzioni sensoriali, motorie e cognitive. Il corso contribuisce al raggiungimento degli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale fornendo competenze teoriche e metodologiche nell'ambito della fisiologia cellulare e della neurofisiologia, nonché conoscenze relative alle metodologie di ultima generazione utilizzate nella ricerca e nella diagnostica biomedica. In particolare, l'insegnamento integra: lo studio dei fondamenti biologici e fisiologici del sistema nervoso; l'introduzione ai metodi neurofisiologici sperimentali per l'acquisizione e l'analisi dei dati; lo sviluppo di un approccio critico e quantitativo alla comprensione dei fenomeni neurobiologici. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE: Al termine dell'insegnamento, lo studente sarà in grado di: comprendere in modo approfondito i meccanismi cellulari e molecolari alla base dell'eccitabilità neuronale, della trasmissione sinaptica e della plasticità; descrivere l'organizzazione funzionale dei sistemi sensoriali, motori e cognitivi, interpretandone il funzionamento in condizioni fisiologiche e patologiche; comprendere i principi neurofisiologici su cui si basano le principali tecniche di registrazione e stimolazione del sistema nervoso (EMG, EEG, neuroimaging funzionale, stimolazione cerebrale non invasiva); interpretare modelli teorici esistenti e adattarli a nuovi dati sperimentali o osservativi, in particolare in ambito biomedico. Il livello atteso di
-----------------	--

	apprendimento include comprensione critica, integrazione concettuale e capacità di collegamento tra livelli cellulari, sistemici e metodologici. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE: Al termine del corso lo studente sarà in grado di: applicare i concetti di neurofisiologia cellulare e di sistema all'interpretazione di segnali neurofisiologici e di dati sperimentali; riconoscere gli ambiti di applicabilità e i limiti delle principali metodiche neurofisiologiche utilizzate nella ricerca e nella diagnosi delle malattie neurologiche; utilizzare in modo guidato strumenti concettuali e quantitativi per l'analisi di tracciati EMG/ EEG e di dati di neuroimaging funzionale; integrare informazioni provenienti da tecniche diverse (registrazione, stimolazione, analisi del movimento) per formulare ipotesi interpretative coerenti. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Lo studente svilupperà: capacità di valutazione critica dei dati sperimentali, con particolare attenzione alla loro coerenza fisiologica e metodologica; autonomia nel razionalizzare i risultati sperimentali all'interno di modelli interpretativi appropriati; consapevolezza dei limiti tecnici, etici e interpretativi delle metodiche neurofisiologiche; capacità di riflessione autonoma su problematiche scientifiche e bioetiche connesse allo studio e alla modulazione dell'attività del sistema nervoso. ABILITÀ COMUNICATIVE: Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di: comunicare in modo chiaro e appropriato concetti, dati e modelli neurofisiologici a interlocutori specialisti e non specialisti; utilizzare correttamente il linguaggio tecnico-scientifico della neurofisiologia; discutere articoli scientifici e presentare sinteticamente risultati sperimentali e interpretazioni. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Lo studente acquisirà: capacità di apprendimento autonomo mediante lo studio di testi avanzati e articoli scientifici in lingua italiana e inglese; abilità nella consultazione di banche dati scientifiche e risorse online; capacità di aggiornamento continuo delle proprie competenze nell'ambito della neurofisiologia e della ricerca biomedica; attitudine a porre domande scientificamente fondate e a collegare criticamente concetti e metodologie.
English	LEARNING OUTCOMES: <i>The course aims to provide students with an advanced understanding of the physiological mechanisms underlying the functioning of the nervous system, with particular emphasis on the cellular, synaptic, and network processes supporting sensory, motor, and cognitive functions. The course contributes to the educational objectives of the Master's Degree Programme by providing theoretical and methodological competences in cellular physiology and neurophysiology, as well as knowledge of state-of-the-art methodologies used in biomedical research and diagnostics. In particular, the course integrates the study of the biological and physiological foundations of the nervous system, an introduction to</i>

experimental neurophysiological methods for data acquisition and analysis, and the development of a critical and quantitative approach to the understanding of neurobiological phenomena.

KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

At the end of the course, students will have an in-depth understanding of the cellular and molecular mechanisms underlying neuronal excitability, synaptic transmission, and plasticity. They will be able to describe the functional organization of sensory, motor, and cognitive systems and to interpret their operation under both physiological and pathological conditions. Students will also understand the neurophysiological principles underlying the main techniques for recording and stimulation of the nervous system, including EMG, EEG, functional neuroimaging, and non-invasive brain stimulation. Furthermore, they will be able to interpret existing theoretical models and adapt them to new experimental or observational data, particularly in the biomedical field. The expected level of learning includes critical understanding, conceptual integration, and the ability to establish connections across cellular, systemic, and methodological levels.

APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

At the end of the course, students will be able to apply concepts of cellular and systems neurophysiology to the interpretation of neurophysiological signals and experimental data. They will be able to identify the applicability and limitations of the main neurophysiological techniques used in research and in the diagnosis of neurological diseases. Students will also be able, under guidance, to use conceptual and quantitative tools for the analysis of EMG and EEG recordings as well as functional neuroimaging data, and to integrate information derived from different techniques such as recording, stimulation, and motion analysis in order to formulate coherent interpretative hypotheses.

MAKING JUDGMENTS:

Students will develop the ability to critically evaluate experimental data, with particular attention to their physiological and methodological consistency. They will gain autonomy in rationalizing experimental results within appropriate interpretative models and will become aware of the technical, ethical, and interpretative limitations of neurophysiological methodologies. In addition, students will acquire the ability to independently reflect on scientific and bioethical issues related to the study and modulation of nervous system activity.

COMMUNICATION SKILLS:

At the end of the course, students will be able to communicate neurophysiological concepts, data, and models clearly and appropriately to both specialist and non-specialist audiences. They will correctly use the technical and scientific language of neurophysiology and will be able to discuss scientific articles and concisely present experimental results and their interpretation.

LEARNING ABILITY:

	<i>Students will acquire the ability to learn autonomously through the study of advanced textbooks and scientific articles in Italian and English. They will develop skills in consulting scientific databases and online resources and will be able to continuously update their competences in neurophysiology and biomedical research. Finally, students will develop an aptitude for formulating scientifically grounded questions and for critically linking concepts and methodologies.</i>
--	---

PREREQUISITI

Italiano	Al fine di comprendere il contenuto delle lezioni e di raggiungere gli obiettivi formativi dell'insegnamento, sono opportune conoscenze di base di fisiologia, con particolare riferimento alla fisiologia cellulare, di biochimica e biochimica della segnalazione cellulare, di biologia cellulare e di anatomia del sistema nervoso. Sono inoltre utili nozioni di base di fisica applicata e di analisi dei dati sperimentali.
<i>English</i>	<i>In order to fully understand the course content and achieve the intended learning outcomes, students are expected to have a basic knowledge of physiology, with particular reference to cellular physiology, biochemistry and signal transduction, cell biology, and functional anatomy of the nervous system. A basic understanding of applied physics and experimental data analysis is also recommended.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	FONDAMENTI DI NEUROFISIOLOGIA (36 ore) Organizzazione ed evoluzione del sistema nervoso. Canali ionici. Potenziale di membrana. Potenziale d'azione. Trasmissione e plasticità sinaptica. Sistemi sensoriali. Tatto e proprioccezione. Dolore. Sistema visivo. Sistema uditivo. Sistema vestibolare. Controllo motorio. Locomozione. Postura. Controllo corticale del movimento. Cervelletto. Nuclei della base. Movimenti oculari. Coordinazione motoria e sinergie muscolari. Funzioni cognitive e organizzazione della corteccia cerebrale. Linguaggio. Memoria. METODI NEUROFISIOLOGICI PER LA DIAGNOSI E LA TERAPIA DELLE MALATTIE NEUROLOGICHE (12 ore) Elettromiografia (EMG) ed estrazione di sinergie muscolari. Elettroencefalografia (EEG) e analisi della connettività funzionale. Stimolazione cerebrale non invasiva (NIBS): stimolazione transcranica magnetica (TMS) e elettrica (tES). Tecniche di neuroimaging funzionale: risonanza magnetica (fMRI) e spettroscopia nel vicino infrarosso (fNIRS). Motion capture e analisi del movimento. Approcci integrati di neuromodulazione e riabilitazione basati su realtà virtuale e robotica.
<i>English</i>	FOUNDATIONS OF NEUROPHYSIOLOGY (36 hours) <i>Organization and evolution of the nervous system. Ion channels. Membrane potential. Action potential. Synaptic transmission and plasticity. Sensory systems. Touch and proprioception. Pain. Visual system. Auditory system. Vestibular system. Motor control. Locomotion.</i>

