

Физиология гортани

Гортань участвует в дыхательной, защитной, голосовой и речевой функциях.

Дыхательная функция. Количество воздуха, поступающего в нижние дыхательные пути, регулируется посредством расширения и сужения голосовой щели с помощью нервно-мышечного аппарата гортани. При входе сокращается задняя перстнечерпаловидная мышца, расширяющая голосовую щель.

Дыхательный центр находится в продолговатом мозге и связан с блуждающим нервом, который осуществляет иннервацию гортани. М. В. Сергиевский (1953) показал, что проходящий через гортань воздух играет роль раздражителя рецепторного аппарата этого органа, вызывающего рефлекторное изменение ритма и глубины дыхательных движений. При раздражении рецепторов гортани и трахеи возникают импульсы, идущие к дыхательным мышцам, в первую очередь к межреберным и диафрагме, что также оказывает влияние на состояние голосовой щели. Гортань, регулируя функцию внешнего дыхания, влияет на наполнение альвеол воздухом, диффузию в них газов, кровенаполнение полостей сердца.

Защитная функция. При глотании надгортанник и другие элементы преддверия гортани прикрывают вход в нее и тем самым изолируют дыхательные пути от пищевода. При каждом глотательном движении изменяется положение гортани: она движется снизу вверх и сзади наперед, в результате чего вход в гортань оказывается выше пищевого комка, который проходит по ее боковым поверхностям и через грушевидные карманы попадает в пищевод, а не в дыхательные пути. Язык при этом надавливает на надгортанник, который отклоняется назад и закрывает вход в гортань, а вестибулярные и голосовые складки смыкаются.

Разделительная функция филогенетически, очевидно, самая древняя функция гортани. Из нее развился и другой защитный механизм: спазм входа в гортань и голосовой щели при поступлении с вдыхаемым воздухом инородных тел и вредных примесей. Важным защитным механизмом гортани является также рефлекторный кашель (форсированный выдох), который, как и откашливание, способствует эвакуации наружу твердых, жидких и газообразных частиц.

Барьерную функцию выполняют мерцательной эпителий, лимфаденоидная ткань гортани, а также слизь, обладающая бактерицидными свойствами.

Голосообразовательная (фонаторная) функция. Гортань напоминает язычковый духовой инструмент, причем длина и форма голосовых складок может изменяться. Образование звуков происходит на выдохе при смыкании голосовых складок. Не воздух колеблет голосовые складки, а они, ритмически сокращаясь, придают воздушной струе колебательный характер. Колебание голосовых складок - причина образования звуков. В этом процессе принимает участие весь дыхательный аппарат - от легких до носа: легкие, бронхи и трахея выполняют роль мехов, а глотка, полости носа и рта - резонаторов. Голосовые складки колеблются благодаря воздействию на них голосовых мышц, которые сокращаются под влиянием ритмических импульсов, поступающих из центров головного мозга со звуковой частотой. Это согласуется с нейрохронаксической теорией образования голоса, предложенной французским исследователем R. Husson. Его теория возникла в противовес ранее существовавшей миоэластической теории фонации, согласно которой голосовые складки колеблются пассивно как упругие перепонки при прохождении между их сомкнутыми краями тока воздуха, создаваемого дыхательным аппаратом. Однако нейрохронаксическая теория, хотя и является в настоящее время ведущей, не может объяснить некоторых явлений. Так, передача раздражений высокой частоты (1000-2000 Гц) к голосовым складкам не может быть обеспечена только описанным выше путем ввиду наличия рефрактерной фазы нерва. При этом лабильность нерва не превышает 400-500 Гц.

Однако "связочный" звук совершенно не похож на звуки живого голоса. Свой естественный тембр голос приобретает лишь благодаря системе резонаторов, т. е.

складывается из основного тона и обертонов. Роль резонаторов выполняют воздухоносные полости, важнейшими из которых являются глотка, носовая и ротовая полости.

Речевая функция. В гортани образуется основной звук, речь же формируется в "надставной" трубе и становится возможной вследствие артикуляционных движений губ, мягкого неба, языка, нижней челюсти, гортани. Каждому гласному звуку соответствует особое положение органов резонаторных полостей - мягкого неба, языка, губ и т.д. Согласные звуки образуются оттого, что на пути выдыхаемого воздуха отдельные части ротовой полости смыкаются и воздушная струя, прорываясь через эти препятствия, воспроизводит звук. Индивидуальные особенности в работе артикуляционного аппарата, зависящие от его анатомических особенностей, обуславливают особый, индивидуальный характер разговорной речи у каждого человека.

