

Country Code: \_\_\_\_\_

Student Code: \_\_\_\_\_

# **21 МЕЖДУНАРОДНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА**

**11 – 18 июля 2010 года**

**Чангвон, КОРЕЯ**



**ПРАКТИЧЕСКИЙ ТЕСТ 2  
ФИЗИОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ**

Общее количество баллов: 49

Продолжительность: 90 минут

Дорогие участники,

☯ В этом тесте вам предоставляются следующие 2 задания:

**Задание I: Ответ коры головного мозга крысы на возбуждение кожи**  
(25 баллов)

**Задание II: Анатомия паука** (24 балла)

☯ Вписывайте ваши результаты и ответы в Лист Ответов. **Ответы, вписанные в текст задания с вопросами, рассматриваться не будут.**

☯ Убедитесь, пожалуйста, что вам предоставлены все необходимые материалы для каждого задания. При отсутствии какого-либо предмета поднимите, пожалуйста, руку.

☯ Если у вас возникли проблемы с компьютером, поднимите руку.

☯ Прекратите давать ответы и отложите ваш карандаш **немедленно** после заключительного звонка. Наблюдатель соберет задания с вопросами и Лист Ответов.

**Примечание:** Все животные, изображенные на рисунках, содержались и описанные эксперименты проводились соответственно требованиям руководящих документов НИИ по содержанию животных в научно-исследовательских учреждениях и их использованию для научных исследований.

Желаем удачи!!

## ФИЗИОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ

Этот практический тест состоит из 2 заданий.

### ЗАДАНИЕ I. (25 баллов) Ответ коры головного мозга крысы на возбуждение кожи

**Приветствуем вас в электрофизиологической лаборатории!**

Сегодня вы будете изучать одну из закономерностей работы мозга. Этот тест состоит из 4 частей: одного вводного раздела по проведению электрофизиологических экспериментов и трех экспериментальных частей. Вам необходимо будет ответить в общей сложности на 15 вопросов, проведя анализ данных, представленных на дисплее.

Домашняя страница на дисплее ноутбука показывает инструменты и оборудование, используемые в электрофизиологической лаборатории.

Нажмите  над фотографией

Первичная соматосенсорная (S1) кора получает тактильную информацию от определенных участков поверхности тела. Эти специализированные чувствительные области мозга человека показаны на рисунке (**Fig. 1**). В результате этих экспериментов должны быть прокартированы определенные участки в пределах участка коры S1 (**Fig. 2**) у крысы.

Нажмите  или 

## 1. Исходная информация

### 1.1 Иммобилизация черепа со вскрытием мозга

Для придания черепу неподвижности использовался стереотаксический прибор (**Fig. 3**). С его помощью черепу придается горизонтальное положение (**Fig. 4**). После снятия кожи в черепе было просверлено отверстие над участком S1 и в мозг был введен записывающий электрод (*красная двигающаяся игла*) (**Fig. 5**). Для погружения электрода от поверхности мозга вглубь ткани (25 мкм/шаг) было использован микроманипулятор (**Fig. 6**).

Нажмите  или 

### 1.2 Нейронный ответ S1 на возбуждение кожи

Кожу крысы можно стимулировать как механически, палочкой с ваткой на конце, так и электрически, при помощи электрода. После электрического возбуждения пальца передней конечности (**Fig. 7**; *белая двигающаяся стрелка*) была записана активность нейрона S1 при помощи электрода (**Fig. 7**; *красная двигающаяся игла*). При помощи осциллоскопа (**Fig. 8**) активность нейрона S1 может быть визуализирована (**Fig. 9**).

Нажмите  или 

### 1.3 Гистограмма ответа на раздражение

Если нейрон S1 отвечает за восприятие раздражения части тела, эта часть тела находится внутри рецептивного (воспринимающего) поля (RF) нейрона; нейрон не показывает никакого ответа на раздражение частей тела вне этого специфического поля RF.

