Анатомия позвоночных (сравнительная)

Кодификатор ЕГЭ: 4.5 · Линии ЕГЭ: 9-11, 20, 23-25 · kursteam.ru/teoriya/zoologiya/anatomiya-pozvonochnyh

КОРОТКО

- Сердце позвоночных усложняется в ряду: две камеры и один круг у рыб - три камеры и два круга у земноводных - неполная перегородка у пресмыкающихся - четыре камеры у птиц и млекопитающих.
- Органы дыхания: жабры у рыб - мешковидные лёгкие и кожа у земноводных - ячеистые лёгкие у рептилий - губчатые лёгкие с воздушными мешками у птиц - альвеолярные лёгкие с диафрагмой у млекопитающих.
- Почки: туловищные (первичные) у рыб и земноводных, тазовые (вторичные) с обратным всасыванием воды - у рептилий, птиц и млекопитающих.
- Анамнии (рыбы, земноводные) размножаются в воде, их зародыш без оболочек; амниоты (рептилии, птицы, млекопитающие) развиваются в амнионе и с водой не связаны.
- Ведущий отдел мозга у рыб и земноводных - средний; у рептилий появляются зачатки коры, у млекопитающих кора покрывает полушария и образует извилины.

Это сквозная тема: вместо строения одного класса ЕГЭ любит спрашивать, **как изменялась каждая система органов** от рыб к млекопитающим. Здесь собраны все сравнительные таблицы; подробности о каждом классе - в статьях «Рыбы», «Земноводные», «Пресмыкающиеся», «Птицы» и «Млекопитающие».

Анамнии и амниоты

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Анамнии

Первичноводные позвоночные без зародышевых оболочек: рыбы и земноводные. Их размножение и развитие связаны с водой.

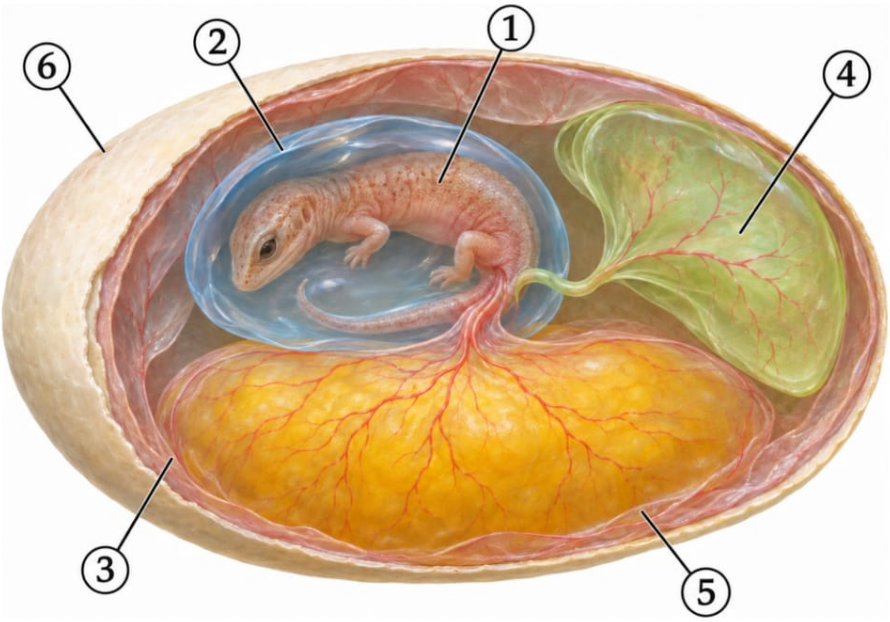
ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Амниоты

Позвоночные, зародыш которых развивается внутри зародышевых оболочек (амниона и других): пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие. Их размножение от водоёма не зависит.

Признак	Анамнии (рыбы, земноводные)	Амниоты (рептилии, птицы, млекопитающие)
Зародышевые оболочки	нет	есть (амнион, хорион, аллантоис)
Кожа	тонкая, со слизью, участвует в дыхании и газообмене	сухая, ороговевшая, защищает от высыхания
Дыхание взрослых	жабры или лёгкие и кожа	только лёгкие
Почки	туловищные (первичные), без экономии воды	тазовые (вторичные), с обратным всасыванием воды

Оплодотворение	наружное	внутреннее
Развитие	в воде, с метаморфозом	прямое, в яйце или в матке



