

ON THE QUESTION OF STUDYING THE RESPIRATORY SYSTEM IN THE ASPECT OF PHYSIOLOGY

Askaryants Vera Petrovna, Associate professor, Tashkent pediatric medical institute, Uzbekistan.

Larin Evgeniy Alekseevich, Student, Tashkent pediatric medical institute, Uzbekistan.

Abstract

Our work highlights aspects of dysfunction of the respiratory system, based on an analysis of literary sources.

Key words: processes, oxidation, development, life, complications, aspects.



doi: 10.15350/ISCP/2023.2.2



Дыхание — совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода, использование его для окисления органических веществ с освобождением энергии и выделением углекислого газа в окружающую среду. В среднем в состоянии покоя человек потребляет в течение 1 мин 250 мл O_2 и выделяет 230 мл CO_2 . Процесс аэробного окисления является главным в организме, обеспечивающим освобождение энергии. Различают несколько этапов дыхания: 1) газообмен между альвеолами и окружающей средой — вентиляция легких; 2) газообмен между кровью организма и газовой смесью, находящейся в легких; 3) транспорт газов кровью — O_2 от легких к тканям, CO_2 от тканей организма к легким; 4) газообмен между кровью и тканями организма: O_2 поступает к тканям, а CO_2 из тканей в кровь; 5) потребление O_2 тканями и выделение CO_2 - тканевое (внутреннее) дыхание. Совокупность первого и второго этапов дыхания — это внешнее дыхание, обеспечивающее газообмен между окружающей средой и кровью. Оно осуществляется с помощью внешнего звена системы дыхания, включающего легкие с воздухоносными путями и грудную клетку с мышцами, приводящими ее в движение. Прочие этапы дыхания осуществляются посредством внутреннего звена системы дыхания, включающего кровь, сердечно - сосудистую систему, органеллы клеток, и в конечном итоге обеспечивают тканевое (внутреннее) дыхание.

Для дыхания клеток организма необходимо не только постоянное поступление к ним кислорода, но и удаление углекислоты, так как ее накопление привело бы к нарушению равновесия участвующих в дыхании реакций и изменениям pH, которые могли бы нарушить ферментативные процессы. Организм осуществляет тонкое регулирование напряжения O_2 и CO_2 в крови: их содержание остается относительно постоянным, несмотря на колебания количества доступного кислорода и потребности в нем, которая во время интенсивной мышечной работы может увеличиваться в 20 раз. Увеличение потребления O_2 обеспечивает организм освобождающейся при этом энергией. Во всех случаях регуляция интенсивности дыхания направлена на конечный приспособительный результат — оптимизацию газового состава внутренней среды организма.

Частота и глубина дыхания регулируются дыхательным центром, нейроны которого расположены в различных отделах ЦНС; главными из них являются продолговатый мозг и мост. Дыхательный центр по соответствующим нервам ритмично посылает к диафрагме и межреберным мышцам импульсы, которые

вызывают дыхательные движения. В основе своей ритм дыхания является произвольным, но может изменяться в некоторых пределах и произвольно корой большого мозга.

Дыхание способствует обеспечению организма энергией. Источником энергии являются органические соединения, поступающие в организм с пищевыми веществами. Дыхание способствует освобождению этой энергии. Энергия освобождается на последнем этапе — тканевом дыхании — при окислении органических соединений. Энергия необходима для деятельности живых клеток, органов, тканей, организма в целом. В процессе дыхания осуществляется регуляция pH внутренней среды.

Механизмы тканевого (внутреннего) дыхания изучают в курсе биохимии; в курсе физиологии изучают внешнее дыхание, транспорт газов кровью, а также механизмы регуляции интенсивности дыхания.

