

Л. Д. РАБОТНОВ

ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ И ПАТОЛОГИИ ГОЛОСА ПЕВЦОВ

Издание второе, стереотипное



Работнов Л. Д.

- Р 13** Основы физиологии и патологии голоса певцов: Учебное пособие. — 2-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань»; Издательство «ПЛАНЕТА МУЗЫКИ», 2016. — 224 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978-5-8114-1777-3 (Изд-во «Лань»)

ISBN 978-5-91938-172-3 (Изд-во «ПЛАНЕТА МУЗЫКИ»)

Данное издание представляет собой ценную научно-исследовательскую работу, имеющую, несомненно, большое значение в качестве учебно-педагогического пособия в области вокальной методологии. Автор в своей книге подходит к вопросам голосообразования исключительно с физиологической точки зрения. Однако, каждый педагог, изучая, проверяя достигнутые результаты и, быть может, идя по пути новых исследований в области психофизиологии пения и в связи с этим в области вокальной методологии, методики и педагогики, должен иметь перед собой вполне осознанную цель: создать, воспитать такого певца, у которого техника не представляла бы само-довлеющей величины, а была бы средством для подачи конкретного, живого музыкального материала.

Книга Работнова адресована вокальным педагогам, певцам и студентам, обучающимся по направлению «вокальное искусство».

ББК 56.8

Rabotnov L. D.

- Р 13** The basics of physiology and pathology of the singer's voice: Textbook. — 2nd edition, stereotyped. — Saint-Petersburg: Publishing house "Lan"; Publishing house "THE PLANET OF MUSIC", 2016. — 224 pages.: illustrations. — (University textbooks. Books on specialized subjects).

This book is a valuable research work, which certainly is of great importance as manual in the field of vocal methodology. In his book the author examines the problems of voice production only from a physiological point of view. However, each teacher, when studying and checking the achieved results and, perhaps, taking the path of new research in the field of psychophysiology of singing and, in this regard, in the field of vocal methodology, methodology and pedagogy, must have a quite definite goal ahead: to educate such a singer, whose technique would not represent a self-sufficient value, but serve as a means to deliver actual musical material.

The textbook is intended for vocal teachers, singers and students studying the vocal art.

Обложка

А. Ю. ЛАПШИН

© Издательство «ПЛАНЕТА МУЗЫКИ», 2016

© Издательство «ПЛАНЕТА МУЗЫКИ», художественное оформление, 2016

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемая вниманию читателей книга Л. Д. Работнова¹ (приват-доцента 1-го ММИ²) «Основы физиологии и патологии голоса певцов» представляет собою ценную научно-исследовательскую работу, имеющую несомненно большое значение в качестве учебно-педагогического пособия в области вокальной методологии.

Существующая по этому вопросу литература (на русском и иностранных языках) в большинстве своем ни в коей мере не может удовлетворить даже минимальным требованиям, предъявляемым к учебнику со стороны педагогов и учащихся вокалистов; тем более она никак не может быть отнесена к разряду научно-исследовательских трудов, так как в подавляющем большинстве случаев она оперирует ненаучными материалами, ограничиваясь данными, полученными эмпирическим путем.

В этом отношении предлагаемый труд Л. Д. Работнова выгодно отличается от всей имеющейся по этому вопросу литературы.

Настоящая книга заключает в себе результат многолетней работы автора в области проблем, связанных с физиологией голосового аппарата, и построена на основе экспериментально-научных исследований.

Все выводы автора подвергнуты тщательной экспериментальной проверке, и целому ряду вопросов дается

¹ Книга печатается по изданию *Работнов Л. Д. Основы физиологии и патологии голоса певцов*. М.: Государственное музыкальное издательство, 1932, с сохранением особенностей работ по данной теме советского периода.

² Первый Московский медицинский институт. — *Прим. изд-ва.*

совершенно новое и оригинальное освещение. Особенно это новое и оригинальное относится к толкованию вопроса о дыхательном процессе в связи с действием гладкой мускулатуры легких. Новое толкование дыхательного процесса, подкупая своей оригинальностью, интересной трактовкой вопроса, будит мысль и даст толчок к новым исследованиям в этой области. Новый подход автор сохраняет и в отношении целого ряда других вопросов (роль диафрагмы, резонаторы, происхождение тембра голоса, дыхания и др.).

Как пользоваться этой книгой педагогам-практикам? Как и всякий научный труд, настоящая книга требует от педагога тщательного и всестороннего изучения вопроса при условии проверки всех выставленных положений путем дальнейшего экспериментирования, в плане диалектико-материалистического исследования поставленных проблем. Это тем более достижимо, что все необходимое для опыта (инструментарий, методы исследований, техника произведения опытов и т. д.) указано автором.

В руки вокалиста-педагога и учащегося дается огромный материал. Надо только умело воспользоваться им, критически воспринять его и продумать. Практический успех будет зависеть от степени освоения и осознания предложенного автором материала со стороны педагога и учащегося.

Д-р Работнов в своей книге подходит к вопросам голосообразования исключительно с физиологической точки зрения. Однако каждый педагог, изучая, проверяя достигнутые результаты и, быть может, идя по пути новых исследований в области психофизиологии пения и в связи с этим в области вокальной методологии, методики и педагогики, должен иметь перед собой вполне осознанную цель: создать, воспитать такого певца, у которого техника не представляла бы самодовлеющей величины, а была бы средством для подачи конкретного, живого музыкального материала.

Абстрактно-совершенной вокальной техники никогда не существовало и не существует. Тот или иной тип

техники в конечном счете всегда определялся конкретной эпохой истории музыки, т. е. идеологией определенной классовой формации. Таким образом, создание вокальной техники «вообще», без учета тенденций развития конкретного классово обусловленного музыкального стиля, конечно, невозможно.

Педагог-вокалист должен не только «поставить» голос обучающегося пению, но и дать ему метод овладения художественным материалом.

Как подать музыкальный материал — главное в исполнении. Много певцов, обладавших очень большой для своего времени техникой голосового аппарата, в данный момент нас ни в коем случае не могли бы удовлетворить.

Книга д-ра Работнова содержит очень большой научно проверенный материал, без проработки которого не сможет обойтись ни один научный работник, преподаватель, работающий в области вокальной педагогики.