1 - Зародыш

2 - Амнион - полость с жидкостью, водная среда для зародыша

3 - Хорион - наружная оболочка: защита и газообмен

4 - Аллантоис - «мочевой пузырь» зародыша, участвует в дыхании

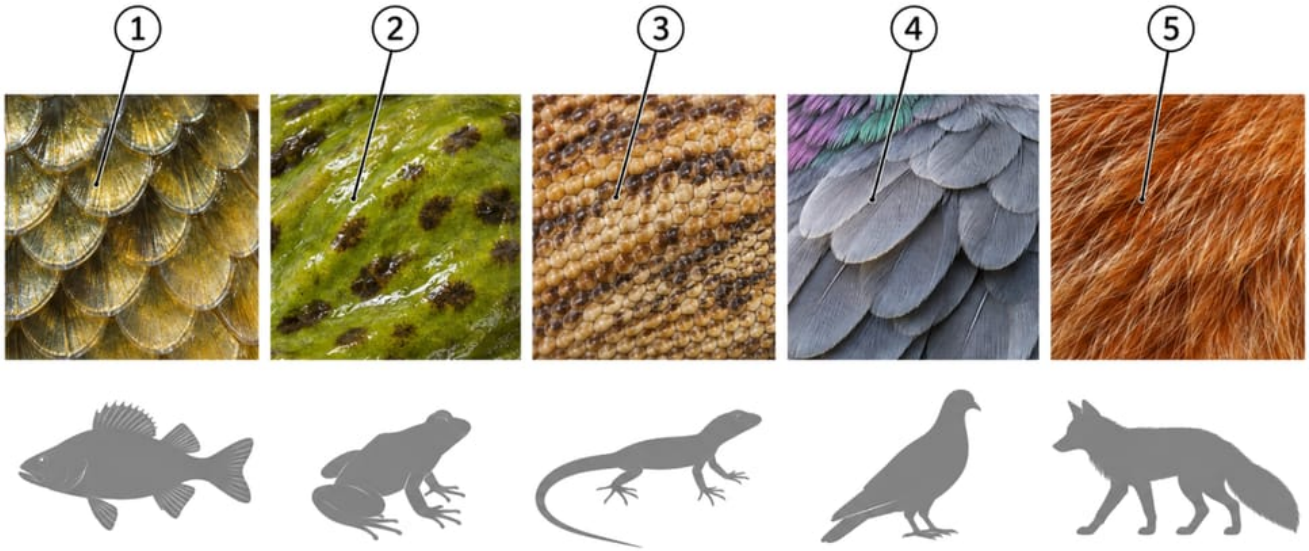
5 - Желточный мешок - запас питательных веществ

6 - Скорлупа - защита от высыхания и микробов

Зародышевые оболочки амниот - «личный водоём» зародыша на суше.

Покровы и скелет

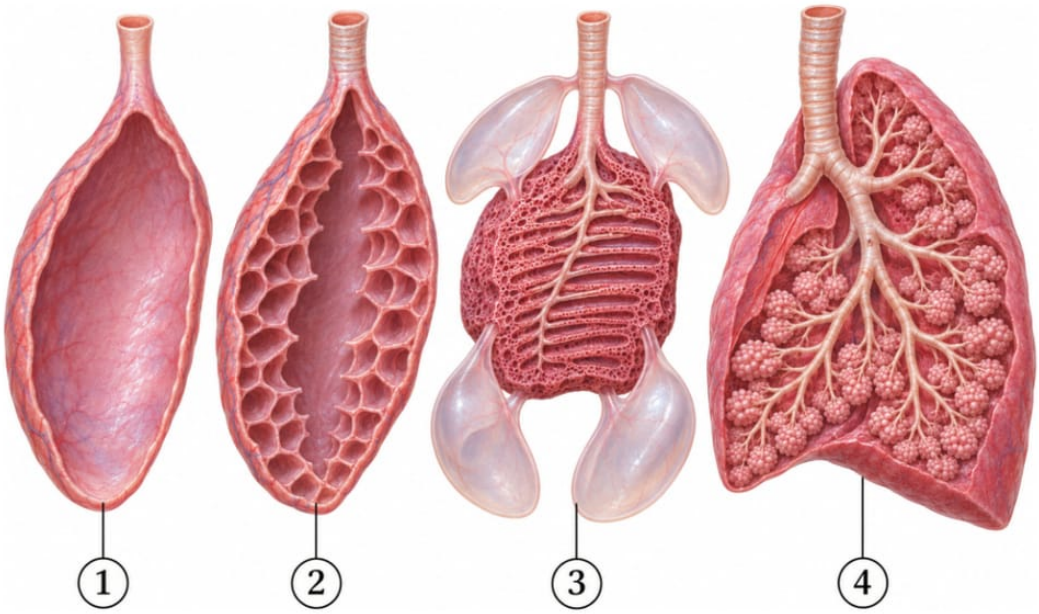
Класс	Покровы	Отделы позвоночника
Рыбы	кожа с чешуёй и слизью	туловищный, хвостовой
Земноводные	голая кожа со слизью, участвует в дыхании	шейный (1 позвонок), туловищный, крестцовый (1), хвостовой; у бесхвостых рёбер и грудной клетки нет
Пресмыкающиеся	сухая кожа с роговыми чешуями, линяют	шейный (много позвонков - подвижная шея), грудной, поясничный, крестцовый, хвостовой; появляется грудная клетка
Птицы	сухая кожа, перья; из желёз - только копчиковая	те же 5 отделов; кости срастаются: сложный крестец, вилочка, цевка; киль на грудине
Млекопитающие	кожа с волосами и железами (потовые, сальные, млечные)	5 отделов, в шейном - 7 позвонков; конечности под туловищем