При помощи усилителя (**Fig. 10**) и анализатора (**Fig. 11**) могут быть записаны активности многих нейронов S1, находящихся рядом с электродом (**Fig. 12**; *левая часть*). Затем могут быть определены активности отдельных нейронов (**Fig. 12**; *пики на правой части рисунка*). Для количественного определения ответов нейронов S1, раздражение части тела было повторено в течение определенного периода времени и потенциалы действия были записаны в виде гистограммы (**Fig. 13**). На гистограмме на оси X обозначено время (ms) перед (-), в момент (0), и после (+) раздражения. Ось Y показывает среднюю частоту срабатывания (Hz) записываемого нейрона.

Нажмите



или



## 2. Нейронный ответ S1 на раздражение пальца передней конечности

### 2.1. Участок пальца передней конечности в S1

Для обозначения местоположения записывающего электрода оси координат x-y были нанесены на череп (**Fig. 14**). Место соединений трех костей (брегма) является точкой начала (0, 0) системы координат. Предварительные исследования показали, что точка (0.3, 4.3) (**Fig. 15**) является одной из точек, отвечающей на стимуляцию 2-го пальца передней конечности (**Fig. 16**).

Нажмите



или



### 2.2. Механическая стимуляция

Для установления общих границ области S1, отвечающей на стимуляцию специфического участка кожи, лучше провести вначале механическую стимуляцию перед электрической стимуляцией. Записывающий электрод был расположен в координатах (0.3, 4.3) и погружался постепенно по 25μм/шаг (**Fig. 17**; *краснаядвигающаяся игла*). Реакция на механическую стимуляцию второго пальца передней конечности следующая:

Таблица 2-2

Рисунок	Глубина погружения электрода (количество шагов)	Площадь стимуляции кожи	Ответ S1 на раздражение кожи	Реакция S1 на движение в суставе
18	0-30	Широкая	Слабый	нет
19	31-48	Узкая	Сильный	нет
20	49-60	Широкая	Слабый	сильная

Нажмите



или



### 2.3 Электрическая стимуляция

Стимулирующий электрод был введен во 2 палец передней конечности, тогда как регистрирующий электрод внедрен в S1. Расстояние между стимулирующим и записывающим электродами составляет 12 см. Реакция нейрона S1 на слабое и сильное раздражение показана в Таблице 2.3. и На рисунках 21 и 22. (Обратите внимание на всплывающую гистограмму в нижней части экрана). Наведите курсор на номера 21 и 22.

Таблица 2.3

Действие	Раздражение 2-го пальца передней конечности	Ответ нейрона S1
Курсор на 21	слабое (0,1 мА)	Нет выраженного пика
Курсор на 22	сильное (2 мА)	Один выраженный пик

**Q1.** (1 балл) Основываясь на результатах механического и электрического раздражения, определите, какое из следующих утверждений является правильным?

- A. Наиболее сильная реакция на механическое раздражение наблюдается в нейронах на глубине 0,5-0,75 мм от поверхности.
- B. Нейроны на глубине 0,775-1,2 мм отвечают самому маленькому участку кожи.
- C. Нейроны на глубине 0,775-1,5 мм отвечают только на прикосновение к коже.
- D. Толщина коры S1 меньше 1мм.
- E. Частота срабатывания нейронов (Hz) S1 не коррелирует с интенсивностью стимуляции.

**Q2.** (1 балл) Вычислите минимальную (p) и максимальную (q) скорости (**размерность: м/сек**) передачи информации от пальца к S1.

**Q3.** (1 балл) Чему равняется **чистое возрастание (нетто возрастание)** средней частоты срабатывания ( $\bar{x}$ ) нейронов (Hz) в период времени 6-15 мсек после сильного (2мА) раздражения?

2.4. Ответ на действие антагониста гамма-аминомасляной кислоты - (GABA)

GABA – это один из важных нейротрансмиттеров в мозге. Реакция нейрона S1 на сильное и слабое раздражение после локального воздействия антагониста GABA (т.е. ингибитора действия GABA) на кору S1 показаны в Таблице 2.4. и на Рисунках .23 или 24. (*Обратите внимание на гистограмму в нижней части страницы*).

