ЛЕКЦИЯ 5

Тема 7. Строение голосового аппарата человека.

Анатомический атлас для вокалистов Л.Б. Дмитриева. Дыхание в пении: скелетная и висцеральная мускулатура, управление и регуляция.

Понятия: «перстневидный хрящ», «щитовидный хрящ», «черпаловидные хрящи», «голосовые отростки черпаловидных хрящей», «внутренние мышцы», «наружные мышцы», «голосовые мышцы», «гёртлеровские волокна», «разнонаправленность волокон», «вестибулярные складки», «вход в гортань».

Строго говоря, голосовым аппаратом является не отдельный орган или совокупность органов, а весь человек, как психофизическая целостность. Особенно ярко это проявляется в академическом пении. Мы уже приводили доводы в пользу целостности, как ключевого понятия голосообразования. Не случайно многие певцы и педагоги говорят, что человек поёт не голосом, а позвоночником, что не может хорошо звучать больной человек, что голос чувствуется «в ногах» или «в спине»… Наблюдая за вокалистами можно увидеть, как активно они жестикулируют, причём, очевидно, что эта жестикуляция имеет не столько экспрессивное значение, сколько вспомогательное: «поющие руки», «звучащие кисти».

Но, всё же, с точки зрения анатомии и физиологии есть ряд образований организма, участвующих в голосообразовании прямо и непосредственно. Без более или менее подробного знакомства с этими образованиями будет трудно далее излагать существующие теории голосообразования.

Сразу же оговорим, что информация будет существенно упрощена с учётом специфики восприятия студентов-музыкантов, а не студентов-медиков или биологов. Именно эту оговорку делает и автор учебного пособия, используемого в качестве иллюстрации – Л.Б. Дмитриев. Учебное пособие – «Голосовой аппарат певца» (последнее издание: Москва «Музыка» 2004) анатомический атлас для вокалистов (а не для студентов-медиков). Заметим, однако, что в отличие от большинства авторов книг по вокальной педагогике, которые просто переносили анатомические иллюстрации препаратов гортани из специальных изданий, порой не очень понимая сущность иллюстраций и допуская неточности в их интерпретации, профессор Дмитриев был профессиональным врачом, причём, хирургом, оперировавшим в госпитале в период Великой Отечественной Войны. Его исследовательская работа в области певческого голосообразования началась позже и происходила на основе профессиональных медицинских знаний и клинического опыта.

Собственно, атлас может быть назван «Голосовой аппарат человека», поскольку в голосовом аппарате певца нет ничего такого, чего не было бы у любого здорового человека. Это положение будет ключевым для дальнейшего понимания одного из наших тезисов: певческий голос – нетривиальное применение тривиальной функции, голосовая функция – функция ЦНС (центральной нервной системы), певческий голос может быть сформирован и развит у каждого здорового человека.

В задачи курса не входит исторический обзор формирования взглядов на строение и функционирование голосового аппарата. Эти взгляды существовали уже в античности и средневековье. Анатомическое описание гортани с большой точностью сделано уже давно, но исследование голосового аппарата не «in vitro» (на стекле), а «in vivo» (в жизни) началось с изобретением ларингоскопа (гортанного зеркала).

Голосовой аппарат, как таковой, начинается с трахео-бронхиального древа. Это – трахея, бронхи и бронхиолы. Они состоят из незамкнутых хрящевых образований (полуколец), между концами которых располагается продольно-полосатая (гладкая) висцеральная мускулатура. Она является перепончатой частью задней стенки трахеи, граничащей с пищеводом. Между собой трахеальные хрящевые полукольца соединены (сверху и снизу) кольцевидными связками, благодаря чему трахея является гибкой и эластичной. Это имеет значение в фонационном процессе. Например, при опускании гортани вся трахея становится более жёсткой и обретает лучшие резонаторные свойства. Полость трахеи принято называть «анатомически мёртвым пространством», поскольку в этом пространстве нет живой ткани, а только воздух. Если разбирать вопрос более подробно, то очевидно, что в дыхательных путях не совсем воздух, а скорее пар с взвесью капель слизи. Это несущественно для анатомии и физиологии, но существенно с точки зрения акустики, т.к. скорость распространения звука в такой среде больше, поскольку среда плотнее, а, значит, и протекание в ней резонансных процессов будет отличаться от протекания в открытом пространстве.

