

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по специальной дисциплине,
соответствующей научной специальности аспирантуры

1.5.24. Нейробиология

Поступающие в аспирантуру химического факультета на научную специальность 1.5.24. Нейробиология сдают вступительное испытание в устной форме по специальной дисциплине, соответствующей профилю программы аспирантуры. Экзамен проводится по билетам, включающим два теоретических вопроса из разных разделов предложенной программы и третий вопрос – собеседование по теме планируемого или проводимого исследования.

В основу ответа на третий вопрос могут быть положены публикации поступающего в аспирантуру или выполненные ранее выпускные квалификационные или иные исследовательские работы.

Цель третьего задания – оценить навыки и умения в области научно-исследовательской деятельности: а) постановка цели, б) формулировка задач исследования, в) описание материала исследования, г) знание терминологии по теме проводимого исследования, д) владение стилем научного изложения.

Члены экзаменационной комиссии вправе задавать дополнительные уточняющие вопросы, которые могут касаться как фактического, так и теоретического материала.

Ответы на все вопросы оцениваются по одним и тем же критериям.

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ И ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

Состояние и развитие современной нейробиологии.

Предмет и задачи нейробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение нейробиологии для исследований механизмов поведения и различных видов физиологической адаптации отдельных систем и организма в целом, в медицине и здравоохранении. Главные направления развития современной нейробиологии. Основные методы нейробиологических исследований.

Истоки современной нейробиологии

Развитие представлений о строении и физиологии нервной системы в работах представителей европейских и российской физиологических школ XIX века.

Общая нейрофизиология

Основные принципы нейронной доктрины. Особенности строения нейронов – общие для всех клеток и специфические элементы цитоскелета. Особенности функций нейронов быстрый и медленный аксональный транспорт.

Биологические мембраны. Строение, химический состав, биофизические свойства, электрические параметры, функции. Пассивный и активный транспорт ионов через плазматическую мембрану. Биоэнергетика активного транспорта ионов. Ионные механизмы потенциал покоя и потенциала действия. Ионная проводимость при возбуждении нейронов и их отростков. Ионные каналы плазматической мембраны нейронов и других клеток. Молекулярные механизмы ионной проводимости электро- и хемовозбудимых мембран. Селективность ионных каналов.

Проведение потенциала действия по нервному волокну. Скорость проведения возбуждения по немиелинизированным и миелинизированным волокнам. Ионные токи при распространении потенциала действия в немиелинизированном и миелинизированном аксонах. Кабельные свойства нервных волокон.

Нейроглиальные клетки. Классификация, морфологические и физиологические свойства и функции.

Физиология синапсов. Основные функции синапса. Химический и электрический синапсы. Стадии химической синаптической передачи. Нейромедиаторы и нейромодуляторы. Нейромедиаторные системы в центральной нервной системе. Постсинаптические и пресинаптические рецепторы, чувствительные к основным нейромедиаторам. Рецепторы прямой и непрямо́й синаптической передачи. Возбуждающие и тормозные постсинаптические потенциалы. Характеристики и ионные механизмы постсинаптических потенциалов. Пресинаптическое торможение. Модуляция эффективности синаптической передачи.

Электрические характеристики нейронов. Электрические модели нейрона (Дж. Эклса и В. Ролла). Элементы теории объемного проводника.

Физиология движений

Общие принципы управления мышечными движениями. Рефлекторный принцип и принцип активности. Уровни построения движения по Н.А. Бернштейну. Коррекция движений опережающая и на основе обратной связи.

Двигательные функции спинного мозга и ядер черепно-мозговых нервов. Анатомическая и физиологическая организация спинного мозга. Классификация мотонейронов и сенсорных волокон. Физиологические свойства поперечнополосатой мускулатуры и ее управление на основе проприорецепции. Двигательные функции черепно-мозговых нервов. Свойства локомоции и других ритмических движений позвоночных.

Двигательные центры ствола головного мозга. Общая организация ретикулярной формации, премоторные центры ретикулярной формации, нисходящие ретикулоспинальные пути. Вестибулярная система: строение вестибулярной системы, моторные функции вестибулярной системы.

Физиология двигательных функций коры больших полушарий головного мозга. Пирамидный (кортикоспинальный) и кортикобульбарный тракты. Соматотопическая организация первичной моторной коры. Премоторные и теменные области коры, обеспечивающие движение.