Таблица 2.4

Действие	Раздражение 2-го пальца передней конечности	Ответ нейрона S1
Курсор на 23	слабое (0,1 мА)	Нет выраженного пика
Курсор на 24	сильное (2 мА)	Два выраженных пика

**Q4.** (2 балла) Основываясь на результатах, полученных до и после применения антагониста, определите, какое из утверждений является правильным?

- A. **Чистое возрастание** средней частоты срабатывания нейронов (Hz) первого пика на гистограмме 24 примерно 2,14 раза выше пика на гистограмме 22.
- B. После применения антагониста средняя частота срабатывания нейронов (Hz) всегда возрастает независимо от интенсивности раздражения.
- C. Антагонист GABA ингибирует возбуждающую синаптическую активность S1.
- D. Основываясь на гистограмме 24, **чистое возрастание** средней частоты срабатывания нейронов (Hz) для первого пика в 4,5 раза, чем второго пика.
- E. Второй пик на гистограмме 24 не связан с обработкой в S1 сигнала от кожи пальца.

Нажмите



или



### 3. Нейронный ответ S1 на раздражение пальца задней ноги

#### 3.1 Электрическая стимуляция

Ранее проведенные исследования показали, что точка с координатами (-1.0, 2.5) является точкой, реагирующей на раздражение пальца задней конечности (**Fig. 25**).

Записывающий электрод опускался постепенно (25μм/шаг) вглубь мозга. Была записана реакция нейронов в трех положениях по вертикальному направлению (**a=25 шагов, b=41 шаг, c=52 шага**)(**Fig. 26**).

После приложения сильного электрического раздражения (2мА) ко 2-му, 3-му и 4-му пальцам задней конечности были записаны ответы трех нейронов (**Fig. 27**) в точках **a, b и c** (**Fig. 29**).



### 3.2 Ответ на местное обезболивание

Местное обезболивающее лекарство (локальный анестетик), нанесенное на **3-ий** палец задней конечности (**Fig. 28, серый цвет**), вызвало потерю чувствительности в течение 2 минут и этот эффект сохранялся в течение 30 минут. После этого наблюдалось постепенное восстановление чувствительности. Эффект лекарства полностью исчезал через 60 минут после применения. Если через 40 минут после применения лекарства воздействовали сильной (2мА) электрической стимуляцией, то ответ трех нейронов изменялся (**Fig. 30**).

**Q5.** (1 балл) Основываясь на реакции нейронов перед обезболиванием (**Fig. 29**), выберите правильное утверждение.

Вариант	Нейроны	Сильная или длинная реакция	Слабая или короткая реакция
A	Точки <b>a, b</b> и <b>c</b>	<b>2-ой</b> палец	<b>3-ий</b> палец
B	Точки <b>a, b</b> и <b>c</b>	<b>4-ый</b> палец	<b>3-ий</b> палец
C	Точка <b>b</b>	<b>4-ый</b> палец	<b>2-ой</b> палец
D	При раздражении 3-го пальца, нейроны, локализованные в точках <b>a</b> и <b>c</b> показывают более длительную продолжительность ответа, чем нейроны в точке <b>b</b> .		
E	Точка <b>a</b>	<b>4-ый</b> палец	Другие пальцы

**Q6.** (1 балл) Основываясь на ответе нейронов перед обезболиванием (**Fig. 29**), выберите правильное утверждение.

- A. Все три нейрона отвечают на раздражение **4-го** пальца.
- B. Только один из нейронов S1 отвечает на раздражение одного пальца.
- C. Нейроны в точке **a** отвечают на раздражение большего числа пальцев задней конечности, чем нейроны в точке **b**.
- D. Нейроны в точке **c** отвечают на раздражение большего числа пальцев задней конечности, чем нейроны в точке **b**.
- E. Все три нейрона получают сходящуюся сенсорную информацию от двух или более пальцев.

**Q7.** (1 балл) Основываясь на ответах, демонстрируемых нейронами во всех трех точках на **Figs. 29 и 30**, выберите неправильное утверждение.

