

Олимпиада «Ломоносов» по фундаментальной медицине

2025/2026 учебный год

Отборочный этап, 8-10 классы

Критерии оценивания заданий

Максимальная оценка за каждое задание – 20 баллов.

Задание 1

Сегодня для разработки лекарственных средств и, в целом, для исследования процессов, происходящих в тканях, используют технологию “органы-на-чипе”. Органы-на-чипе - это функциональная модель органов, которую создают, размещая определенные популяции клеток на маленьких чипах и создавая через них поток жидкостей и метаболитов, соответствующих физиологическим условиям. В отличие от обычных клеточных культур органы на чипе позволяют учесть взаимодействие между разными типами клеток в каждой ткани, а также смоделировать микроокружение, имитирующее реальную ситуацию в тканях. Представим, что Вам предстоит собрать модель типа “орган-на-чипе”: а) для сердца; б) для спинного мозга и в) для легких (отметим: все эти модели в реальности существуют). Опишите, пожалуйста, какие элементы должен включать орган-на-чипе в каждом случае?

Демонстрация знаний о структурообразующей роли внеклеточного матрикса, об особенностях внеклеточного матрикса в трёх органах – сердце, лёгких, спинном мозге, оценивается максимум в 4 балла. Знание основных функциональных групп клеток, правильно соответствующих клеточному составу каждого органа, оценивается максимум в 4 балла. Знание специфических клеток, напрямую к составу органов не относящихся, но влияющих на его работу (например – макрофаги для легких, глиальные клетки для спинного мозга), оценивается максимум в 4 балла. Представления о наличии проблем, связанных с невозможностью смоделировать полнофункциональный орган на чипе, и предложения о пути их решения (например, клетки-водители ритма для модели сердца, ГЭБ для спинного мозга и пр.), оценивается максимум в 4 балла. Представления о системе жизнеобеспечения «органа-на-чипе» с учётом особенностей внутренней среды организма, с описанием потока веществ через чипы во всех случаях - что поступает к клеткам, что от них отводится, оценивается максимум в 4 балла. Всего 20 баллов.

Задание 2

На приёме пациент отказывается от предложенной врачом вакцинации. Максимально подробно и обоснованно опишите, что может и не может сделать врач, руководствуясь заботой о здоровье пациента, здоровье общества, существующим законодательством РФ и этическими нормами.

Вопрос относится к решению о проведении вакцинации, которая является добровольной в нашей стране. В случае отказа от вакцинации доктор должен предпринять шаги для выяснения причин отказа от вакцинации и, возможно, переубедить пациента. Шаги следующие: принять позицию пациента, узнать степень информированности об отказах, сообщить об учёте времени на приём, выяснить причины отказа, проявить сочувствие, сообщить известную врачу информацию о прививках дозированно и медленно, избегать терминов (использование бытового языка), привести научные аргументы в пользу прививок (профилактические вакцины, лечебные, при ослабленном иммунитете). Правильная последовательность действий врача и гуманность в обращении с пациентом оценивается максимум в 16 баллов. Дополнительно присуждается максимум 4 балла за упоминание автономии, за упоминание об ограничении времени на беседу, за упоминание об агитационных материалах, за знание частых причин отказа от прививок. Всего 20 баллов.

Задание 3

Развитие промышленности привело к распространению участков крайне высокого загрязнения токсичными веществами органического и неорганического происхождения, в особенности, рядом с шахтами, фабриками, в некоторых водоемах, при нарушении правил утилизации отходов производства. Одно из известных и широко освещаемых последствий глобального загрязнения – желательные ограничения на употребление тунцовой рыбы в пищу, так как в ней накапливаются кратно более высокие по сравнению со средним уровнем концентрации ионов тяжелых металлов, таких как ртуть, свинец и кадмий.

1) Почему именно тунцовые рыбы накапливают наибольшее количество тяжелых металлов?

2) Чем тяжелые металлы опасны для здоровья человека?

3) Предположите, почему у тунцовых рыб столь высокие концентрации тяжелых металлов видимым образом не вызывают такие же по силе заболевания?

4) *Какие источники тяжелых металлов, потенциально опасные и значимые, могут встретиться вам в быту?*

5) *Какие еще позвоночные животные обладают уникальной способностью выживать в высоких концентрациях токсичных для человека веществ? Приведите 3 примера и объясните, с чем связаны такие способности.*

Оценивается указание в ответе следующих фактов:

1. Факторы накопления тяжёлых металлов в тунце: хищник – высокая ступень в пищевой пирамиде; высокая продолжительность жизни, большая биомасса и высокий уровень метаболизма; объяснены процессы биоаккумуляции и биомагнификации, указано, что тяжёлые металлы трудно выводятся из мышц, печени и жира. За эту часть ответа присваивается максимально 5 баллов.