Двигательные функции мозжечка. Внутримозжечковые ядра. Организация внутренних связей в мозжечке. Общие принципы взаимодействия мозжечка с другими моторными центрами.

Двигательные функции базальных ганглиев. Общее строение базальных ганглиев и их внутренние связи. Функциональное значение прямого и непрямого двигательных путей через базальные ганглии. Эфференты базальных ганглиев. Клинические следствия дегенерации базальных ганглиев и ассоциированных с ними структур мозга (болезнь Гентингтона, болезнь Паркинсона и др.).

Физиология глазодвигательной системы. Типы движений глаз и функции глазодвигательной системы. Вестибулоокулярный и оптокинетический рефлекс, саккады и удержание взора. Участие верхних холмиков четверохолмия и коры больших полушарий в генерации саккад. Координация движений глаз и головы. Основные нейронные контуры генерации саккад (по Б. Фишеру). Плавное прослеживание, вергенция, фиксационные движения глаз (микросаккады, дрейф, тремор).

Регуляция функциональных состояний (на примере сна и бодрствования)

Представление о суточных (циркадных) ритмах. Молекулярно-генетические механизмы циркадианной ритмики. Роль эпифиза и ядер гипоталамуса в регуляции суточных ритмов. Роль мелатонина в регуляции цикла «сон-бодрствование».

Нейрофизиология бодрствования. Физиологические, соматические, вегетативные и поведенческие показатели бодрствования. Нейромедиаторные системы ствола мозга в поддержании состояния бодрствования.

История поисков центров сна. Исследования К. фон Эконемо, Ф. Бремера, Г. Морuzzi, Х. Мэгуна и М. Жуве. Связь с современными представлениями.

Характеристика стадий сна млекопитающих. Онтогенез сна. Нейромедиаторные системы, обеспечивающие цикличность сна. Особенности сна водных и полуводных млекопитающих, связанные с экологическими условиями обитания. Асимметрия сна по электрической активности полушарий мозга и поведенческим показателям.

Регуляция висцеральных функций

Автономная нервная система: подразделение на симпатическую и парасимпатическую. Нейромедиаторы и физиологические эффекты. Сравнительная характеристика функций симпатического и парасимпатического отделов. Метасимпатическая нервная система.

Регуляция дыхания. Дыхательные рефлекс. Дыхательный центр продолговатого мозга, ауторитм дыхания.

Регуляция кровяного давления, кровотока. Вазомоторный центр продолговатого мозга. Хемо- и барорецепторы кровеносных сосудов. Гипоталамическая регуляция висцеральных функций.

Стресс. Стадии развития стресса, участие гипоталамо-гипофизарной и симпатoadреналовой систем в адаптации организма к неблагоприятным факторам. Дисбаланс гормонов при стрессе (болезнь адаптации).

Регуляция температуры тела. Роль переднего и преоптического гипоталамуса, эффекты его стимуляции и повреждения. Роль периферических терморецепторов. Тепловые и холодные рецепторы спинного мозга. Роль заднего отдела гипоталамуса.

Регуляция пищевого поведения. Латеральное (центр голода) и вентромедиальное (центр насыщения) ядра гипоталамуса; эффекты стимуляции и повреждения. Нейрохимическая организация центров голода и насыщения. Роль гипоталамуса и коры больших полушарий в регуляции пищевого поведения.

Контроль водного баланса организма. Механизм формирования чувства жажды. Осморепторы переднего гипоталамуса, регуляция секреции антидиуретического гормона, обеспечивающего задержку воды. Нейроны «жажды» переднего гипоталамуса. Регуляция секреции гормонов АДГ и АКТГ.

Нервная регуляция функций эндокринной системы. Железы внутренней секреции, функциональная характеристика, гормоны. Физиология гипофиза. Роль ствола мозга, лимбических структур и коры больших полушарий в регуляции эндокринных функций.

Мотивации и эмоции

Нейронные механизмы мотивационных состояний. Потребности организма как детерминанты мотиваций. Значение мотиваций в обеспечении адаптивного поведения. Иерархия мотиваций - высшие и низшие. Самостимуляция мозга как фактор подкрепления.

Морфофункциональная организация лимбической системы. Функциональное значение лимбической в регуляции мотивационных состояний.

Нейронные механизмы мотиваций (на примере голода/насыщения, агрессии/страха). Нейронные механизмы эмоциональных состояний. Роль различных частей лимбической системы в развитии эмоциональных состояний.