Вариант	Место раздражения	Время регистрации ответа	Сила ответа
A	2 палец	Через 40 мин. после обработки лекарством	возрастает
B	3 палец	Через 40 мин. после обработки лекарством	уменьшается
C	4 палец	Через 40 мин. после обработки лекарством	возрастает
D	2 и 4 палец	Перед и после обработки лекарством	Больше у 4-го пальца, чем у 2-го пальца
E	Нейрон, не реагирующий на определенные раздражители, может отвечать на них при других условиях		

**Q8.** (2 балла) Основываясь на ответах после обезболивания (**Fig. 30**), выберите подходящий вывод.

- A. Лекарство поступает в кровь и переносится в S1.
- B. Лекарство изменяет структуру отростков (ветвей) периферических нервов.
- C. Нейронный ответ не изменяется после локального обезболивания.
- D. Лекарство вызывает обратимые временные изменения в нейронных синапсах S1.
- E. Изменение в ответе после обезболивания вызвано синтезированными заново белками внутри S1.

Нажмите



или



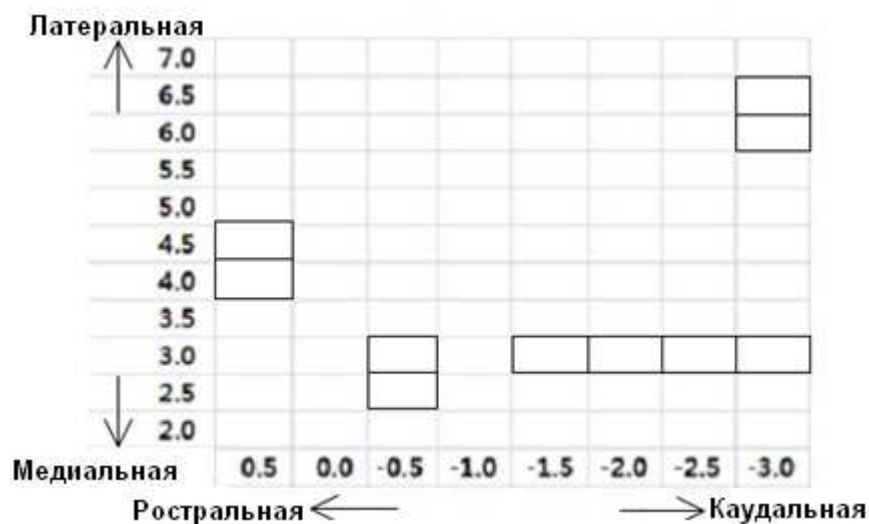
#### 4. Картирование тела в области коры S1

##### 4.1 Нормальная карта в S1

В результате повторения процессов раздражения и записи была получена нормальная карта тела в S1 (**Fig. 31**) (**Примечание:** электрод двигали по оси x или y на расстояние 0,5 мм). Если подвести курсор к каждому из символов (○, ●, ▲, □), то в сноске появляются *сокращения* для соответствующих частей тела и одновременно внизу появляется адекватное расположение соответствующих частей тела. Следующая таблица предоставляет анатомические термины для каждого сокращения, использованного на рисунке.

	Сокращение	
передняя конечность	<b>fl</b>	Передняя конечность
	<b>fp</b>	Передняя лапа (кисть)
	<b>fpd 1-5</b>	Пальцы 1-5 передней лапы
	<b>fm</b>	Мышца передней конечности
задняя конечность	<b>hl</b>	Задняя конечность
	<b>hp</b>	Задняя лапа (стопа)
	<b>hpd 1-5</b>	Пальцы 1-5 задней лапы
	<b>hm</b>	Мышца задней конечности
туловище	<b>t</b>	туловище
вибрисса	<b>mv</b>	Мистациальная (mystacial) вибрисса (большие вибриссы на щеках)
	<b>rv</b>	Ростральная (rostral) вибрисса (маленькие вибриссы на носу)

**Q9.** (5 баллов =  $0.5 \times 10$ ) Найдите следующие точки ( $n=10$ ) из рисунка **Fig. 31** и запишите **сокращения** для участков поверхности тела в пустые клетки в листе ответов (*т.е. в те квадратики, которые выделены на экране жирным*).