Легкие в процессе дыхания выполняют газообменную функцию — главная их роль в организме. Функциональной единицей легкого является ацинус, общее число которых в обоих легких достигает 300 тыс. Каждый ацинус вентилируется концевой бронхиолой. Ацинус включает дыхательные бронхиолы, отходящие от концевой бронхиолы и делящиеся дихотомически. Дыхательные бронхиолы переходят в альвеолярные ходы и альвеолярные мешочки, и те и другие несут на себе альвеолы легкого.

Диаметр альвеол составляет 0,3—0,4 мм. Суммарная площадь всех альвеол достигает 80 м², их число — около 300—350 млн. Совокупность альвеолярных ходов и мешочков, несущих на себе альвеолы, где происходит газообмен между газовой смесью и кровью организма, называют дыхательной зоной. Между ацинусами и дольками легких имеются дополнительные сообщения, обеспечивающие коллатеральную вентиляцию альвеол (до 30—40 %) в случае закупорки бронхиол. Кроме газообменной функции, легкие выполняют и ряд других — не газообменных функций.

Выделительная — удаление воды и некоторых летучих веществ: ацетона, этилмеркаптана, этанола, эфира, закиси азота. Газообменная функция является также и выделительной (удаление CO₂ из организма).

Выработка биологически активных веществ гепарина, тромбосана В₂, простагландинов, тромбопластина, факторов свертывания крови VII и VIII, гистамина, серотонина, метилтрансферазы, моноаминоксидазы, гликозилтрансферазы. Легкие являются основным источником тромбопластина в организме; когда его мало в крови, выработка возрастает, когда много — выработка тромбопластина уменьшается.

Инактивация биологически активных веществ — эндотелий капилляров легких инактивирует за счет поглощения или ферментативного расщепления многие биологически активные вещества, циркулирующие в крови: более 80 % брадикинина, введенного в легочный кровоток, разрушается при однократном прохождении крови через легкое, в легких инактивируется 90—95 % простагландинов группы E и F, ангиотензин I в ангиотензин II превращается с помощью ангиотензиназы.

Защитная функция — легкие являются барьером между внутренней и внешней средой организма, в них образуются антитела, осуществляется фагоцитоз, вырабатываются лизоцим, интерферон, лактоферрин, иммуноглобулины; в капиллярах задерживаются и разрушаются микробы, агрегаты жировых клеток, тромбоэмболы. Функцию фагоцитоза выполняют так называемые альвеолярные фагоциты. Это крупные клетки округлой формы, они находятся в свободном виде в альвеолах и являются макрофагами. Эти клетки фагоцитируют попавшие в легкие мелкие пылевые частицы (менее 2 мкм), микроорганизмы и вирусы, компоненты сурфактанта, продукты распада клеток альвеолярного эпителия. Макрофаги с воздухом достигают бронхиол, а далее с помощью мерцательного эпителия с мокротой выделяются из организма или попадают в желудочно-кишечный тракт. Вырабатываемый в легких лизоцим расщепляет гликозаминогликаны клеточной оболочки микробов и делает их нежизнеспособными. Лактоферрин связывает железо, необходимое для жизнедеятельности микробов, что ведет к бактериостатическому эффекту. Иммуноглобулин А, которого в бронхах в 10 раз больше, чем в сыворотке крови, в присутствии комплемента вместе с лизоцимом осуществляет лизис бактерий. Этот глобулин агглютинирует бактерии и препятствует их фиксации на слизистой оболочке, а также нейтрализует токсины.

Терморегуляция — в легких вырабатывается большое количество тепла. Легкие являются резервуаром воздуха для голосообразования.

Воздухоносный путь — это пространство, которое обеспечивает доставку атмосферного воздуха в газообменную область. Он начинается с отверстий носа и рта и включает полость рта (при ротовом дыхании), носоглотку, гортань, трахею, бронхи и бронхиолы до 16-й генерации включительно. Бронхи и бронхиолы последовательно дихотомически делятся. До 16-й генерации включительно бронхиолы не имеют альвеол, поэтому непосредственного газообмена между ними и кровью не происходит.