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Учение об образовании голоса певцов еще не может считаться вполне научной дисциплиной; за отсутствием точной и надежной методики исследования эта область знаний располагает нередко сомнительным в научном отношении материалом, так как последний большей частью добыт эмпирическим путем практиками пения на основании личных переживаний и ощущений. Многие установившиеся таким образом воззрения с давних пор господствуют в учении о физиологии певческого голоса, на веру принимаются как неоспоримые истины и служат основой для понимания процессов голосообразования; не будучи проверены научным анализом и часто являясь ошибочными, они вносят большую путаницу и крепко поддерживают укоренившиеся предрассудки в вокальных вопросах. Между тем научная мысль, пользуясь исключительно методами экспериментальной фонетики, выдвинула немало строго проверенных и неоспоримых положений, которые освещают вопросы о голосообразовании с разных сторон и могут быть использованы в теоретическом и практическом отношении. Сведения эти разбросаны на страницах разных русских и иностранных изданий на протяжении многих лет и недоступны массе учащихся и педагогов вокалистов по техническим причинам, а кроме того, не собранные в систематическом порядке и без взаимной связи, они не могут дать полной картины научных достижений.

В предлагаемой книге «Основы физиологии и патологии голоса певцов» делается попытка заполнить этот пробел в литературе и дать обзор современного состояния вопроса, не вдаваясь во второстепенные подробности

и не загромождая внимания изложением всего спорного, несущественного и недоступного проверке. Автор, изучавший в течение более 10 лет физиологию певческого голоса при помощи методов экспериментальной фонетики (было исследовано более 300 певцов разной квалификации), имеет в виду главным образом практические цели и старается в сжатой форме выдвинуть те положения, которые были бы полезны для развития и воспитания певческого голоса, не выходя из физиологических строго научных рамок. Базируясь на общепринятых взглядах на процесс голосообразования и стремясь соблюдать возможно более полную объективность, автор в то же время широко пользуется выводами из своего обширного материала, отчего в некоторых случаях невольно встает в противоречие с установившимися мнениями в области теоретических и практических знаний. Так, высказанная им гипотеза о значении гладкой мускулатуры при поддержании внутрибронхиального давления привела его к взгляду об активной роли самих легких при вентиляции их, — взгляду, который в физиологии считается мало обоснованным; также получилось разногласие с другими авторами по вопросу о типах покойного дыхания, о функции диафрагмы и пр.; в вопросе об образовании тембра голоса и гласных автор склонен думать, что место их возникновения не только полость рта, но и гортань, и нижние дыхательные органы. В тексте не упомянуты фамилии большинства авторов, работавших в области физиологии певческого голоса, во избежание загроможденности, литературные же источники, которыми пользовался и руководствовался автор, помещены в конце книги в алфавитном порядке. Особо важное значение автор придает точному знанию анатомии и физиологии дыхательного аппарата при покойном дыхании и считает, что понимание процесса голосообразования возможно только на основе этих знаний, — вот почему этому вопросу отведена целая глава. В отделе о механизме голосообразования изложено все известное по литературным данным. В 3-й главе приводятся методы исследования главным

образом двигательной функции голосового аппарата, причем больше всего внимания обращено на выявление типичных движений разных органов.

Материал, добытый этими методами массового исследования, дал возможность прийти к целому ряду выводов, имеющих практическое и теоретическое значение и высказанных автором впервые: здесь особенно следует остановиться на типах движений стенок груди и живота при пении, на парадоксальных дыхательных движениях при покое и фонации, на движениях и тоне диафрагмы, на механизме брюшного пресса, на условиях смыкания голосовой щели (утечка) и положения тела всей гортани, а также на функции надставной трубы и мягкого нёба.

При использовании полученных данных на практике, о чем говорится в 4-й главе, недостаточно иметь соответствующую аппаратуру и обставленную лабораторию, необходимо обладать научной дисциплиной и овладеть методикой, для этого нужны теоретические познания и практическая опытность. Поэтому для того, чтобы добиться положительных результатов в деле воспитания голоса певца на основании приведенных выводов из экспериментов, недостаточно прочитать и усвоить предлагаемую книгу, необходима длительная работа по подготовке и проведению опытов.

В 5-й главе излагаются болезни голоса певцов, причем подчеркивается та основная мысль, что заболевания эти всецело связаны с техникой голосообразования и зависят от нарушения физиологического равновесия голосовых сил вследствие произвольного или непроизвольного употребления излишних мышечных движений, приводящих к преждевременному переутомлению и к развитию патологических явлений в голосовом аппарате. Ввиду такого толкования происхождения болезней голоса эта глава углубляет вопросы физиологии его.

Автор считает, что работа по изучению физиологии голоса певцов в значительной мере была облегчена благодаря возможности проверять данные, получаемые

объективным лабораторным путем на массовом материале, в педагогических условиях преподавателя пения и пользоваться его учениками для постановки многочисленных опытов с объективными методами исследования, подобно тому, как врач в клинике для научной цели пользуется больными. Ввиду этого преподавательнице вокального класса при музыкальном техникуме имени А. К. Глазунова А. А. Боссе, в течение нескольких лет предоставлявшей своих учеников для экспериментации, автор выражает глубокую благодарность.

Л. Д. Работнов

ВСТУПЛЕНИЕ

Голосовая функция человека тесно связана с дыхательной, так как с анатомической стороны и та и другая выполняются одними и теми же органами. Через трахею и бронхи к альвеолярным пузырькам легкого во время спокойного дыхания притекает воздух для газообмена, во время голосообразования эти полости являются вместилищем для воздуха, который после вдоха используется для поддержания воздушного давления, необходимого для приведения сомкнутых голосовых связок гортани в особое колебательное состояние — процесса, тождественного с вдуванием воздуха в мундштук язычкового музыкального инструмента; таким образом фонацию можно рассматривать как удлинённый выдох, происходящий при своеобразных условиях голосообразования. Гортань при покойном дыхании играет довольно пассивную роль; через ее полость воздух свободно вливается в нижележащие дыхательные пути и удаляется из легких после газообмена, причем ширина просвета голосовой щели может меняться в широких пределах как в фазе вдоха, так и выдоха, так что голосовые связки до некоторой степени принимают активное участие во время акта дыхания; при фонации голосовые связки смыкаются и колеблются под влиянием производимого на них давления со стороны вытекающего из легких воздуха, благодаря чему на уровне голосовой щели образуются звуковые волны — голос. Таким образом, функциональная разница между спокойным дыханием и голосообразованием сводится к моменту смыкания или размыкания голосовой щели во время выдоха.