**Q10.** (1балл) Основываясь на ответах на вопрос **Q9**, какое из следующих утверждений правильное?

- A. Область **fpd4** является медиальной по отношению к области **fpd2**.
- B. Область **hpd2** является медиальной по отношению к области **hpd4**.
- C. Область **fl** является ростральной по отношению к области **hp**.
- D. Область **fl** является каудальной по отношению к области **t**.
- E. Область **mvB2** является латеральной по отношению к области **mvA3**.

**Q11.** (1 балл) Основываясь на нормальной карте S1, какое из следующих утверждений является правильным?

Выбор	Меньшая область	Большая область
A	Передняя конечность ( <b>fl + fp + fpd + fm</b> )	Задняя конечность ( <b>hl + hp + hpd + hm</b> )
B	Передняя конечность ( <b>fl + fp + fpd + fm</b> )	Туловище ( <b>t</b> )
C	Задняя конечность ( <b>hl + hp + hpd + hm</b> )	Туловище ( <b>t</b> )
D	Мистациальная вибрисса ( <b>mv</b> )	Ростральная вибрисса ( <b>rv</b> )
E	Передняя конечность ( <b>fl + fp + fpd + fm</b> )	Вибриссы ( <b>mv + rv</b> )

**Q12.** (1 балл =  $0.5 \times 2$ ) В области коры, соответствующей задней конечности, нейроны S1, получающие сенсорную информацию, перекрываются с моторными нейронами, вызывающими сокращение мышц. Найдите координату (**размерность: mm**) которая подтверждает это наблюдение.

Нажмите  или 

#### 4.2 Изменение в S1 карте тела после ампутации пальца

Путем уменьшения расстояния между точками регистрации (**Примечание:** электрод перемещали по оси x или y на расстояние 0,2 мм) может быть создана более точная карта области задней конечности (**Fig. 32**). Была проведена операция по ампутации 4-го пальца задней ноги. Через 4 недели после ампутации пальца была получена новая карта тела (**Fig. 33**).

**Q13.** (4 балла =  $0.5 \times 8$ ) Поместите курсор на соответствующие точки на рисунках **Figs. 32** и **33** и отметьте, отличается ли ответ после ампутации от нормального ответа. Для точек, в которых произошли изменения, внесите в соответствующие клетки таблицы сокращения для номеров пальцев (т.е. *заполните клетки, показанные на экране*) (вы должны заполнить по **4** клетки в каждой таблице, всего в **8** клеток).

<b>Норма</b>				
латеральный				
2.8				
2.6				
2.4				
2.2				
(mm)	-0.6	-0.8	-1.0	-1.2
				→ каудальный

<b>hpd4 ампутирована</b>				
латеральный				
2.8				
2.6				
2.4				
2.2				
(mm)	-0.6	-0.8	-1.0	-1.2
				→ каудальный

**Q14.** (1 балл) Какие изменения произошли в карте тела в S1 после ампутации пальца?

Вариант	Нейроны, активируемые	Приобрели чувствительность к
A	hpd3	hpd2
B	hpd3	hpd2 или hpd5
C	hpd4	hpd2
D	hpd4	hpd3 или hpd5
E	hpd5	hpd2 или hpd3

Нажмите



или



#### 4.3 Биохимические и гистологические изменения после ампутации пальца

##### (1) Биохимические изменения (**Fig. 34**)

Глутамат является возбуждающим нейротрансмиттером. Для исследования молекулярных основ реорганизации S1 карты тела после ампутации были прослежены изменения количества рецепторов глутамата и GABA в ткани S1 в течение длительного периода времени. Количество рецепторов глутамата (*зеленая кривая*) возросло на 250% по сравнению с контролем (*пунктирная линия*) через 1 неделю после ампутации 4-го пальца, тогда как количество рецепторов GABA (*голубая кривая*) возросло до 180% по сравнению с контролем через 4 недели после ампутации.