	<i>Posture. Cortical control of movement. Cerebellum. Basal ganglia. Eye movements. Motor coordination and muscle synergies. Cognitive functions and organization of the cerebral cortex. Language. Memory.</i> <i>NEUROPHYSIOLOGICAL METHODS FOR THE DIAGNOSIS AND THERAPY OF NEUROLOGICAL DISORDERS (12 hours)</i> <i>Electromyography (EMG) and extraction of muscle synergies. Electroencephalography (EEG) and functional connectivity analysis. Non-invasive brain stimulation (NIBS): transcranial magnetic stimulation (TMS) and transcranial electrical stimulation (tES). Functional neuroimaging techniques: magnetic resonance imaging (fMRI) and functional near-infrared spectroscopy (fNIRS). Motion capture and movement analysis. Integrated approaches to neuromodulation and rehabilitation based on virtual reality and robotics.</i>
--	--

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Le diapositive delle lezioni e una raccolta di articoli scientifici e reviews sarà fornita agli studenti tramite la classe Teams. Alcuni temi potranno essere approfonditi su uno dei seguenti testi: - Purves et al. – Neuroscienze, Quinta edizione italiana sulla sesta edizione americana (Zanichelli, 2021). - Kandel et al. – Principi di Neuroscienze, Quinta edizione italiana sulla sesta edizione americana (Casa Editrice Ambrosiana, 2023).
<i>English</i>	<i>Lecture slides and a collection of scientific articles and reviews will be provided to the students through the Teams class page.</i> <i>Some topics may be further explored using one of the following textbooks:</i> - Purves et al., <i>Neuroscience, Italian 5th edition based on the 6th American edition</i> (Zanichelli, 2021). - Kandel et al., <i>Principles of Neural Science, Italian 5th edition based on the 6th American edition</i> (Casa Editrice Ambrosiana, 2023).

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza

☐ A distanza

Italiano	L'insegnamento si svolge principalmente tramite lezioni frontali di 2 ore con l'ausilio di diapositive e materiale multimediale. Gli studenti sono coinvolti attivamente attraverso domande, discussioni guidate e momenti di feedback. Inoltre, secondo un approccio flipped classroom, gli studenti presentano e discutono articoli scientifici in itinere, stimolando la discussione critica, la capacità di sintesi e la comunicazione scientifica.
-----------------	--

English	<i>The teaching activity is mainly delivered through 2-hour lectures supported by slides and multimedia materials. Students are actively engaged through questions, guided discussions, and feedback sessions. In addition, following a flipped classroom approach, students present and discuss scientific articles during the course, fostering critical discussion, synthesis skills, and scientific communication.</i>
---------	--

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	La frequenza delle lezioni è facoltativa ma fortemente consigliata.
English	<i>Lecture attendance is optional but strongly recommended.</i>

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

☐ Prova scritta ☒ Prova orale ☐ Prova di laboratorio ☐ Prova pratica
☒ Valutazione in itinere ☐ Valutazione di progetto ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Andrea d'Avella, Daniele Lettieri-Barbato