Глотка, рот и носовая полость при дыхании служат для проведения воздуха и подготовки его для дыхательных целей. Эта функция выполняется ими без особого участия двигательного мышечного аппарата, если в том или другом месте не возникает никакого механического препятствия. При речи и пении мышечная система этих органов принимает живейшее участие, так как ее деятельность тесно связана с артикуляцией, т. е. со способностью человека произносить гласные и согласные.

Из сказанного видно, насколько близко соотношение между дыхательной и голосовой функциями, и эта связь еще более становится очевидной, если принять во внимание, что вдох является подготовительной стадией для возникновения голоса; он возобновляется при каждой остановке и прекращении фонетической деятельности. Однако с физиологической точки зрения оба акта — дыхание и фонация — должны быть рассматриваемы как совершенно обособленные друг от друга процессы: за это говорит то обстоятельство, что нервные центры для дыхания и голоса не совпадают в своей локализации: в то время как дыхание находится под влиянием дыхательного центра в продолговатом мозгу, а также эмоциональных центров, широко заложенных в кортикальных слоях коры большого мозга, местонахождение голосовых центров с точностью не выяснено, несомненно лишь, что они раскинуты на большом пространстве центральной и периферической нервной системы. В связи с функциональными задачами дыхательного и голосового аппарата можно отметить, что акт спокойного дыхания совершается автоматически, он легок и бессознателен, обычно он не входит в состав задуманного действия, между тем как голос является не только в результате неосознанных мышечных движений (у новорожденных детей), не только двигательным прирожденным рефлексом, стоящим в связи с внешними и внутренними раздражениями, но требует для своего развития определенных условий и деятельности со стороны психики, слуха и голосообразовательных органов.

Тесное взаимоотношение между функциями дыхания и голосообразования заставляет сделать вывод, что успешное изучение голосовой деятельности возможно лишь при точном знакомстве с условиями дыхательных процессов, и это положение имеет особенное значение потому, что дыхание не прекращается и во время голосовой функции, изменяясь лишь в своих внешних проявлениях как в отношении продолжительности, частоты, глубины и ритма, так и со стороны двигательного механизма. Следует заметить далее, что многие вопросы голосообразования стали понятными только в связи с расширением физиологических знаний в области покойного дыхания и, наоборот, изучение процесса образования голоса не раз давало толчок к возникновению новых взглядов на процесс двигательных условий покойного дыхания. Изучение голоса певцов требует особенно точного знания физиологии дыхания, так как даже самые незначительные изменения со стороны дыхательного аппарата могут повлиять на образование тембра голоса, отразиться на его силе, вызвать затруднения при пении высоких тонов и вредно подействовать на его выносливость.

Менее заметной связь между дыхательным и голосовым аппаратом может быть при патологических процессах, особенно в верхних дыхательных путях: голос может почти не меняться при поражении важнейших органов, например при параличах приводящих мышц гортани; годами продолжающиеся болезни носа и глотки часто не влекут расстройств даже в певческом голосе; в свою очередь, страдания голоса большей частью не отражаются на дыхательном акте. Более тесная связь существует между голосом и нижними дыхательными путями, так как отсюда исходит сила, приводящая голосовые связки в колебательное состояние. Некоторые пороки речи, как, например, заикание, зависят от нарушения дыхательных движений, направленных к поддержанию внутрибронхиального давления во время фонации.

ГЛАВА 1

О МЕХАНИЗМЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ПОКОЙНОМ ДЫХАНИИ

1. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Дыхательный аппарат сообразно с функциями, которые выполняют отдельные его части, можно разделить на 3 отдела: первый отдел предназначен для проведения воздуха, поступающего в легкие через нос или рот, и простирается по верхним и нижним дыхательным путям до бронхиол включительно; второй — обнимает альвеолярные ходы и альвеолы и является местом, где происходит поглощение кислорода воздуха кровью и выделение углекислоты; третий — относится к грудной клетке, которая, как в футляре, заключает в себе легкие, сердце и большие грудные кровеносные сосуды и может менять свою величину и форму благодаря подвижности своих стенок.

В первый отдел входят носовая и ротовая полости, глотка, гортань, трахея, бронхи и бронхиолы.

Носовая полость, разделенная по средней линии на две симметричные части носовой перегородкой, со всех сторон окружена костными и отчасти хрящевыми стенками и спереди открывается двумя ноздрями, у всех людей обращенными вниз, а сзади сообщается хоанами с носоглоткой. Стенки носовой полости при дыхании остаются совершенно неподвижными, так как в ней не имеется никаких мускулов, лишь обе ноздри могут расширяться при глубоком вдохе благодаря сокращению мышц наружного носа, деятельность

которых связана с лицевым нервом. Большое значение для дыхательного процесса имеет слизистая оболочка, выстилающая внутреннюю поверхность носовой полости. Она очень богата кровеносными сосудами, которые на носовых раковинах превращаются в многочисленные полости и образуют так называемую кавернозную ткань; последняя особенно обильно представлена на нижней и средней раковинах, между которыми как раз и происходит движение воздуха при вдохе и выдохе. Здесь — в среднем носовом ходе — воздух успевает нагреться почти до температуры тела, насытиться водяными парами и освободиться до некоторой степени от пылевых частиц и микроорганизмов, которые оседают и обезвреживаются в носовой слизи. Чтобы попасть из ноздрей в носоглотку, ток воздуха должен описать дугу, сначала вверх потом вниз.

Слизистая оболочка носа очень обильно снабжена чувствующими нервами — от первой и второй ветвей тройничного нерва. Чувствительность слизистой оболочки оказывает большое влияние на дыхание. При раздражении слизистой оболочки носа механическим щекотанием, табачным дымом, нашатырным спиртом, парами хлороформа, азотной кислотой и пр. у животного наступает энергичное выдыхательное движение, ритм дыхания замедляется, и дело может дойти до полной остановки дыхания в фазе выдоха; общеизвестен также другой рефлекс со стороны носа, который выражается в форме чихания; при электрическом раздражении носа у животного можно получить острое вздутие легких в результате сильного рефлекторного сокращения гладкой мускулатуры больших и малых бронхов; в патологических случаях этим рефлексом объясняется возникновение астматических припадков. Пахучие вещества, раздражая обонятельный нерв, также могут вызывать изменения дыхательных движений, особенно в форме замедления ритма. Влияние разного рода раздражителей слизистой оболочки носа отражается на дыхании и вторично вследствие изменения условий местного и общего кровообращения и повышения кровяного давления.