##### (2) Гистологические изменения (**Fig. 35**)

На поперечных срезах ткани S1, локализация рецепторов глутамата или GABA на поверхности нейрона может быть визуализирована с использованием антител против этих рецепторов. Окраска поверхности клеток S1 (звездочки) с использованием иммунной метки показывает, что количество рецепторов глутамата (стрелки **a** и **c**) увеличивается через неделю после ампутации, тогда как количество рецепторов GABA (стрелки **b** и **d**) возрастает через 4 недели после ампутации.

**Q15.** (2 балла) Основываясь на рисунках **Figs. 33, 34 и 35**, выберите неправильное утверждение.

- A. Возрастание нейронной возбудимости наблюдалось через 1 неделю после ампутации.
- B. Возрастание нейронного ингибирования наблюдалось через 4 недели после ампутации.
- C. В нормальном состоянии S1 карта тела поддерживается за счет баланса между входящей возбуждающей активностью и локальным ингибированием внутри коры.
- D. В течение 1-4 недель после ампутации всегда поддерживался баланс между входящей возбуждающей активностью и локальным ингибированием.
- E. Электрофизиологические изменения через 4 недели после ампутации сопровождаются биохимическими и гистологическими изменениями ткани S1

Надеемся, вы заинтересовались нейрофизиологией.

Нажмите



Займитесь препарированием паука и превратитесь в Человека-Паука!

## **ЗАДАНИЕ II. (24 балла) Анатомия паука**

**Предостережение:** Действуйте аккуратно, поскольку каждому студенту предоставляется только **один** паук.

Примите во внимание, что сосуды для органов подписаны **по-английски** VENOM GLAND (ядовитая железа), SILK GLAND (шелковая железа), HEART (сердце) и BOOK LUNG (книжные легкие или легочные мешки).

**Это задание состоит из 2 частей.**

### **Часть I. (14 баллов) Исследование головогруды паука.**

**Q16.** И пауки, и насекомые относятся к типу Членистоногие. У этих животных имеются два типа глаз, сложные и простые (ocelli). Рассмотрите внимательно паука и дайте ответ на следующие вопросы.

**Q16.1.** (2 балла) Запишите типы и общее количество глаз у паука.

**Q16.2.** (2 балла) Обычно глаза собраны на голове паука в виде двух отдельных рядов, т.е. переднего и заднего. В каждом ряду внутренняя пара глаз обозначается как медиальная, тогда как внешняя пара обозначается как латеральная (Таблица 1). Таким образом, положение глаза определяется двумя анатомическими терминами: передний или задний и медиальный или латеральный. Рассмотрите паука и **нарисуйте** относительное расположение глаз в листе ответов. **Пометьте** нарисованные глаза специфическими **кодами**, представленными в Таблице 2.



Таблица 1. Термины для обозначения анатомического положения

Переднее	Находящееся недалеко от головы или по направлению к голове
Заднее	Противоположное переднему
Медиальное	Ближе к средней линии
Латеральное	Дальше от средней линии

Таблица 2. Кодировка глаз паука

Код	Названия глаз паука
AME	Передний медиальный глаз
ALE	Передний латеральный глаз
PME	Задний медиальный глаз
PLE	Задний латеральный глаз

**Q17.** Пауки могут быть разделены по положению коготков хелицер на две подгруппы.

Рассмотрите движение коготков паука при помощи пинцета под микроскопом.

Затем дайте ответы на следующие вопросы.

**Q17.1.** (1 балл) Какое направление движения коготков при захвате добычи?

A	Сверху вниз
B	Снизу вверх
C	Изнутри наружу
D	С боков к центру
E	От центра в стороны

**Q17.2.** (1 балл) Коготки определенным образом соединены с хелицерами. Какого типа это соединения?

A	Плоский сустав
B	Шарнирный сустав
C	Блоковидный сустав
D	Седловидный сустав
E	Шаровой сустав

**Q18.** (1 балл) Как и у всех членистоногих, у пауков сегментированное тело с членистыми конечностями. Голова состоит из нескольких сегментов, слившихся во время развития. Как у всех хелицеровых, тело пауков состоит из двух отделов – головогруди и брюшка (Рисунок 1).