Внутренняя поверхность трахеи и гортани выстлана слизистой оболочкой. На её поверхности всюду имеется цилиндрический мерцательный эпителий, за исключением голосовых складок, где эпителий плоский. Мерцательный эпителий состоит из подвижных «ресничек», способных на движения (мерцания), что позволяет изгонять при воспалении мокроту. У курильщиков мерцательный эпителий забит сажей и сожжён горячим воздухом, вдыхаемым с дымом. В этом дополнительный вред курения для вокалистов.

Снизу грудная полость отделена от брюшной полости крупной плоской мышцей – диафрагмой, имеющей куполообразную форму (куполом вверх). При сокращении она уплощается, и объём грудной полости увеличивается, в результате чего воздух входит в лёгкие под влиянием атмосферного давления, т.е. *при ВДОХЕ диафрагма РАБОТАЕТ как втягивающий поршень*. При расслаблении диафрагма вновь становится куполообразной и объём грудной полости уменьшается. Диафрагма является основной мышцей вдоха. *При ВЫДОХЕ диафрагма НЕ РАБОТАЕТ как выталкивающий поршень*, а вместе с гладкими мышцами бронхов и трахеи принимает участие в тончайшей регулировке подскладочного давления и объёма пропускаемого между голосовыми складками воздуха. В речи эта регуляция обеспечивает равногромкость гласных в слоговой сегментации, а в пении эти мышцы участвуют в генезисе и управлении певческим вибрато, регуляции глубины и плотности смыкания голосовых складок. Распространённая в традиционной вокальной педагогике рекомендация «дышите диафрагмой» или «опирайте дыхание на диафрагму» или «выдыхайте диафрагмой» не имеет смысла, т.к. диафрагма не представлена в сознании, не управляется сознанием прямо, и является мышцей вдоха, а не выдоха. Говоря о диафрагме, вокалисты подразумевают другие процессы и явления, отражающиеся в их сознании иногда довольно причудливым образом. Процессы и явления, связанные с работой дыхания при академическом певческом голосообразовании не имеют аналогов в бытовой человеческой практике и, соответственно, адекватных словесных определений.

Основой гортани является перстневидный хрящ, именуемый так по своему сходству с перстнем, обращённым «печаткой» кзади. Перстневидный хрящ можно рассматривать как последний верхний хрящ трахеи, замкнутый в отличие от остальных. Спереди на нём «висит» щитовидный хрящ, способный наклоняться вперёд и книзу на сочленениях, которыми он прикреплён к перстневидному. Это движение осуществляют парные перстнещитовидные мышцы, из названия которых видно, что они соединяют щитовидный хрящ с перстневидным и при сокращении заставляют щитовидный хрящ поворачиваться на суставных сочленениях, которыми он прикрепляется к перстневидному на боках «печатки». При этом повороте вниз голосовые складки натягиваются. Это движение является одним из элементов певческой технологии – механизма «прикрытия». Щитовидный хрящ выступает на передней поверхности шеи и называется у мужчин кадыком или «адамовым яблоком». Сверху к «печатке» перстневидного хряща прикреплены два черпаловидных хряща. Они соединяются с печаткой суставными сочленениями, позволяющими поворачиваться в горизонтальной плоскости, наклоняться кпереди и друг к другу. Черпаловидные хрящи имеют форму трёхгранной пирамиды и называются так по их внешнему сходству с ковшиком (черпаком). Сочленения, которыми они прикреплены к перстневидному хрящу, называются перстнечерпаловидными суставами. Черпаловидные хрящи имеют в основании «пирамиды» два отростка, к которым прикрепляются голосовые складки и мышцы. Эти отростки так и называются: голосовой (вокальный) и мышечный.

К мышечным отросткам черпаловидных хрящей присоединяются концы парных мышц и одной непарной мышцы. Боковые перстнечерпаловидные мышцы (мышцы обычно именуются по названиям хрящей или костей, которые они соединяют) прикреплены передними концами к боковой поверхности узкой (передней) части перстневидного хряща, а задними концами – к мышечным отросткам черпаловидных хрящей. При сокращении этих мышц черпаловидные хрящи поворачиваются на суставах потому, что за мышечные отростки их тянут вперёд мышцы и эти отростки поворачиваются кпереди. Тогда голосовые отростки с прикреплённым к ним голосовыми складками сближаются друг с другом и замыкают голосовую щель. Это происходит, например, при задержке дыхания или при шёпоте.