При дыхании через рот подготовка воздуха для вступления в нижележащие дыхательные пути осуществляется в меньшей степени, так как полость рта обширнее, и его слизистая оболочка не обладает свойствами слизистой оболочки носа; однако через рот человек может дышать в течение долгого времени без особого вреда, так как слизистая оболочка дыхательной трубки быстро приспосабливается и компенсаторно берет на себя функцию выключенного из дыхания носа. Поэтому привычка дышать ртом, а также кратковременная заложенность носа обычно не имеет особенно вредных последствий для здоровья, между тем как некоторые животные (кролики, лошади) в силу анатомических главным образом условий совершенно не приспособлены для дыхания ртом.

Глотка и носоглотка при спокойном дыхании играют пассивную роль, их стенки остаются почти неподвижными, но зато мягкое нёбо находится в постоянном движении. Объективные исследования при помощи записывающего прибора показывают, что мышцы мягкого нёба даже при обыкновенном дыхании находятся в непрерывном колебательном или дрожательном состоянии, зависящем от тонического мышечного напряжения нёбной занавески. Эти самостоятельные колебания наблюдаются как при высоком, так и при низком положении мягкого нёба.

При разных типах дыхания мягкое нёбо имеет стремление то подниматься, то опускаться; так, при ясно выраженном глубоком грудном дыхании нёбо одновременно со вдохом расслабляется и отходит от задней стенки глотки, между тем как при вдохе, который приближается к брюшному типу, и при высоком стоянии диафрагмы, нёбо натягивается и поднимается вверх. Эти сопутствующие дыханию движения мягкого нёба легко можно наблюдать у тренированных певцов при широко открытом рте.

Замечательно, что при смешанном костоабдоминальном дыхании ясной картины поднимания и опускания нёба обычно не бывает. Такую связь мягкого нёба

с дыхательными мышцами можно объяснить общей двигательной иннервацией от блуждающего нерва.

Гортань в функциональном отношении при спокойном дыхании проявляет мало деятельности, однако при помощи голосовых связок просвет ее может суживаться в разной степени вплоть до полного замыкания, так что течение воздуха совершенно прекращается. Такие движения связок являются защитным приспособлением, так как они предохраняют нижние дыхательные пути от попадания в них инородных тел или раздражающих газов. Этому рефлекторно вызываемому защитному свойству гортани весьма содействует большая чувствительность ее слизистой оболочки. Кроме того, голосовые связки, следуя за дыхательным ритмом бронхов, автоматически несколько сближаются при каждом выдохе и расходятся при вдохе, особенно форсированном, таким образом, уже при покойном дыхании в гортани есть зачатки для образования голоса: лишь только связки сдвинутся к средней линии, а ниже их поднимется воздушное давление, возникает звук. Обе голосовые связки с каждым вдохом и выдохом продолжают свои ритмические движения наружу и внутрь даже после двусторонней перерезки нижних и верхних блуждающих нервов. Это указывает на то, что эти движения находятся в полной зависимости от сокращения гладкой мускулатуры всего бронхиального дерева. Вдыхание чистого воздуха может вызвать замыкание голосовой щели при сильном напоре воздуха, например при сильном ветре. При расширении легких и повышении в них давления вследствие возбуждения блуждающего нерва голосовые связки имеют стремление сомкнуться и перейти в состояние фонации. Щитовидный и перстневидный хрящи при вдохе несколько удаляются друг от друга. Вся гортань в целом также не остается совсем безучастной, она немного опускается при вдохе и снова поднимается при выдохе. Ее опускание и поднятие находятся в связи с таким же движением трахеи и бронхов, которые, в свою очередь, связаны с движением эластической легочной ткани и диафрагмы.

Трахеей начинается нижний отдел воздухоносных путей; она представляет собой неправильной цилиндрической формы трубку, спускающуюся от уровня 7-го шейного позвонка вниз до 5-го грудного позвонка, где она и делится на два основных бронха. Корпус трахеи состоит из 16–20 хрящевых колец, из которых каждое напоминает подкову, в связи с этим задняя ее стенка является мягкой; в ней заложены мощные слои из гладкой мускулатуры, располагающиеся в поперечном и продольном направлении; благодаря этому просвет трахеи может значительно суживаться, что и наблюдается в большей или меньшей степени при каждом выдохе. При падении тонуса гладкой мускулатуры трахея расширяется. Внутренняя поверхность трахеи покрыта слизистой оболочкой, которая является продолжением слизистой гортани.

Правый и левый большие бронхи, отойдя от нижнего конца трахеи, еще до своего вступления в легкие, в свою очередь, также начинают делиться на все более и более мелкие ветви, пока просвет их не достигнет диаметра около 0,5 мм, чтобы превратиться в конечные разветвления — в бронхиолы. Строения бронхов и бронхиол существенно отличаются друг от друга. Мельчайший бронх в сущности построен так же, как и более крупный. Остов крупного бронха состоит из сплошных хрящевых колец, между тем как в тонких бронхах эти кольца заменяются небольшими хрящевыми пластинками, а в еще более мелких хрящ может вовсе отсутствовать. В стенках мельчайших бронхов можно различить 3 слоя: наружный, состоящий из соединительной ткани, средний, образованный преимущественно гладкими мышцами, и внутренний — представляющий собой слизистую оболочку; на последней отмечаются складки, выступающие в просвет бронха (рис. 1 и 2).

В состав гладкой мускулатуры бронхов входят продольные мышечные пучки, слабо развитые, и круговые, образующие очень мощный и сильный слой мышц. Круговая мускулатура простирается до бронхов в 0,3 мм в диаметре и имеет там толщину около 0,2 мм (рис. 3).

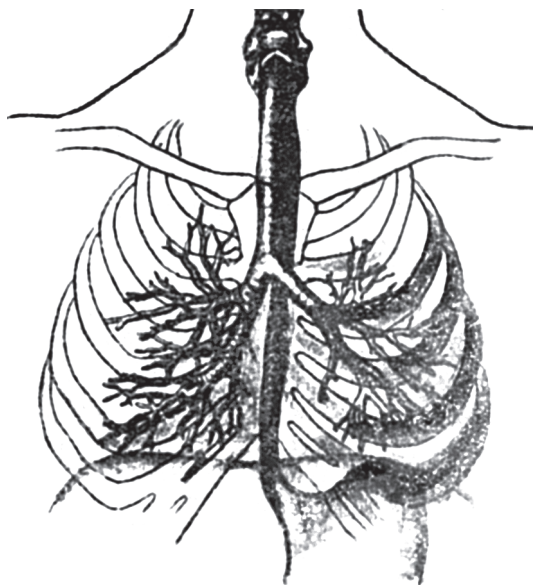


Рис. 1.