2. Опасность тяжелых металлов для человека: перечислены как минимум три тяжелых металла (ртуть, свинец, кадмий), и для каждого приведены специфичные патофизиологические последствия: нейротоксичность (поражение нервной системы, когнитивные нарушения), нефро- и гепатотоксичность, нарушение гематопоеза, остеотоксичность, канцерогенность, специфические примеры (метилртуть и врожденные дефекты, свинец и анемия/поражение почек, кадмий и остеомаляция/рак); приведены основные целевые системы органов. За эту часть максимально присваивается 4 балла;

3. За развёрнутый ответ о том, что у тунцовых рыб выработаны физиологические и биохимические механизмы толерантности: связывание металлов с металлотионеинами и другими белками-депо, эффективная детоксикация/элиминация, стабильность мембран клеток, отсутствие мишеней для токсинов, возможные процессы локализации токсикантов в малофункциональных тканях; упомянуто, что критерии выраженности эффектов для рыб и млекопитающих различаются, максимально можно получить 3 балла.

4. Источники тяжелых металлов в быту. Если перечислены ≥ 4 значимых бытовых источника: устаревшие батарейки/аккумуляторы (ртуть/кадмий/никель), старая свинцовая сантехника и краски, загрязнённые продукты (консервы, рис, грибы), ртутные лампы, косметика и краски для волос (в некоторых странах — свинец, кадмий), определённые традиционные лекарства или игрушки; объяснена возможность попадания через пищу, питьевую воду, воздух, кожу, максимально даётся 3 балла.

5. Способности других позвоночных к выживанию. Приведены не менее 3 видов других позвоночных (рыба-двухзуб, *Ambystoma mexicanum* (аксолотль), бурые крысы, почвенные амфибии, некоторые морские птицы) с пояснением физиологических или биохимических механизмов устойчивости: металлотионеины, специализированные пути детоксикации,

уникальные варианты метаболизма, строение почек и выделительных систем, барьеры поступления токсикантов; объяснено, что устойчивость эволюционно связана с экспозицией, максимально дается 3 балла.

6. Логика, структура, терминология: ответы чётко структурированы по пунктам, используются специфические термины (биомагнификация, металлотioneины, нефротоксичность, трофический уровень, детоксикация), логика прозрачна, причинно-следственные связи не нарушены, правильное изложение материала – могут принести 2 балла. Всего 20 баллов.

Задание 4

Пациент после травмы головы не может двигать правой рукой и ногой. При этом чувствительность в них сохранена. Речь не нарушена.

- 1) В каком полушарии головного мозга наиболее вероятно произошло повреждение? Почему?*
- 2) Какая конкретная структура мозга (например, область коры) могла пострадать?*
- 3) Почему чувствительность сохранилась? Какие проводящие пути, вероятно, не повреждены?*

За правильные анатомические ориентиры: указано правильно левое полушарие, локализация повреждения в первичной моторной коре головного мозга, указаны правильно проводящие пути от головного мозга к мотонейронам, объяснено, почему при потере способности к движению правой и левой конечностями остаётся сохранной сенсорная чувствительность данных конечностей. Полный ответ – 20 баллов. Если анатомические структуры названы верно, но отсутствует описание о перекрёсте проводящих путей и недостаточно аргументировано объяснение о сохранении чувствительности неподвижных конечностей – 13 баллов за ответ; если только названы анатомические структуры без обсуждения причин такого результата – 5 баллов. Максимальный балл – 20.

Задание 5

Гулять босиком по траве очень приятно до тех пор, пока не наступишь на что-то крайне колючее или жгучее. В средней полосе России произрастает немало растений, прикосновение к которым голой кожей может вызвать крайне болезненные ощущения, а,

иногда, даже опасное для жизни состояние. Пример растения только неприятного – крапива.

1) Назовите примеры растений средне опасных и крайне опасных для прикосновения.

2) Опишите, чем отличаются механизмы их воздействия на человека.

За знание ядовитых растений, за 3-4 примера средней опасности (например, лютик жгучий, ясенец, волчегородник, ландыш, наперстянка, вороний глаз, погребок ушколистный), 2–3 крайне опасных (борщевик Сосновского, аконит/борец, болиголов пятнистый, вех ядовитый, белладонна) с указанием конкретного опасного эффекта воздействия на человека (жжение, дерматит, отек, возможная системная интоксикация, паралич, судороги, остановка дыхания...) максимально выставляется максимум 12 баллов. За четкие различия механизмов действия для средне опасных растений (например, ясенец, лютики, волчегородник): раздражающие эфирные масла, сапонины, гликозиды, фоточувствительные соединения, вызывающие дерматит, местные ожоги, аллергии; травмы острыми особыми структурами (например, клубни, иголки с раздражающим соком), для крайне опасных (борщевик, аконит, болиголов, вех): сложные яды, алкалоиды и токсины, проникающие через кожу или микротравмы, вызывающие тяжелые системные эффекты (паралич дыхания, судороги, фотоактивация дерматитов, резкое падение давления); некоторые — сочетание местных и системных эффектов – максимум 6 баллов. Дополнительные 2 балла выставляется за структуру ответа: ответ разбит на логичные разделы, корректная терминология (алкалоиды, фототоксичность, дерматит, системная интоксикация, раздражающие гликозиды); признаки местного и системного действия описаны без ошибок. Максимально 20 баллов.