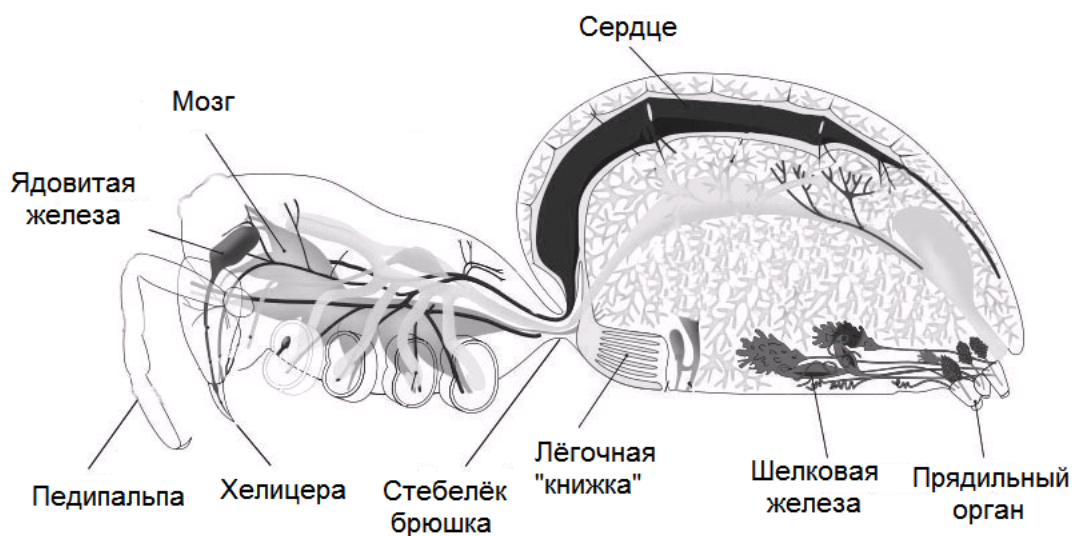


Рисунок 1. Схема строения паука

Что из следующего (1~4) правильно представляет дифференциацию сегментов головогруди у пауков по сравнению с трилобитами, ископаемыми хелицеровыми?

Глаз	Глаз	Глаз	Глаз	Глаз
А	С	Р	А	А
Л	Р	С	С	Р
Л	Л	Л	Р	С
Л	Л	Л	Л	Л
Л	Л	Л	Л	Л
Л	Л	Л	Л	Л
Л	Л	Л	Л	Л
Тело	Тело	Тело	Тело	Тело
Трилобит	1	22	33	44

<Сокращения>

А: Антенна, С: Хелицера, Л: Нога, Р: Педипальпа

**Предостережение:** С этого момента вы приступаете к выделению внутренних органов (ядовитых желез, шелковой железы, сердца и книжных легких) паука. Вам необходимо предотвратить высыхание выделенных органов при помощи предоставленного вам раствора Рингера, так как оценка будет проводиться по правильности и целостности препарата. За повреждение органа или за то, что орган не будет выделен целиком, будут вычитаться баллы.

**Q19.** У большинства пауков имеется яд, который впрыскивается в жертву через коготки хелицер. У пауков имеется пара ядовитых желез, расположенных либо в хелицерах, либо в передней части головогруди (посмотрите на схему строения паука на Рисунке 1). Ядовитая железа состоит из наружного мышечного слоя, выстилающего внутреннего секретирующего слоя и выводного протока. Найдите ядовитую железу у предоставленного паука.

**Q19.1.** (2 балла) Выделите пару ядовитых желез из тела паука. После проведения исследования под микроскопом поместите образец в сосуд, подписанный VENOM GLAND. Отделения ядовитых желез от хелицер не требуется.