Схематический рисунок бронхиального дерева.
Видны: желудок, пищевод и диафрагма

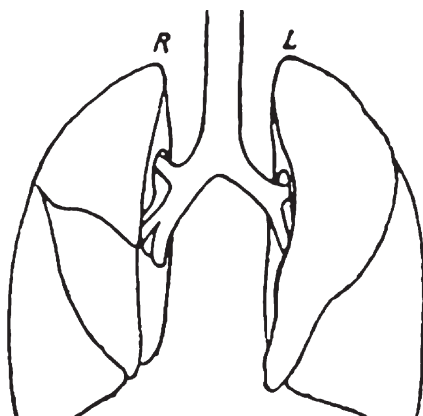


Рис. 2.

Схема трахеи, бронхов и легких

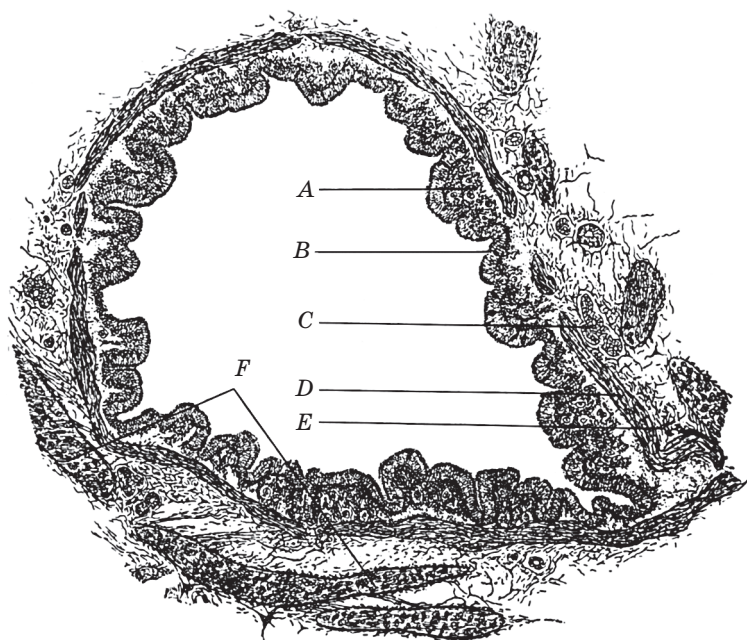


Рис. 3.

Разрез бронха среднего калибра (микроскопический рисунок):
A — основа слизистой оболочки, *B* — эпителий, *C* — железы, *D* — слой гладкой мускулатуры, расположенные продольно и поперечно к оси бронха, *E* — наружный волокнистый слой, *F* — хрящевые блешки.

Бронхиоли не имеют сплошного слоя круговых мышечных волокон, а снабжены отдельно разбросанными гладкими мышечными элементами, на слизистой оболочке бронхиол нет таких складок, как в бронхах. В больших бронхах гладкие мышечные волокна заключены широким слоем в толще слизистой оболочки.

Раскнутая по всей бронхиальной системе гладкая мускулатура имеет большое физиологическое значение при дыхании, так как она при сокращении оказывает влияние на ширину просвета бронхов, благодаря чему является одним из важнейших факторов при акте выдоха. Вместе с гладкими мышечными волокнами, находящимися также в перегородках между

альвеолами, с эластической тканью легких и с упругостью хрящей бронхов гладкая мускулатура бронхов составляет ту силу, которая поддерживает так называемую эластическую тягу легких. У детей стенки бронхов настолько податливы, что при форсированном выдохе может произойти полное уничтожение их просвета, у стариков, наоборот, деятельность гладкой мускулатуры значительно падает. Способность к сокращению гладких мышц бронхов доказывается многими методами исследования на экспериментальных животных; установлено, что они реагируют на механические, химические и электрические раздражения подобно кровеносным сосудам; они возбуждаются даже после смерти животного в течение еще 5–6 часов. Сила и скорость сокращения их находятся в связи с температурой воздуха, при охлаждении тонус их поднимается, они очень чувствительны к воздушному давлению внутри бронхов; перистальтических движений, как в кишечнике, в них не обнаружено.

В литературе есть указания, что сужение просвета бронхиального дерева в разных отделах легких может совершаться не в одинаковой степени, так что самопроизвольно могут выключаться из дыхания целые участки легких при сильном сокращении гладкой мускулатуры в этих местах.

Второй отдел дыхательного аппарата предназначен для газообмена. Он состоит из легочных пузырьков — альвеол, стенки которых в сущности и составляют ткань легких.

Конечные разветвления мелких бронхов — бронхиолы — переходят в альвеолярные ходы, вокруг которых располагаются альвеолы. Каждая бронхиола со своими альвеолярными ходами и альвеолами представляет легочную дольку, которую можно себе представить в форме конуса с вершиной, обращенной к бронхиоле. Промежуточная ткань, в которой также содержатся гладкие мышечные волокна, связывает простые легочные дольки в одно анатомическое целое — в легкое. Стенки альвеол выстланы тончайшим слоем плоского легочного

эпителия, прилегающего непосредственно к легочным капиллярам. Известную крепость альвеолярным стенкам придает большое количество эластических волокон, вплетенных в наружную поверхность каждой альвеолы. Число альвеол, заключенных в легком человека, доходит от 0,5 до 1,5 миллиарда, так что внутренняя поверхность легкого, если распластать каждую альвеолу по плоскости, займет пространство приблизительно в 100 кв. метров. Если по отношению к этой цифре рассчитать плоскость внутренней поверхности всех бронхов, то она составит около 10 кв. метров. Отсюда можно сделать вывод о величине и силе той гладкой мускулатуры, которая заложена в стенках всей бронхиальной системы и от которой зависит эластическая тяга легких. При покойном дыхании величина этой тяги в период выдоха равна приблизительно 6 мм ртутного столба, а при вдохе доходит до 30 мм; она уменьшается от корня легких по направлению к периферии. При рождении альвеолы находятся в спавшемся состоянии, они расправляются и растягиваются при первом вдохе ребенка под влиянием вдыхания атмосферного воздуха и увеличения объема грудной клетки (рис. 4).

