

КЕЙС ПО РАЗВИТИЮ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ «РЕАЛЬНО ЛИ СУЩЕСТВОВАНИЕ ИХТИАНДРА?»

*Джумаева Надежда Александровна,
учитель биологии
МБОУ «Школа № 16» г. о. Самара*

Современное образование ставит перед школой задачу – сформировать у обучающихся функциональную грамотность, то есть способность применять полученные знания для решения учебных и жизненных задач. Традиционные методы обучения, основанные на передаче готовых знаний, не всегда позволяют решить эту задачу. Ученики могут заучить определения и формулы, но испытывают трудности, когда нужно применить их в реальной ситуации.

Эффективным инструментом для преодоления этого разрыва является кейс-метод, основанный на анализе и решении конкретных практических ситуаций. В контексте естественно-научного образования кейс представляет собой описание реальной или смоделированной проблемы, требующей применения научных знаний и исследовательских навыков.

«Реально ли существование Ихтиандра?»

Ситуация

«Юноша уверенно направляется в открытый океан, загребая воду руками и ногами. Он плывет в полной темноте. Кое-где в черной глубине мелькают тускло-красные медузы. Ихтиандр чувствует в жабрах тысячи мелких уколов – становится труднее дышать. Это значит – он миновал скалистый мыс. За мысом морская вода всегда загрязнена частицами глинозема, песком и отбросами разных веществ. «Удивительно, как это речные рыбы могут жить в мутной, пресной воде, – думает Ихтиандр. – Наверно, их жабры не так чувствительны к песчинкам и частицам ила». Чуть дальше он вновь может предоставить себя течению, – оно вынесет его далеко в открытый океан. Можно и подремать немного. Опасности нет: еще темно, и морские хищники спят. Перед восходом солнца так приятно вздремнуть. Кожа чувствует, как изменяются температура воды, подводные течения».

Фрагмент из книги А. Р. Беляева «Человек-амфибия».

Ихтиандр – результат работы хирурга доктора Сальвадора, он пересадил мальчику со слабыми легкими жабры молодой акулы. Ихтиандр мог дышать жабрами под водой и атмосферным воздухом на земле, так как в его теле совмещались сразу два органа дыхания.

Под силу ли современным трансплантологам создать человека-рыбу?

Проблема (оценка ситуации)

Водная среда существенно отличается от воздушной по плотности и содержанию кислорода и другим характеристикам. При пересадке органов следует учитывать также совместимость биологических тканей организма. Законы физики играют не последнюю роль в процессе дыхания, поэтому экспериментальная часть по пересадке органа, обеспечивающего дыхание в другой среде, должна идти с учетом механики и диффузии.

Прогнозирование

В целях борьбы с несовместимостью тканей акулы и человека можно попробовать вырастить жабры из стволовых клеток человека. Мышечные энергозатраты на движение в воде больше, чем в неплотном воздухе, а также колоссальное количество энергии тратит головной мозг человека. Все эти энергозатраты надо покрывать посредством окислителя для органических веществ – кислорода, а его в воде содержится ничтожно малое количество. В идеале Ихтиандр за один «подводный вдох» должен выкачивать из воды весь имеющийся там кислород при условии переработки её большого объема.

Решение

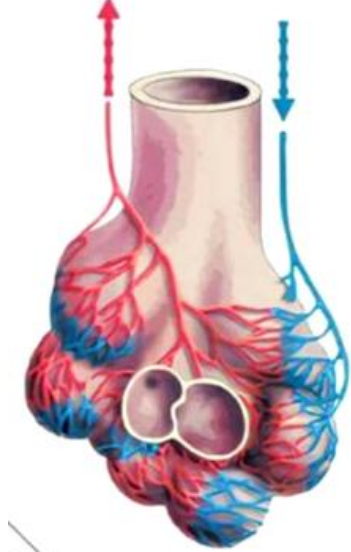
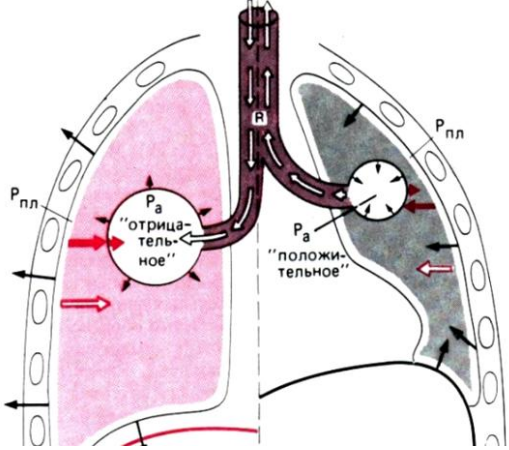
Дыхательный объем человека составляет примерно 0,5 литра воздуха. Во вдыхаемом воздухе 21 % O_2 (1/5 часть). В пересчете от дыхательного объема в одном вдохе 0,10 литра чистого O_2 . Однако усваивается не весь кислород воздуха. В выдыхаемом воздухе 16 % кислорода, то есть около 5 % кислорода поступает в кровь (от дыхательного объема это примерно 0,025 литра).