Физиология сенсорных систем

Общие принципы организации сенсорных систем. Рецепторы, трансдукция, рецепторный и генераторный потенциалы. Классификация сенсорных рецепторов. Сенсорная адаптация.

Соматосенсорная система. Периферические механизмы соматосенсорной рецепции: кожная механочувствительность, проприорецепция, терморецепция. Спинальные и стволовые механизмы соматосенсорной рецепции.

Болевая чувствительность. Классификация видов боли. Периферические и центральные механизмы ноцицепции. Системы регуляции болевой чувствительности. Патофизиология боли и методы обезболивания.

Вестибулярная и слуховая системы. Боковая линия и ее модификации в эволюции. Волосковые клетки: строение, физиология и механизмы трансдукции. Вестибулярная система: периферические механизмы, центральные механизмы, поражения вестибулярной системы. Механизмы частотной настройки волосковых клеток кортиева органа. Слуховая система млекопитающих.

Зрительная система. Строение глаза млекопитающих. Фоторецепторы, фоточувствительные пигменты и механизмы фототрансдукции. Скотопическое и фотопическое зрение. Строение и физиология сетчатки. Функциональная роль зрительных проекций в гипоталамус, претектальную область и верхние бугры четверохолмия.

Зрительная система млекопитающих, латеральное колленчатое тело, первичная зрительная кора. Рецептивные поля нейронов зрительной коры, пространственная организация зрительной коры (колонки глазодоминантности, ориентационные колонки, «капли»). Экстрастриарная зрительная кора: основные поля и их функции, анатомо-функциональная дихотомия зрительного потока дорсальный и вентральный пути (по М. Мишкину). Механизмы цветового зрения. Движения глаз и зрительное восприятие.

Функциональная организация коры больших полушарий

Проекционные первичные, вторичные и третичные зоны сенсорных систем. Представительство функций в коре больших полушарий. Колонки как элементарный функциональный ансамбль корковых нейронов.

Представительство функций в коре больших полушарий. Ассоциативные области коры больших полушарий. Совместное функционирование больших полушарий и их функциональная асимметрия.

Кора больших полушарий как высший интегративный центр движений. Локализация моторных и сенсорных областей в коре больших полушарий. Нейронная организация

двигательной области коры, соотношение периферических афферентных входов и эфферентной проекции. Понятие о схеме тела; локализация в коре больших полушарий.

Представительство психических функций в коре больших полушарий. Отделы коры больших полушарий мозга, участвующие в зрительном восприятии. Лобные доли мозга и регуляция психической деятельности человека. Теменно-затылочные зоны правого (субдоминантного) полушария и их участие в пространственном зрительном внимании.

Речевые функции человека. Представительство речевых функций в коре больших полушарий человека.

Физиология приобретенного поведения. Условные и безусловные рефлексы

Безусловные рефлексы пищевые, половые и оборонительные. Механизм классического условного рефлекса (по И.П. Павлову). Понятия «подкрепление» и «мотивация»; подкрепление как снижение уровня мотивации. Имитационный рефлекс в фило- и онтогенезе. Ориентировочный рефлекс.

Правила выработки классического условного рефлекса: силовые и временные отношения между стимулами, латентный период условного рефлекса. Следовые условные рефлексы. Угашение и восстановление условных рефлексов.

Классификация условных рефлексов. Условные рефлексы высоких порядков. Рефлекс на отношение и его биологическое значение. Условные рефлексы на комплекс раздражителей. Цепные условные рефлексы.

Условнорефлекторное торможение. Внешнее и охранительное торможение. Внутреннее торможение и его виды.

Нейронные механизмы классического условного рефлекса на модели мигательного рефлекса и условной реакции страха. Структуры мозга и их роль в формировании мигательного рефлекса и условной реакции страха. Роль гиппокампа в зависимости от временной схемы следования стимулов при выработке рефлексов. Пространственное научение и память, роль гиппокампа.

Инструментальные условные рефлексы по Ю. Конорского. Представления об инструментальном научении с позиций бихевиоризма (оперантный подход Б. Скиннера). Активное и пассивное (рефлективное) поведение.

Концепция И.П. Павлова о закономерностях формирования условных рефлексов. Стадии афферентной и эфферентной генерализации и специализации условного рефлекса.