Увлажнение вдыхаемого воздуха достигает 100 %, начинается еще в верхних дыхательных путях, в первую очередь, в полости носа насыщением воздуха влагой слизистой оболочки. Слизь образуется в результате фильтрации жидкости из кровеносных капилляров, выделений из желез слизистой оболочки и слезных желез. За сутки из оболочки носа может испаряться в зависимости от температуры и влажности воздуха до 0,5 л воды. Оптимальная влажность воздуха обеспечивает хорошую работу мерцательного эпителия бронхов. Дегидратация слизистого слоя воздухоносных путей ведет к увеличению вязкости секрета, покрывающего реснички, что ухудшает их работу.

Согревание воздуха также начинается в верхних дыхательных путях, в альвеолы воздух поступает при температуре 37 °С. Особое значение в согревании вдыхаемого воздуха имеет слизистая оболочка носа, богато снабженная кровеносными сосудами. При дыхании носом температура воздуха уже в носоглотке доходит до 35—36 °С. При раздражении чувствительных окончаний тройничного нерва холодным воздухом афферентные импульсы поступают к парасимпатическим центрам продолговатого мозга, в результате чего расширяются сосуды оболочки носа и воздух лучше нагревается. Этому способствует также сужение носовых ходов в результате увеличения объема кавернозной ткани носовых раковин: воздух проходит более тонкой струей и лучше согревается. Если температура воздуха выше 37 °С, то он охлаждается до этой температуры. Таким образом, нос как начальный отдел воздухоносных путей играет главную роль в очищении, согревании и увлажнении вдыхаемого воздуха.

Около 50 % сопротивления воздушному потоку верхних дыхательных путей приходится на долю носа. При спокойном дыхании это сопротивление очень мало, поэтому мы его не ощущаем. При тяжелой физической работе и активации дыхания сопротивление воздушному потоку сильно возрастает, поэтому организм переходит на ротовое дыхание — становится легче дышать вследствие уменьшения аэродинамического сопротивления.

Воздухоносные пути участвуют в процессах терморегуляции за счет теплоиспарения, конвекции и теплопродукции.

Дыхание во время мышечной работы стимулируется весьма эффективно. Усиление вентиляции легких обеспечивает возрастающие потребности организма в кислороде. Так, при быстрой ходьбе человек потребляет 2—2,5 л O₂, а при напряженной физической работе — до 4 л в минуту (в покое — 250 мл в 1 мин). При этом возникает кислородный долг — накапливаются недоокисленные продукты (молочная кислота). В случае умеренной физической нагрузки кислородный долг составляет 3—4 л, а при форсированной долг может достигать 10—20 л. Факторы, ведущие к увеличению вентиляции легких, разнообразны.

Во-первых, это изменения газового состава крови, рН крови и температуры тела (в первую очередь работающих мышц). Влияние увеличения напряжения P_{CO₂} и уменьшения напряжения P_{O₂}, а также закисление среды. Все эти факторы усиливают вентиляцию легких. Закисление среды возрастает в основном за счет накопления молочной кислоты. Повышение температуры интенсивно работающих мышц увеличивает скорость диссоциации оксигемоглобина, как и увеличение образования CO₂, что повышает коэффициент утилизации O₂ в мышцах с 30—40 до 50—60 %. Однако изменения газового состава крови при мышечной работе крайне малы, так как при этом усиливается вентиляция легких.

Во-вторых, дыхание стимулируют импульсы от двигательных центров и от коры большого мозга, которые проводятся к мускулатуре, в том числе и к дыхательной мускулатуре, посредством активации дыхательных нейронов, что и ведет к усилению дыхания, причем, нервные влияния, стимулирующие дыхание, опережают изменения газового состава крови.