1 - Костная чешуя рыбы, покрытая слизью
2 - Голая кожа земноводного со слизью
3 - Роговые чешуи на сухой коже пресмыкающегося
4 - Перьевой покров птицы
5 - Волосяной покров млекопитающего

Голая кожа земноводных участвует в дыхании, сухая ороговевшая кожа амниот защищает от высыхания.

Дыхательная система



1 - Земноводные: лёгкие - простые мешки; большую часть газообмена берёт на себя кожа
2 - Пресмыкающиеся: ячеистые лёгкие, появляются трахея и бронхи
3 - Птицы: губчатые лёгкие и воздушные мешки - двойное дыхание
4 - Млекопитающие: альвеолярные лёгкие, дышат с помощью диафрагмы

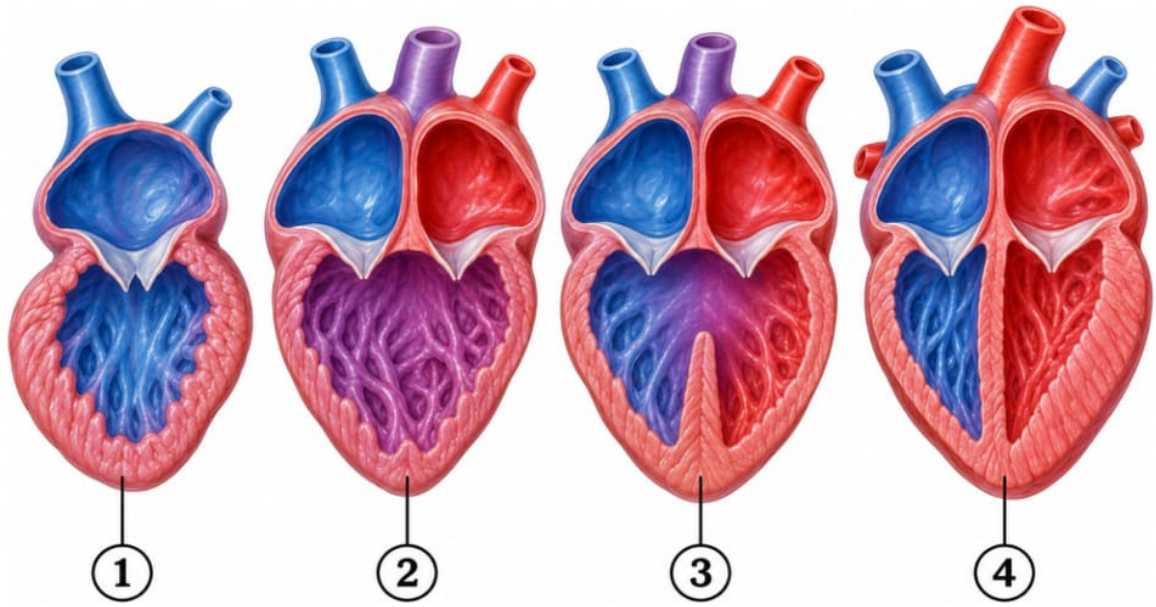
Чем больше складок и пузырьков, тем больше дыхательная поверхность.