На задней поверхности «печатки» находится непарная поперечная черпаловидная мышца. Из названия видно, что она соединяет мышечные отростки черпаловидных хрящей. При её сокращении хрящи сближаются, и голосовые складки смыкаются полностью. Эта мышца являются существенной частью так называемого сфинктерного (сжимающего) аппарата гортани и работает особенно мощно, например, при натуживании или поднятии тяжестей. В частности, проблемы у вокалистов-мужчин с верхним участком диапазона могут возникать из-за слабости вышеописанных мышц. Наоборот, если вокалист увлекается бодибилдингом, эти мышцы могут оказаться переразвитыми и мешать нормальному певческому функционированию гортани.

К мышечным отросткам черпаловидных хрящей присоединяется

парная задняя перстнечерпаловидная мышца (постикус), прикреплённая к задней поверхности «печатки». При её сокращении она поворачивает черпаловидные хрящи вокруг вертикальной оси, голосовые отростки вместе с задними концами голосовых складок расходятся в стороны и голосовая щель открывается. Эту мышцу можно назвать мышцей вдоха. По мнению болгарского фониатра И. Максимова она «… самостоятельно осуществляет свою функцию на протяжении всей жизни человека. Таким образом, после сердечной мышцы m. posticus имеет непосредственно наиболее жизненно важное значение для человеческого организма» (Максимов, 1987). Существенно также, что постикус, как и другие внутренние мышцы гортани формируется из того же зародышевого листка, что и миокард. Эти мышцы морфологически сходны с миокардом, обладают свойством к фибрилляции, к ритмической активности, попеременному сокращению и расслаблению.

Основную роль в голосообразовании играют щиточерпаловидные мышцы (парные), состоящие из наружной и внутренней части. Они крепятся широким основанием на внутренней поверхности щитовидного хряща. Волокна наружных части крепятся за боковые края черпаловидных хрящей и при сокращении удерживают их в сомкнутом положении. Волокна внутренних частей составляют собственно голосовые мышцы (m. vocalis) и фиксируются к эластичному краю голосовых складок, являясь их частью. В современной фониатрии нет единого мнения по поводу строения и функционирования голосовых мышц. Строение их весьма сложное, волокна заплетены в подобие «косички», что отличает их строение от других мышц, волокна которых протягиваются параллельно друг другу и тянутся от одного хряща или кости к другому. Волокна же голосовых мышц могут быть протянуты от щитовидного и черпаловидных хрящей к краям голосовых складок в разных направлениях. Это позволяет голосовым складкам существенно варьировать свою массу, форму, глубину и плотность смыкания. Эти волокна называют «гёртлеровские» по фамилии учёного описавшего их. Из аналогичных волокон состоит миокард и матка. Голосовые мышцы как никакие другие устойчивы к кислородному голоданию. Если другие поперечнополосатые мышцы могут работать в условиях кислородной недостаточности несколько минут, то голосовые – более полутора часов. Этим (в том числе) объясняется неутомимость голосового аппарата профессиональных певцов при физиологически целесообразной технологии (Дмитриев, 2004).

В голосовой мышце содержится значительно больше гормонов, чем в других мышцах тела, из чего исследователями был сделан вывод, что большинство певцов с мощными оперными голосами принадлежат к людям с особой нервно-эндокринной конституцией.

Функционирование голосовых складок будет разобрано с разных точек зрения разных теорий в соответствующей лекции.

Над голосовыми складками находится ещё одно складчатое образование, именуемое «вестибулярными складками». Поскольку это образование находится на входе в гортань (если смотреть сверху), то своё наименование оно получило от слова «вестибюль» (вход, преддверие). В норме вестибулярные складки в голосообразовании не участвуют. В некоторых фольклорных манерах пения тюркских народов (тувинцы, хакасы) вестибулярные складки участвуют в формировании свистящего тона, звучащего одновременно с низким тоном голосовых складок. Такая манера называется «горловой двухголосной» (хоомей).