Деятельность голосообразующего и артикуляционного аппаратов находится под регулирующим влиянием коры головного мозга. Речь формируется благодаря функционированию слухового анализатора и составляет деятельность второй сигнальной системы. В связи с этим частотный диапазон голоса укладывается в частотный диапазон слухового восприятия, составляя его часть. Так, если диапазон воспринимаемых человеком передающихся через воздух звуков охватывает область от 16 до 20 000 Гц, то диапазон звуков, применяемых в пении, приблизительно находится в интервале от 64 до 1356 Гц.

Голос характеризуется силой, высотой и тембром. Сила голоса определяется мощностью выдыхаемого воздуха, степенью напряжения голосовых складок, амплитудой их колебаний. Высота голоса характеризуется количеством колебаний голосовых складок в одну секунду, которое зависит от длины, упругости и толщины последних. Тембр определяет окраску голоса (теплоту, мягкость, благозвучность). Он формируется за счет призвуков, или гармоник, образующихся в резонаторах. В вокале различают постоянные и меняющиеся резонаторы. К постоянным относятся полости глотки, рта и носа, которые составляют так называемую надставную трубу. Меняющиеся резонаторы - это эмоции, под влиянием которых изменяется голос во время разговора или пения. Тембр голоса имеет возрастные особенности.

Певческий голос. Различают дискантовые и альтовые детские певческие голоса: дискант - высокий детский голос, альт - низкий (выше тенора).

Длина гортани у мальчиков и у девочек до 3 лет одинакова. Просвет ее у детей воронкообразный, у взрослых цилиндрический. Отмечается выраженный рост гортани в возрасте 5-7 лет и в период полового созревания: у девочек в 13-14 лет, у мальчиков в 14-16 лет. Это период наиболее интенсивного роста гортани: у мальчиков она увеличивается на 60%, а у девочек на 50%; отмечаются физиологическая гиперемия гортани и "беспричинная" охриплость. В конечном итоге такой физиологический процесс влечет за собой изменение голоса - так называемую мутацию. В результате мутации изменяются тембр, сила и высота голоса: дискант может стать тенором, альт - баритоном или басом. Во время мутации у мальчиков голос понижается на октаву, у девочек - на два тона. Гортань - гормонально-зависимый орган, о чем свидетельствуют те изменения, которые происходят в ней в период полового созревания и климактерическом периоде. На фонаторную функцию гортани оказывают влияние гормоны щитовидной и половых желез, надпочечников и гипофиза. При нарушении гормональной сферы изменяются тонус гортанных мышц и функциональные свойства гортани, прежде всего фонаторная функция.

У мужчин различают три типа певческого голоса: тенор, баритон и бас. Тенор - высокий голос: длина голосовых складок 15-17 мм, количество их колебаний в секунду 122-580. Баритон-голос средней высоты: длина голосовых складок 18-21 мм, количество колебаний 96-426 в секунду. Бас - низкий голос: длина голосовых складок 23-25 мм, количество колебаний 81-325 в секунду. Тенор может быть лирическим, драматическим (пиано дается

с трудом, но сильно звучит на верхах и низах) и легким, баритон и бас - низким и высоким.

У женщин различают: сопрано (драматическое, лирическое и колоратурное) - высокий голос: длина голосовых складок 10-12 мм, количество их колебаний 258-1304 в секунду; меццо-сопрано-голос средней высоты: длина голосовых складок 12-14 мм, 217-1034 колебания в секунду; контральто - низкий голос: длина голосовых складок 13-15 мм, 145-690 колебаний в секунду.

В приведенной классификации невозможно было учесть все без исключения разновидности голоса, учитывая возможности, тесситуру и тембровые характеристики голоса исполнителей [Максимов И., 1987]. Всегда были и будут исполнители с "промежуточными голосами", кстати, очень качественными.

Диапазон разговорного голоса равен одной октаве, певческого - двум октавам, однако встречаются певческие голоса и большего диапазона - до четырех октав (Имма Сумак, Маро Робен).