Большинство физиологов полагает, что газообмен в легких совершается благодаря диффузному

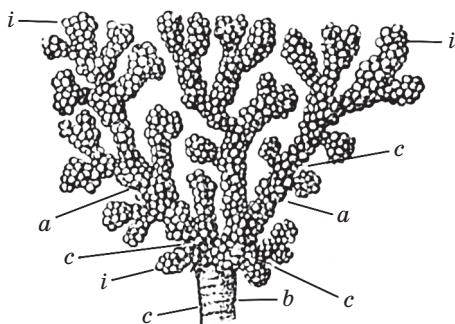


Рис. 4.

Схематическое изображение доли легкого по Ф. Шутьце:

b — концевой бронх, *a* — альвеолярный ход, *i* — альвеолы и легочные пузырьки, *c* — места клапанов — по Тенделоо.

и осмотическому процессу, происходящему от разности напряжения газов крови и альвеолярного воздуха; другие считают, что он зависит от активной деятельности легочного эпителия, который выделяет углекислоту из венозной крови и активно же поглощает кислород воздуха. Эта секреторная теория дыхания заставляет осмотрительно относиться к господствующему химическому и физическому учению о газообмене и не принимать его как абсолютно бесспорный базис для научных построений.

Вся легочная и бронхиальная системы находятся под влиянием блуждающего и симпатического нерва. В составе блуждающего нерва находятся центростремительные и центробежные волокна. К первым относятся чувствующие волокна, несущие возбуждение от периферии к центру; они, например, вызывают кашель и передают раздражение на дыхательный центр от всего легкого. Перерезка обоих блуждающих нервов у опытных животных резко уменьшает количество дыхательных движений и увеличивает их глубину. В легкие мертвого животного можно вдуть большее количество воздуха, чем в легкие живого.

Центробежные нервные волокна содержат прежде всего двигательные нервы для гладкой мускулатуры всего легкого, поэтому раздражение блуждающего нерва ведет к энергичному сужению преимущественно средних и мелких бронхов, а также и бронхиол. Атропин, введенный в кровь, парализует гладкие мышцы бронхов и резко расстраивает дыхательные движения. Секреторные волокна для слизистой оболочки бронхов также относятся к центробежным и входят в состав блуждающего нерва. Кроме того, в нем находятся сосудорасширяющие нервы; таким образом, при раздражении блуждающего нерва происходит одновременно с гиперемией бронхов усиленная секреция слизистой оболочки.

Симпатический нерв является полным антагонистом по отношению к блуждающему: так, при его раздражении наступает расширение просвета всех бронхов

и падение тонуса гладкой мускулатуры, подобным же образом действует адреналин и кальций; на сосуды симпатический нерв влияет сосудосуживающим образом.

Центры для сужения и расширения бронхов лежат в продолговатом мозгу, возбуждение их, приводящее к ритмическим дыхательным движениям, происходит не только путем рефлекса с периферии, но раздражающим действием крови и тканевых жидкостей.

Поступающий через рот или нос воздух во время вдоха по дыхательным трубкам доходит до альвеол не полностью, так как часть его под конец вдыхания не успевает проникнуть в полости альвеол и остается в бронхиальных трубках, в которых газообмена не происходит. Эта часть воздуха удаляется при выдохе наружу неиспользованной в смеси с воздухом, вытекающим из легочных пузырьков.

При спокойном дыхании взрослый человек вдыхает в среднем около 500 куб. см воздуха с очень широким индивидуальным колебанием (от 300 до 900 куб. см), а при усиленной мышечной работе при форсированном вдыхании количество его может доходить до 3 и более литров.

Законченное обычное дыхание можно продолжить значительно дольше, вводя так называемый дополнительный, равный приблизительно 1500 куб. см (при усиленном выдыхании можно также удалить воздуха около 1500 куб. см) резервный или запасной воздух. Сумма дыхательного воздуха, дополнительного и резервного, таким образом, равна около 3600 куб. см и показывает жизненную емкость легких, которая у лиц, занимающихся спортом, может дойти до 6000 куб. см; у женщин она вообще ниже. После максимального выдоха в легких все же остается так называемый остаточный воздух, спирометрически не измеряемый, — в среднем при помощи газовых часов его определяют в сумме 1200 куб. см.

Таким образом, после спокойного выдыхания в легких остается резервный и остаточный воздух, т. е.

около 2800 куб. см, сумма их получила название альвеолярного воздуха. Так как газообмен в альвеолах происходит непрерывно, то в сущности в нем непосредственно участвует лишь альвеолярный воздух, дыхательный же только вентилирует альвеолярный.

Частота вдохов в минуту у взрослого лежит в пределах 16–20, причем продолжительность вдоха почти равна выдоху.

Скорость движения воздуха по дыхательному пути, одинаковая для покойного вдоха и выдоха, меняется в зависимости от величины плоскости сечения в разных его участках. Так как по мере деления бронхов общий поперечник их все увеличивается, то по мере продвижения воздуха по направлению к альвеолам быстрота течения его уменьшается. Вычислено, что для ноздрей, площадь отверстия которых равна около 1,5 кв. см, скорость движения воздуха доходит до 15–20 см в секунду, на уровне голосовой щели с площадью в 1 кв. см она — около 30 см, в трахее с площадью 3 кв. см — 10 см, в больших бронхах с площадью 6 кв. см — 5 см, в бронхиолах с площадью в 63 кв. см — около 0,5 см, в альвеолах скорость падает до 0,003 см в секунду, т. е. здесь происходит почти полная остановка движения воздуха. Дело резко меняется при замыкании голосовой щели, например при кашле, когда в гортани быстрота движения его может достигнуть 50–120 см в секунду, в бронхиолах от 0,5 до 25 см.

Давление воздуха в легких при вдохе равно примерно 0,1 мм ртутного столба, при выдохе — 0,13 мм. Отрицательное давление в альвеолах есть следствие растяжения легких и их эластичности.

Третий отдел дыхательного аппарата. Хотя воздухоносные пути и легкие приспособлены для самостоятельных дыхательных движений, совершающихся автоматически для вдоха и выдоха, все-таки все эти органы находятся в теснейшем взаимоотношении с движениями стенок грудной клетки и живота; благодаря этим движениям дыхательный ритм может меняться произвольно.