Класс	Органы дыхания	Особенности
Рыбы	жабры (дуги, тычинки, лепестки)	ток воды через рот и жаберные щели

Земноводные	мешковидные лёгкие + кожа (большая часть газообмена)	трахеи и бронхов нет; воздух заглатывается движениями дна ротоглотки
Пресмыкающиеся	ячеистые лёгкие	трахея, бронхи; рёберное дыхание (грудная клетка)
Птицы	губчатые лёгкие + воздушные мешки	двойное дыхание: газообмен в лёгких на вдохе и на выдохе
Млекопитающие	альвеолярные лёгкие	огромная поверхность альвеол; вдох - межрёберные мышцы и диафрагма

Кровеносная система

Главная таблица темы: камеры сердца и круги кровообращения.



1 - Рыбы: предсердие и желудочек, кровь в сердце венозная, один круг

2 - Земноводные: два предсердия и желудочек, в желудочке кровь смешивается, два круга

3 - Пресмыкающиеся: неполная перегородка в желудочке - кровь смешивается частично

4 - Птицы и млекопитающие: четыре камеры, кровь не смешивается

Эволюция сердца: от двух камер к четырём. Синий цвет - венозная кровь, красный - артериальная, фиолетовый - смешанная.

Класс	Сердце	Круги	Кровь к органам	Температура тела
Рыбы	2 камеры: предсердие, желудочек; в сердце кровь венозная	1	артериальная (из жабр)	непостоянная
Земноводные	3 камеры; в желудочке кровь смешанная	2	смешанная	непостоянная
Пресмыкающиеся	3 камеры с неполной перегородкой в желудочке (у крокодилов 4 камеры); две дуги аорты	2	частично смешанная	непостоянная
Птицы	4 камеры; правая дуга аорты	2	артериальная	постоянная
Млекопитающие	4 камеры; левая дуга аорты	2	артериальная	постоянная

Путь крови у рыбы: желудочек - брюшная аорта - капилляры жабр (кровь становится артериальной) - спинная аорта - органы (кровь становится венозной) - вены - предсердие. У наземных классов появляется **малый (лёгочный) круг**: правая часть сердца - лёгкие - левая часть сердца.

Эритроциты у всех классов ядерные; **безъядерные эритроциты - только у млекопитающих**.

Выделительная система

Класс	Почки	Продукт выделения
Рыбы	туловищные (первичные), лентовидные	аммиак (у костных) - очень токсичен, но вода рядом
Земноводные	туловищные (первичные)	мочевина
Пресмыкающиеся	тазовые (вторичные), с обратным всасыванием воды	мочевая кислота
Птицы	тазовые; мочевого пузыря нет	мочевая кислота
Млекопитающие	тазовые; есть мочевой пузырь	мочевина