В воде кислорода содержится только 5 мл на 1 л воды. Если предположить, что эффективность усвоения кислорода воде 50 %, то есть только 5 % от содержащегося, то из литра морской воды может усвоиться только 0,0025 л O_2 . Для полной компенсации потребности в кислороде по меркам воздушного дыхания нужно за один вдох прогнать объем воды в 20 раз больше, чем воздуха, а значит, площадь жабр должна быть как минимум в 200 раз больше площади лёгких. Учитывая, что площадь лёгких 100 м^2 (при длине 27 см), площадь жабр должна составлять $20\,000 \text{ м}^2$, а длина жаберного мешка около 540 см.

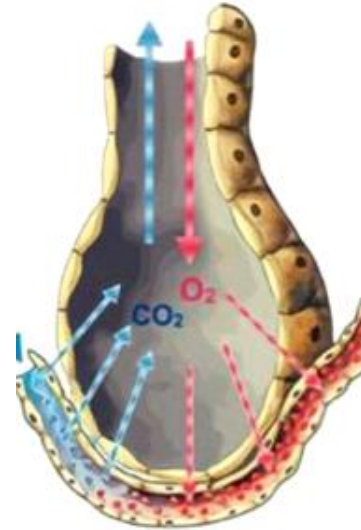
Учитывая законы физики, биологии и математики, это невозможно.

Вопросы и задания для работы с кейсом

1. Работа с текстом. Прочитав левую текстовую часть, сделайте подписи к рисунку в правом столбце таблицы.

<p>Бронхи входят в лёгкие и образуют всё более мелкие веточки, на концах которых расположены альвеолы. Альвеола – концевая часть дыхательного аппарата в форме пузырька. В лёгких человека имеется до 700 миллионов альвеол. Площадь альвеол лёгких человека на выдохе – 40 м^2, на вдохе – 120 м^2. Обычная длина лёгкого составляет около 27 см</p>	
<p>Во время вдоха давление в плевральной полости понижается, а во время выдоха возрастает. Уменьшение плеврального давления при вдохе снижает давление в альвеолах лёгких, что вызывает движение воздуха из атмосферы в альвеолы. Напротив, при выдохе давление в альвеолах увеличивается, что вызывает его перемещение из альвеол в атмосферу</p>	

Толщина альвеолярной стенки составляет всего лишь около 0,0001 мм (0,1 мкм). Наружная сторона альвеолярной стенки покрыта густой сетью кровеносных капилляров; все они берут начало от легочной артерии и, в конце концов, объединяются, образуя лёгочную вену. Кислород в альвеолах диффундирует через тонкий барьер, состоящий из эпителия альвеолярной стенки и эндотелия капилляров. Углекислый газ диффундирует в обратном направлении – из крови в полость альвеол



2. Сравнение органов дыхания акулы и человека. Работа по карточке.




Орган, поставляющий кислород в тело акулы, – _____

Среда, из которой добывает кислород акула, – _____

Общая площадь поверхности жабр – _____

Концентрация кислорода в воде – _____

Какие органы больше всего тратят энергию в теле акулы? _____



Орган, поставляющий кислород в тело человека, – _____

Среда, из которой добывает кислород человек, – _____

Общая площадь поверхности легких – _____

Концентрация кислорода в воздухе – _____

Какой орган и на какие процессы больше всего тратит энергию в теле человека? _____

3. Используя данные из предыдущих заданий, произведите примерный математический расчет возможности дыхания человека с помощью жабр (можно использовать длину и площадь легкого, содержание кислорода в разных средах).

Критерии оценки выполнения заданий: результат оценивается по проценту выполнения всех заданий, а также полнота и грамотность устных высказываний:

«5» – первое и второе задание выполнено на 90–100 % верно, в третьем задании произведен математический расчет, который показывает применение биологических характеристик дыхания,

при устных ответах продемонстрированы умение приводить примеры, логичность изложения, использование терминологии, способность делать выводы и анализировать информацию;

«4» – первое и второе задание выполнено на 70–89 % верно, в третьем задании допущены неточности в математических расчетах, при устных ответах продемонстрированы умение приводить примеры, использование терминологии, способность делать выводы и анализировать информацию; отсутствует полнота изложения;

«3» – первое и второе задание выполнено на 50–69 % верно, при математических расчетах возникают существенные затруднения, в том числе, в использовании биологических характеристик дыхания, при устных ответах нарушена логичность изложения, затруднение в применении терминологии;

«2» – первое и второе задание выполнено на менее 50 % верно, к математическим расчетам не приступил, не способен сделать самостоятельные выводы.

Литература

1. Беляев А. Р. Человек-амфибия: роман. – М.: АСТ, 2022. – 237 с.
2. Галанин И. Ф. Органы дыхания представителей типа Chordata: учебно-методическое пособие. – Казань: Казанский университет, 2012. – 39 с.
3. Основы физиологии системы дыхания, терморегуляции и энергетического обмена: учебное пособие по нормальной физиологии / Е. И. Зерчанинова, Т. В. Сафина, Е. М. Гагарина [и др.]; под ред. В. И. Банькова. – Екатеринбург, 2014. – 100 с.
4. Физиология дыхания: методическое пособие / сост. С. В. Клаучек, Е. В. Лифанова. – Волгоград: ВГМУ, 2005. – 88 с.
5. Физиология системы дыхания: учебное пособие / сост.: А. Ф. Каюмова, И. Р. Габдулхакова, А. Р. Шамратова, Г. Е. Инсарова. – Уфа: Изд-во ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2016. – 60 с.