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	La valutazione dello studente prevede due modalità complementari: la presentazione di articoli scientifici durante il corso (in itinere) e un esame orale finale. Durante le presentazioni in itinere, gli studenti dovranno dimostrare capacità di sintesi, chiarezza espositiva, utilizzo appropriato del linguaggio tecnico-scientifico e comprensione approfondita degli argomenti trattati. L'attività in itinere serve a stimolare il ragionamento critico, la capacità di collegamento tra concetti e metodi, e la discussione guidata di dati sperimentali e pubblicazioni scientifiche. L'esame orale finale verterà sulle tematiche di tutto il programma, sia per la parte di Fondamenti di Neurofisiologia sia per la parte di Metodi neurofisiologici per la diagnosi e la terapia delle malattie neurologiche. Lo studente dovrà dimostrare una visione d'insieme dei meccanismi neurofisiologici e delle metodiche sperimentali, capacità di applicazione e integrazione dei concetti, autonomia di giudizio, chiarezza e proprietà di linguaggio. Il punteggio della prova d'esame è espresso in trentesimi. Criteri per la formulazione del voto:
----------	--

	Non idoneo: importanti carenze e/o inaccurately nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi; frequenti generalizzazioni; uso di linguaggio inappropriato; scarsa capacità di collegamento dei concetti. 18-21: lo studente ha acquisito i concetti di base della disciplina; il modo di esprimersi e il linguaggio sono sufficientemente corretti e appropriati. 22-25: lo studente ha acquisito in maniera approfondita i concetti di base e sa effettuare collegamenti coerenti tra le varie tematiche. Presenta linearità nella strutturazione del discorso; il linguaggio è corretto e adeguato. 26-29: lo studente possiede un bagaglio di conoscenze completo e ben strutturato; è in grado di applicare e rielaborare autonomamente le conoscenze acquisite senza errori, dimostrando capacità logico-analitiche e di sintesi, con linguaggio fluido, appropriato e vario. 30 e 30 e lode: lo studente possiede conoscenze complete e approfondite; sa applicarle a casi complessi e a nuove situazioni; i riferimenti culturali sono ricchi e aggiornati; si esprime con brillantezza e perfetta proprietà di linguaggio.
English	<i>The assessment of students is based on two complementary components: the presentation of scientific articles during the course (in itinere) and a final oral examination.</i> <i>During the in itinere presentations, students are expected to demonstrate skills in synthesis, clarity of exposition, appropriate use of technical-scientific language, and a deep understanding of the topics discussed. The in itinere activities aim to stimulate critical thinking, the ability to connect concepts and methods, and guided discussion of experimental data and scientific publications.</i> <i>The final oral examination will cover the entire course program, including both the Foundations of Neurophysiology part and the Neurophysiological Methods for the Diagnosis and Therapy of Neurological Disorders part. Students will be required to demonstrate a comprehensive understanding of neurophysiological mechanisms and experimental methodologies, the ability to apply and integrate concepts, autonomy of judgment, clarity, and accuracy in expression. The final grade is expressed on a 30-point scale.</i> <i>Grading Criteria:</i> <i>Fail: significant gaps and/or inaccuracies in knowledge and understanding of the subjects; limited analytical and synthetic skills; frequent generalizations; inappropriate use of language; poor ability to connect concepts.</i> <i>18-21: the student has acquired the basic concepts of the discipline; expression and language are sufficiently correct and appropriate.</i> <i>22-25: the student has acquired a thorough understanding of the basic concepts and is able to make coherent connections between different topics. The presentation is well-structured, and the language is correct and appropriate.</i> <i>26-29: the student possesses a complete and well-structured body of knowledge; is able to apply and independently reorganize the acquired knowledge without errors, demonstrating logical-analytical and synthetic skills with fluent, appropriate, and varied language.</i>

	<i>30 and 30 cum laude: the student possesses complete and in-depth knowledge; is able to apply it to complex cases and new situations; cultural references are rich and up to date; expression is brilliant, precise, and flawless.</i>
--	--