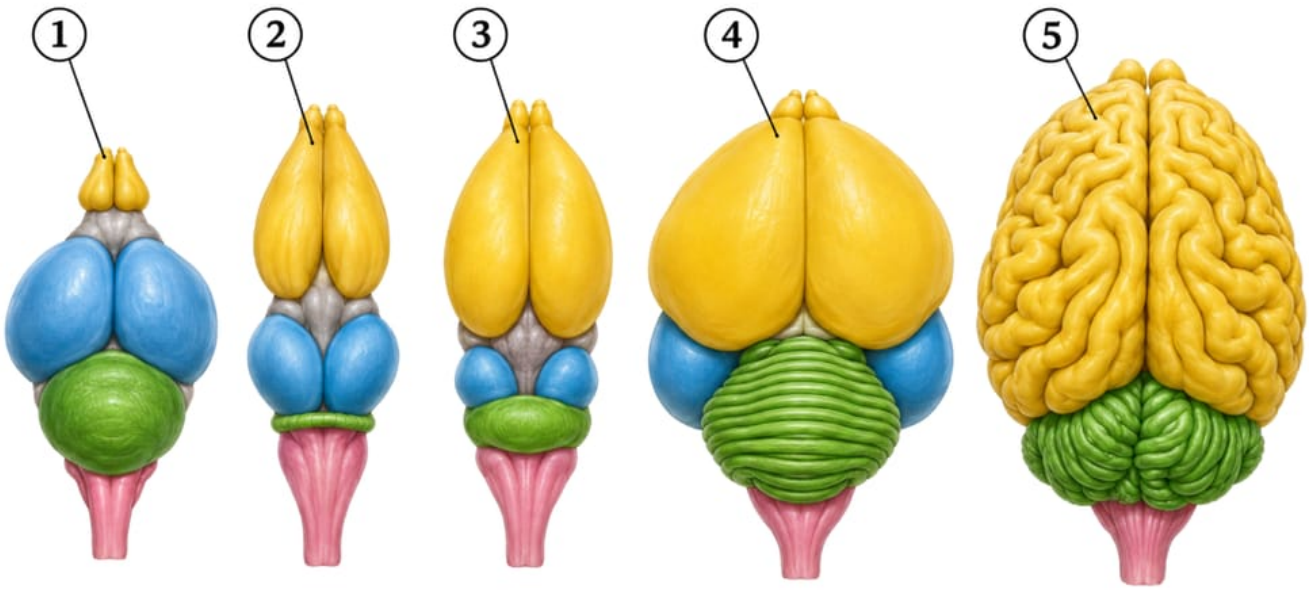
ЗАПОМНИ

Переход от туловищных почек к тазовым - приспособление к суше: обратное всасывание возвращает воду в кровь, моча становится концентрированной. А продукт выделения зависит от воды: аммиак - у водных, мочевая кислота (почти без воды) - у рептилий и птиц.

Нервная система и органы чувств

Головной мозг у всех позвоночных из **пяти отделов**: передний, промежуточный, средний, мозжечок, продолговатый. Отличается их развитие.

Класс	Что развито	Ведущий отдел	Органы чувств - особенное
Рыбы	продолговатый мозг, мозжечок (координация плавания)	средний мозг	боковая линия, внутреннее ухо, близорукие глаза без век
Земноводные	передний мозг крупнее, разделён на полушария; мозжечок развит слабо	средний мозг	среднее ухо с барабанной перепонкой, веки
Пресмыкающиеся	зачатки коры полушарий, крупный мозжечок	передний мозг	термолокация у змей, хеморецепция языком
Птицы	крупные полушария, складчатый мозжечок	передний мозг	острое зрение (колбочки у дневных, палочки у ночных)
Млекопитающие	кора с бороздами и извилинами (новая кора)	передний мозг (кора)	наружное ухо, три слуховые косточки, вибриссы



1 - Рыбы: ведущий отдел - средний мозг
2 - Земноводные: мозжечок развит слабо
3 - Пресмыкающиеся: зачатки коры полушарий
4 - Птицы: крупные полушария и мозжечок
5 - Млекопитающие: кора с бороздами и извилинами

Передний мозг (жёлтый) растёт от рыб к млекопитающим; средний мозг - голубой, мозжечок - зелёный.

Размножение

Класс	Оплодотворение	Развитие
Рыбы	наружное (у хрящевых - внутреннее)	икра в воде, личинка, метаморфоз
Земноводные	наружное	икра в воде, головастик с жабрами и боковой линией
Пресмыкающиеся	внутреннее	яйцо с кожистой оболочкой или скорлупой, развитие прямое
Птицы	внутреннее	яйцо со скорлупой, насиживание, забота о потомстве
Млекопитающие	внутреннее	живорождение (у плацентарных - матка и плацента), вскармливание молоком

Как это спрашивают на ЕГЭ

- **Линия 9-10 - рисунок и соответствие**: по рисункам рыбы, лягушки, ящерицы, птицы, зверя распределить признаки - камеры сердца, тип почек, покровы, ведущий отдел мозга, боковая линия.
- **Линия 11 - выбор трёх**: признаки анамний или амниот, черты сходства рептилий и птиц, птиц и млекопитающих.
- **Линия 20 - таблица**: вставить пропуск в ряд «класс - сердце - круги кровообращения» или «класс - почки - продукт выделения».
- **Линии 23-25**: объяснить, почему у земноводных кровь смешанная, а у птиц нет; как строение лёгких связано с интенсивностью обмена; почему размножение амниот не зависит от воды.

Конспект скачан с сайта kursteam.ru

Ключевые слова: анамнии, амниоты, амнион, хорион, аллантоис, туловищные и тазовые почки, неполная перегородка, дуга аорты, ячеистые, губчатые, альвеолярные лёгкие, средний мозг, кора.

Ловушки

ЛОВУШКА ЕГЭ

У рыб в сердце кровь венозная, но к органам идёт артериальная. Кровь насыщается кислородом в жабрах уже после сердца. Не пиши «сердце рыбы качает артериальную кровь».