К образованиям входа в гортань относятся верхушки черпаловидных хрящей, и надгортанник. При наклоне кпереди щитовидного хряща, натяжении голосовых складок, наклоне кпереди верхушек черпаловидных хрящей и кзади надгортанника над голосовыми складками возникает ограниченная полость с очень узким выходом наверх. Эта полость имеет вид маленького «сапожка». Её впервые описал Л.Б. Дмитриев при помощи рентгенологических исследований. Поэтому среди фониатров и исследователей физиологии и акустики пения бытует выражение «дмитриевский сапожок». Эта полость играет огромную роль в формировании тембра певческого тона, его высокочастотной составляющей.

Выше находятся глоточная, носовая и ротовая полости. Они существенно больше, чем гортань и устроены достаточно сложно. Однако, соотношение сложности устройства, уровня управляемости мышц этих полостей и роли, которую играют эта сложность и управляемость в голосообразовании существенно отличаются от такого же соотношения устройства, управляемости и роли гортани. Поэтому нецелесообразно столь же подробное описание этих полостей и мышц. Достаточно будет знать, что, в отличие от гортани, в глоточной и, особенно в ротовой полости имеется гораздо больше мышц прямо ощущаемых, т.е. представленных в сознании, прямо управляемых сознанием, а, главное, визуально наблюдаемых. В речевом и певческом голосообразовании эти полости играют основную роль при формировании низкочастотной составляющей тембра и формировании гласных и согласных.

Проще всего функцию, наблюдаемость и управляемость этих полостей разобрать на примере мягкого нёба. При достаточном открытии рта легко увидеть мягкое нёбо с так называемым «маленьким язычком». Вокальные педагоги часто дают рекомендации «поднять нёбо». И действительно, при поверхностном и кратком наблюдении может возникнуть впечатление, что мягкое нёбо произвольно поднимается. Но при длительном наблюдении за собственным мягким нёбом легко удостоверится, что оно самостоятельно осуществляет ряд движений, которые, хотя и наблюдаются визуально, но не являются произвольными. Длительное время в науке о голосе существовало убеждение, что у квалифицированных вокалистов во время пения мягкое нёбо плотно прилегает к задней стенке глотки и герметически отсекает носовую полость от глоточной. Исследования 80-х годов (Ланской, 1984) показали, что у певцов с высококачественной технологией имеется небольшая щель между мягким нёбом и задней стенкой, позволяющая выдыхаемому в процесс фонации воздуху и звуковой волне проходить в носовую полость, резонанс которой существенно дополняет тембр.

В высказываниях разных авторов мы наиболее часто встречаемся с указаниями на недооценку фактора управляемости артикуляционной мускулатуры и возможности воздействия через этот фактор на весь голосообразующий комплекс. Ещё в конце XIX века авторитетнейший педагог И.П. Прянишников рекомендовал: «Рот следует открывать и придавать ему надлежащую форму до начала звука. Открывание рта одновременно с началом звука вредно отзывается на его качестве. … Закрывать рот следует после окончания звука, иначе получается одно из самых неприятных впечатлений – кажется, будто голос внезапно оборвался и при этом часто слышится … «м»…. Рот должен быть открыт одинаково как на высоких, так и на низких звуках».

А вот, что писал более полувека назад В.И. Мордвинов: «Обычный недостаток начинающих учиться пению – вялость органов артикуляции. Ученик не умеет открывать рта, то есть управлять своей нижней челюстью. А между тем, нижняя челюсть должна обладать большой подвижностью. Всю работу над органами артикуляции удобно контролировать при помощи зеркала. Ученик должен твёрдо уяснить, что, контролируя себя в зеркале, он в течение месяца достигнет таких успехов, каких рискует никогда не достигнуть иным путём». Он же предлагает формировать гласные не просто за счёт слухового задания или словесного наименования, а при помощи сознательного управления губами и языком. Обоснование фониатра и исследователя А. Митринович-Моджеевской (Польша): «Широкое открывание рта и опускание нижней челюсти рефлекторно помогает смыканию голосовых складок и сжатию замыкающего глоточного кольца». Последнее – в традиционной терминологии – переводится как «подъём мягкого нёба».