Нейрофизиология целенаправленного поведения на примере организации глазодвигательного поведения. Стволовой генератор саккад; верхнее двухолмие, таламус и стриатум в программировании саккад; антероцентральные поля коры больших полушарий приматов (премоторные поля, дополнительное моторное поле, фронтальное глазодвигательное поле, фронтальные поля - Sulcus principalis у низших обезьян). Ретроцентральные поля коры больших полушарий приматов (верхнетеменные поля 5 и 7, нижнетеменные поля). Клиника нарушения целенаправленного поведения, внимания и глазодвигательного поведения; расстройство схемы тела.

Врожденные формы поведения

Представления К. Лоренца об инстинктах: поисковое поведение; ключевые стимулы и врожденный разрешающий механизм; завершающий акт (фиксированный комплекс действия). Импринтинг. Свойства и значение импринтинга. Метафоричная модель инстинкта по К. Лоренцу. Иерархическая теория инстинкта Н. Тинбергена.

Представления о когнитивных процессах человека и животных

Элементарная рассудочная деятельность животных как высшая форма поведенческой адаптации. Основные положения теории Л.В. Крушинского об элементарной рассудочной деятельности. Способность к экстраполяции и оперированию эмпирической размерностью фигур. Зависимость рассудочной деятельности от уровня филогенетического развития животных.

Орудийная деятельность как модель изучения мышления животных. Вклад этологии в изучение мышления животных. Способность животных к обобщению и к оперированию символами. Когнитивные способности высших животных как предпосылки мышления и речи человека. Генетические исследования сложных форм поведения, пространственного поведения и памяти животных.

Физиология памяти

Виды памяти в биологических системах. Физиология памяти животных и человека. Этапы формирования памяти: восприятие, хранение, воспроизведение. Роль гиппокампа в формировании памяти.

Представления об организации памяти (сенсорные регистры, кратковременная и долговременная память). Формы памяти процедурная и декларативная, эпизодическая и семантическая.

Клеточные аналоги научения и памяти. Синаптическая пластичность как механизм научения и памяти. Определение синаптической пластичности. Функциональное проявление и локализация. Типы неассоциативного научения у моллюсков: привыкание и сенситизация оборонительной реакции.

Пресинаптическая пластичность кратковременная и долговременная сенситизация синаптической передачи между сенсорным и моторным нейронами у моллюсков. Внутриклеточные каскады и экспрессия ранних генов.

Постсинаптическая пластичность на модели нейронов переживающих срезывание гиппокампа млекопитающих долговременная потенция (ДВП). Гомо- и гетеросинаптическая (ассоциативная) ДВП. Механизмы индукции ДВП. Молекулярные механизмы ДВП. Модель классического условного рефлекса (ДВП) на нейронах гиппокампа.

Экспериментальные исследования поведенческих процессов при тестировании потенциальных лекарств

Основные эксперименты при выполнении доклинических исследований психоактивных веществ: ноотропная, стимулирующая/седативная, анксиолитическая активность; экспериментальное определение зависимости.

Актометрия и актография. Описание ориентировочно-исследовательской активности на примере теста «Открытого поля». Решение задач на формирование и сохранение пространственной памяти (на примере Водного лабиринта Морриса). Индукция стресса. Изучение депрессивно-подобных состояний по Порсольту.

Обязательная литература

Данилова Н.Н., Крылова А.Л. Физиология высшей нервной деятельности, М.: Учебная литература, 1997.

Крушинский Л.В. Биологические основы рассудочной деятельности, М.: МГУ, 1977.

Николс Дж.Г., Мартин А.Р., Валлас Б.Дж., Фукс П.А. От нейрона к мозгу, М.: Едиториал УРСС, 2003 (... 2019).

Смит К., Биология сенсорных систем. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005.

Шульговский В.В., Физиология высшей нервной деятельности с основами нейробиологии, М.: Академия, 2003.

Эккерт Р., Рэндалл Д., Огастин Д. Физиология животных. Механизмы и адаптации, М.: Мир, 1991.

Дополнительная литература

Блюм Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л., Мозг, разум, и поведение, М.: Мир, гл. 5-7, 1988.

Симонов П.В., Эмоции и поведение: потребностно-информационный подход. В кн. Физиология поведения. Нейрофизиологические закономерности, гл. 14, Л.: Наука, 1987.

Шульговский В.В. Основы нейрофизиологии, М.: Аспект пресс, 2005 (1 изд. 2002).

Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая. М.: Гриф и К, 2012. 944 с.

Составитель программы: профессор В.П. Котegov.

Программа одобрена Ученым советом химического факультета ПГНИУ.