В-третьих, импульсы от проприорецепторов работающих мышц также стимулируют дыхание. Это доказывается, например, результатом опыта с пассивными движениями конечности, когда потребление кислорода мышцами не увеличивается, как и выделение CO₂. Однако вентиляция легких возрастает. О том, что нервные влияния, усиливающие дыхание при мышечной работе, опережают гуморальные сдвиги, свидетельствует и результат опыта со жгутом. Испытуемому накладывают жгуты на нижние

конечности для предотвращения попадания крови от работающих мышц в общий кровоток. В этих условиях работа на велоэргометре сразу же сопровождается усилением вентиляции легких, несмотря на то, что влияние сдвигов P_{CO_2} , P_{O_2} и pH на дыхание исключается.

Естественно, увеличению доставки O_2 к работающим мышцам и удалению CO_2 способствует согласованное увеличение кровообращения в организме, особенно интенсивно — в работающем органе, выход крови из депо.

Дыхание при пониженном атмосферном давлении наблюдается при подъеме на высоту (в том числе и в барокамере). Подъем на высоту до 2 км не сопровождается изменением дыхания, так как небольшое падение P_{O_2} не ведет к развитию гипоксемии: насыщение гемоглобина кислородом достаточное, работоспособность и самочувствие практически не изменяются. На высоте 3 км P_{O_2} в альвеолах равно 60 мм рт.ст., что обеспечивает насыщение гемоглобина кислородом до 90 %. Это высокий процент насыщения. До высоты 4 км сохраняется полная компенсация дефицита кислорода, хотя у человека может наблюдаться некоторое учащение сердцебиений, возрастает объем дыхания. В последующем из-за выраженного снижения P_{O_2} развивается гипоксия. Уменьшение P_{O_2} в крови, как известно, посредством возбуждения хеморецепторов аортальной и синокаротидной рефлексогенных зон вызывает усиление дыхания, что улучшает насыщение гемоглобина кислородом. Однако усиление дыхания имеет и негативные последствия — ведет к чрезмерному удалению CO_2 из крови — гипокапнии. При этом ослабевает возбуждение дыхательного центра, поэтому стимулирующий эффект гипоксической крови также ослабевает, вентиляция легких уменьшается. Она может быть нормальной (обычной), но вследствие падения P_{O_2} , гипоксемия становится значительной и на высоте 4—5 км развивается высотная болезнь.

Таким образом, изучение нормы и патологии дыхательной системы остается открытым вопросом в целом в медицине.

Bibliography

1. Kamkin, A. G. Atlas of physiology [Electronic resource]: in 2 volumes: textbook / A. G. Kamkin, I. S. Kiseleva. – M.: GEOTAR-MEDIA, 2010. – Т. 1. – 404 p.
2. Kamkin, A. G. Atlas of physiology [Electronic resource]: in 2 volumes: textbook manual / A. G. Kamkin, I. S. Kiseleva. - Electron. text data -M.: GEOTAR-MEDIA, 2012. – Т. 2. – 448 p.
3. Sudakov, K.V. Normal physiology: a textbook for students. honey. universities / K. V. Sudakov. – M.: MIA, 2006. – 919 p.
4. Normal physiology [Electronic resource]: textbook / K. V. Sudakov [etc.]; edited by K.V. Sudakova. - Electron. text data – M.: Geotar Media, 2011. – 880 p.
5. Alipov N.N. Fundamentals of medical physiology. Tutorial. – 2nd ed., rev. and additional – M., Praktika, 2013. – 496 p., 200 ill.
6. Normal physiology: textbook / ed. K.V. Sudakova. – M.: GEOTAR Media, 2012. – 880 pp.: ill.
7. Physiology in figures and tables: questions and answers / Ed. V.M. Smirnova. – 4th ed. – M.: Medical Information Agency LLC, 2009. – 456 p.
8. Agadzhanyan N.A., Tel L.Z., Tsirkin V.I., Chesnakova S.A. Physiology of human catcher. – M.: Medical Book, N. Novgorod: Publishing House NGMA, 2001. – 526 pp.: ill.
9. Normal physiology. Situational tasks and tests / Ed. K.V. Sudakova. – M.: Medical Information Agency LLC, 2006. – 248 p.