**Q19.2.** (1 балл) Рассмотрите под микроскопом внешний мышечный слой ядовитой железы. Какое направление имеет ориентация мышц?

A	Продольное направление
B	Круговое направление
C	Спиральное направление
D	Билатеральное направление
E	Нерегулярное направление

**Q20.** (2 балла). У большинства пауков каждая нога состоит из нескольких сегментов и на конце последнего сегмента находятся коготки. Отделите 1-ю и 2-ую ноги от тела паука. Подсчитайте при помощи микроскопа число сегментов и коготков на каждой ноге. Внесите ваши результаты в лист ответов.

**Q21.** У многих видов пауков существует половой диморфизм. У половозрелого самца паука последний сегмент педипальп развивается в сложную структуру, используемую для переноса спермы в самку при спаривании. Эта структура настолько увеличивает эту конечность самца, что ее часто называют боксерской перчаткой.

**Q21.1.** (1 балл) Рассмотрите внешнее строение предоставленного паука и определите его пол.

**Q21.2.** (1 балл) Педипальпы пауков также сегментированы, как и ноги. Определите при помощи микроскопа число сегментов и коготков каждой педипальпы.

**Часть II. (10 баллов) Исследование брюшка паука.**

**Q22.** (1 балл) Головогрудь и брюшко паука соединены тонкой перетяжкой, называемой стебельком или талией, позволяющей брюшку двигаться во всех направлениях (посмотрите на схематическое изображение паука на Рисунке 1).

Какая из систем органов не проходит через стебелек?

A	Нервная система
B	Дыхательная система
C	Кровеносная система
D	Пищеварительная система
E	Система покровов тела

**Q23.** У паука орган образования шелка находится на конце нижней части брюшка. Этот орган состоит из трех пар желез прядильного аппарата. Обычно они расположены в виде двух рядов, переднего и заднего. Анатомически внутренняя пара прядильных желез (паутинных бородавок) называется медиальной, а внешняя пара - латеральной (Таблица 3). Соответственно, положение паутинных бородавок описывается с использованием этих двух терминов.

**Q23.1.** (1 балл) Сравните внешнее строение прядильного аппарата предоставленного вам паука с рисунком в листе ответов. Подпишите каждую из указанных паутинных бородавок в листе ответов, используя коды из Таблицы 3.

Таблица 3. Паутинные бородавки паука

Код	Положение паутинной бородавки
A	Переднее
AM	Переднее медиальное
AL	Переднее латеральное
P	Заднее
PM	Заднее медиальное
PL	Заднее латеральное

**Q23.2.** (1 балл) Идентифицируйте под микроскопом структуру, расположенную сзади от прядильного аппарата.

A	Анус
B	Сперматека
C	Дыхальце
D	Копулятивный орган
E	Прядильный аппарат

**Q24.** Пауки образуют шелковыми железами разные виды шелковых нитей. У предоставленного образца имеется семь видов желез, каждая из которых образует различный вид шелка (Таблица 4).

Таблица 4. Шелковые железы паука

Код шелковой железы	Количество пар	Связь с паутинными бородавками
A	множество	средняя и задняя
B	2	задняя
C	1	задняя
D	1	передняя
E	1	средняя
F	множество	передняя
G	3	средняя (1) и задняя (2)

**Q24.1.** (1 балл) Канатный шелк образуется самой большой шелковой железой этого паука (Рисунок 2). Найдите самую большую шелковую железу и внесите код из Таблицы 4 в лист ответов.



Рисунок 2. Шелковая железа, выделяющая «канатный» шелк

- Q24.2.** (2 балла) Выделите одну из шелковых желез этого паука, выделяющую «канатный» шелк. После препарирования шелковой железы поместите орган в сосуд, подписанный SILK GLAND.
- Q25.** (2 балла) Основываясь на Рисунке 1, вырежьте сердечную трубку из брюшка и поместите орган в сосуд, подписанный HEART.
- Q26.** (2 балла) Основываясь на Рисунке 1, идентифицируйте книжные легкие и выделите полностью одно легкое и поместите его в сосуд, подписанный BOOK LUNG.