ЛОВУШКА ЕГЭ

Трёхкамерное сердце с неполной перегородкой - это рептилии, а не земноводные. У земноводных перегородки в желудочке нет совсем. А четырёхкамерное сердце среди рептилий - у крокодилов, но они всё равно холоднокровные.

ЛОВУШКА ЕГЭ

«Два круга - значит кровь не смешивается» - неверно. У земноводных и рептилий два круга, но кровь в желудочке смешивается. Полное разделение - только при четырёх камерах.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Кожное дыхание - у земноводных, а не у рептилий. Сухая ороговевшая кожа рептилий в дыхании не участвует. Поэтому лягушка с высохшей кожей задыхается, а ящерице это не грозит.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Амнион есть и у млекопитающих. Амниоты - не только «те, кто откладывает яйца»: у зверей зародыш тоже окружён амнионом, просто развивается в матке.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Боковая линия - у рыб и головастиков, но не у взрослых земноводных на суше и тем более не у рептилий.

Как писать ответ

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Почему у земноводных кровь смешанная, а у птиц и млекопитающих - нет? Как это сказывается на обмене веществ?

1. У земноводных желудочек один, без перегородки: артериальная кровь из левого предсердия и венозная из правого смешиваются в нём.
2. У птиц и млекопитающих желудочек разделён полной перегородкой - сердце четырёхкамерное, артериальная и венозная кровь не смешиваются.
3. Органы птиц и зверей получают кровь, богатую кислородом: окисление органических веществ и обмен веществ идут интенсивно, выделяется много тепла - возможна теплокровность.
4. Органы земноводных получают смешанную кровь, обмен веществ ниже - температура тела непостоянная.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Какие изменения выделительной системы позволили амниотам жить вдали от воды?

1. Появились тазовые (вторичные) почки с обратным всасыванием воды в кровь.
2. Моча стала концентрированной - потери воды минимальны.
3. У пресмыкающихся и птиц продукт обмена - мочевая кислота, которая выводится почти без воды.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Расположите классы позвоночных в порядке усложнения лёгких и объясните смысл усложнения.

1. Земноводные - мешковидные лёгкие с гладкими стенками (дополняются кожным дыханием).
2. Пресмыкающиеся - ячеистые лёгкие: складки увеличивают поверхность газообмена.
3. Птицы - губчатые лёгкие с воздушными мешками: двойное дыхание.
4. Млекопитающие - альвеолярные лёгкие: огромная суммарная поверхность альвеол.
5. Смысл: чем больше дыхательная поверхность, тем больше кислорода получает организм и тем интенсивнее обмен веществ - вплоть до теплокровности птиц и зверей.

Проверь себя

1. У кого из позвоночных кровь в сердце только венозная и почему?

Ответ: У рыб: сердце двухкамерное, круг кровообращения один. Венозная кровь из желудочка идёт в жабры, там становится артериальной и сразу направляется к органам, минуя сердце.

2. Где смешивается кровь у земноводных и у пресмыкающихся?
Ответ: У земноводных - в единственном желудочке. У пресмыкающихся желудочек с неполной перегородкой, поэтому кровь смешивается лишь частично. У крокодилов, птиц и млекопитающих не смешивается совсем.

3. Чем тазовая почка выгоднее туловищной?
Ответ: В тазовой (вторичной) почке есть обратное всасывание воды: моча концентрированнее, организм теряет меньше воды. Это одно из приспособлений амниот к жизни на суше.

4. Назови зародышевые оболочки амниот и их функции.
Ответ: Амнион - жидкая среда вокруг зародыша; хорион - наружная оболочка, защита и обмен; аллантоис - «мочевой пузырь» зародыша и зародышевое дыхание. Плюс желточный мешок с запасом питательных веществ.

5. Почему у земноводных и рептилий конечности по бокам тела, а у млекопитающих - под телом?
Ответ: Конечности под туловищем поднимают тело над землёй: меньше затраты энергии на удержание тела, возможен быстрый бег. Это признак высокой организации млекопитающих.

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ
Тестовая часть, развёрнутые задания и все задания по теме - на сайте, с проверкой и разбором: kursteam.ru/teoriya/zoologiya/anatomiya-pozvonochnyh

© 2026 Мустафаев Р. И. (Kursteam). Материал принадлежит автору и охраняется авторским правом. Копирование, перепечатка и распространение без письменного разрешения автора запрещены; при цитировании обязательна ссылка на kursteam.ru.