Грудная клетка образуется позвоночным столбом, всеми ребрами, реберными хрящами и грудиной. На скелете форма ее приближается к конусу, но это сравнение приблизительное, так как горизонтальное сечение грудной клетки не имеет формы круга вследствие вдвигания внутрь ее позвоночного столба: основание клетки более узко по сравнению со средней частью. Верхнее отверстие ее образуется первыми ребрами и рукояткой грудины, нижнее — двенадцатыми ребрами, концами одиннадцатых, ложными хрящевыми ребрами (10-го, 9-го, 8-го и 7-го) и мечевидным отростком грудины. Промежутки между реберными дугами заполнены межреберными наружными и внутренними мышцами, отчего боковые стенки грудной клетки обладают значительной упругостью и неподатливостью. Вверху грудная полость замкнута расположенными здесь мышцами и сосудистонервным пучком; она малоподвижна; нижнюю ее стенку образует грудобрюшная преграда.

Внутренняя поверхность грудной клетки и поверхность обоих легких покрыта плевральными оболочками, которые друг с другом плотно соприкасаются, так что между ними плевральное пространство в сущности всегда отсутствует; оно может появляться лишь в патологических случаях, если между плевами скопится жидкость или воздух. Серединные поверхности обоих легких соприкасаются со средостением, основания их — с диафрагмой. Таким образом, легкие со всех сторон окружены плевральным пространством (или щелью) — реберным, диафрагматическим и срединным.

Расширение грудной клетки может происходить в трех направлениях: вперед, в стороны и вниз, что осуществляется движением ребер вверх и в стороны и опусканием диафрагмы. Вслед за увеличением грудной полости легкие расширяются, во-первых, под влиянием притекающего в альвеолы наружного воздуха, во-вторых — вследствие возможности развития в плевральном пространстве отрицательного давления и, в-третьих, благодаря деятельности легочных гладких мышц, расширяющих бронхиальную систему под

влиянием симпатического нерва. По современному учению главную роль при вдохе приписывают пассивному растяжению легких. Однако против этого мнения говорит способность человека и животных при некоторых условиях дышать при полной неподвижности всех стенок грудной и брюшной полостей, что также можно наглядно наблюдать у факиров, зарывающих себя в землю, у животных, находящихся в зимней спячке; наконец, многие певцы, специально занимающиеся тренировкой своих дыхательных движений, достигают этой возможности в совершенстве; вдох верхушками легких, где стенки грудной полости остаются почти неподвижными, также можно допустить лишь при условии активного расширения мелких бронхов и альвеол.

При выдохе одновременно с уменьшением полости грудной клетки легкие в связи с эластической тягой стремятся спастись, давление в альвеолах увеличивается, становится выше атмосферного, и таким образом создаются условия для тока воздуха по бронхиальным трубкам изнутри наружу. Активность гладкой мускулатуры бронхов при этом имеет большое значение, так как и выдох может совершаться при полном отсутствии помощи со стороны стенок груди и живота и диафрагмы. Спадение легкого происходит тем сильнее, чем дальше от корня легких; таким образом, эластическая, тяга больше выражена по периферии их, а максимум ее на уровне 3-го и 4-го ребер. При сильной спазме бронхов давление воздуха может увеличиться не только по бронхиальному дереву, но и распространиться в альвеолах, отчего например при астме, наблюдается вздутие легких. Следует отметить, что в разных местах легкого деятельность гладкой мускулатуры бывает выражена весьма различно, что может привести к развитию в различной степени возможности отрицательного давления на отдельных участках плеврального пространства.

При спокойном вдыхании поднятие и расхождение в стороны ребер регулярно осуществляется сокращени-

ем наружных межреберных и внутренних межхрящевых мышц и диафрагмы, при углубленном же и форсированном расширении грудной клетки принимает участие ряд вспомогательных мускулов; сюда относятся мышцы шеи (*m.m. scaleni, st. cl. mastoid.*), мышцы плечевого пояса (*pectoralis, subclavius*) и спины (*serratus post. sup., latissimus dorsi*). При спокойном выдыхании спадение грудной клетки происходит в значительной мере пассивно вследствие тяжести стенок груди, затем от эластичности легких и реберных хрящей и деятельности брюшных мышц.

При усиленном, напряженном или затрудненном выдыхании участвуют внутренние межреберные мышцы, мышцы спины (*serratus post. inferior* и боковые пучки *m. latissimus dorsi*) и мышцы живота, способствующие образованию брюшного пресса.

Диафрагма является самой подвижной стенкой грудной полости; из всех мышц, содействующих акту дыхания и влияющих на вентиляцию легких, она имеет наибольшее значение. Натянутая в нижнем отверстии грудной клетки, она имеет в середине неправильную форму двух куполов с небольшим седловидным впадением в середине для сердца и состоит из сухожильного центра и мышечных частей по периферии. Сухожильная часть образует всю поверхность куполов и сердечной впадины и своими очертаниями напоминает лист трилистника (рис. 5 и 6).

Вследствие куполообразной формы, выпуклостью обращенной кверху в полость груди, на верхней поверхности диафрагмы можно отметить скаты вперед, вправо и влево и назад. Передний скат выражен менее других и упирается в область нижнего конца грудины, задний примыкает к позвоночнику; боковые скаты, спускающиеся к ребрам, особенно глубоки и придают всей диафрагме такую форму, что можно говорить о правом и левом куполах ее, отделенных друг от друга сердечной впадиной. Правый купол лежит выше левого. В общем же положение обоих куполов крайне изменчиво и зависит от многих условий.

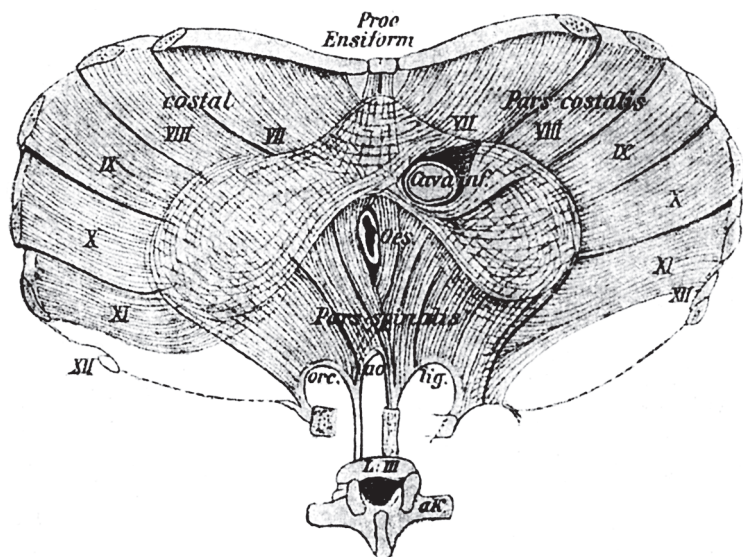


Рис. 5.

Схематический рисунок диафрагмы сверху

На распиле замороженного трупа вершина правого купола спереди находится на уровне 4-го межреберного пространства, по подмышечной линии на высоте 4-го ребра, сзади на лопатке на 8-м ребре; левый купол лежит на 2–3 см ниже. У живого человека при стоянии правая часть диафрагмы своей вершиной находится на уровне 5-го ребра, при лежании на спине вершина правого купола доходит до 7-го ребра, при сидении же она опускается и особенно низко при склонении вперед. Соответствующими активными движениями можно произвольно придать диафрагме любое положение.

Выпуклость навверх куполов диафрагмы зависит главным образом от действия эластической тяги легких, а также от давления наружного воздуха на стенки живота, менее всего причина выпуклости связана с положением печени, желудка и селезенки, так как форма диафрагмы остается неизменной на трупе и после удаления этих органов.

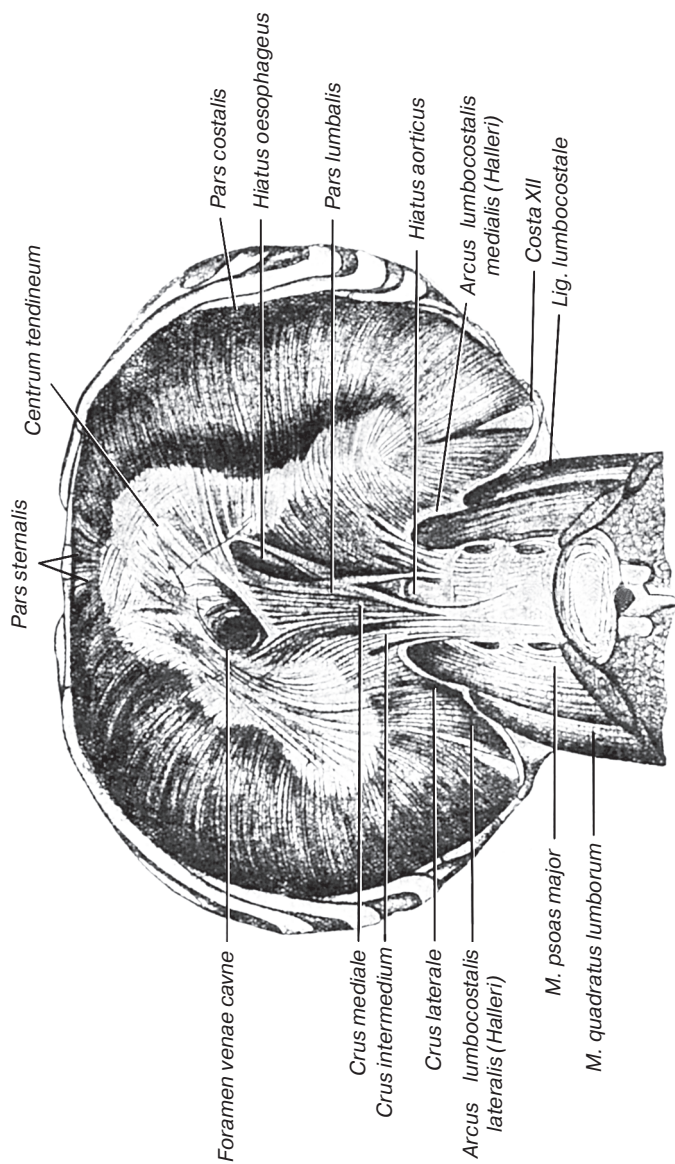


Рис. 6.
 Диафрагма снизу

Мышечная часть диафрагмы прикрепляется к внутренней поверхности грудной клетки и к центральной сухожильной зоне; по месту расположения в ней различают грудинную, реберную и поясничную части. Грудинная самая слабая, индивидуально изменчива по своей массивности (иногда совершенно отсутствует), начинается мышечными пучками от внутренней поверхности мечевидного отростка грудины и от апоневроза поперечной мышцы живота по линии, которая тянется от отростка до середины 8-го или 9-го ребра. Пучки ее коротки и слабы.

Реберная часть образуется гораздо более длинными и сильными мышечными волокнами; по сосковой линии они отходят от внутренней поверхности 9-го ребра, по направлению назад они укорачиваются, прикрепляясь к 7, 8, 10 и 11 ребрам. Так как от места прикрепления мышечные волокна тотчас поднимаются вверх и внутрь, то между этой частью диафрагмы и грудной стенкой образуется узкая щель, которая расширяется и суживается от дыхательных движений легкого.

Поясничная часть диафрагмы — самая сильная и состоит из нескольких мышечных пучков, из которых одна часть отходит от 12 ребер, а другая, более мощная, имеет веерообразную форму и своими узкими ножками прикрепляется к 3-му и 4-му поясничным позвонкам; широкий ее конец направлен вверх и вперед к середине сухожильной зоны.

Общее сокращение всех мышц диафрагмы уплощает куполообразную ее форму и опускает ее вниз и несколько вперед вместе с сухожильной зоной; это движение ее сопровождается выдвиганием области подложечки и живота вперед и оттеснением брюшных органов вниз. Необходимо отметить, что разные участки мышечной диафрагмы могут действовать изолированно и самостоятельно: в одних случаях преимущественно сокращается поясничная часть, в других главное участие принимают реберные и грудинные части, причем вся диафрагма сдвигается то назад, то вперед. При изолированном сокращении той части,

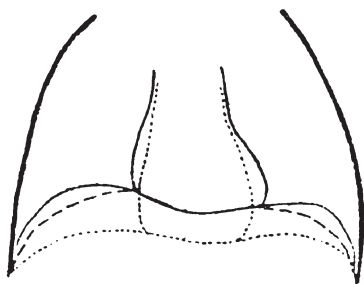


Рис. 7.

Схема движений диафрагмы при покойном и глубоком дыхании:
 ————— — стояние диафрагмы в конце выдоха, - - - - — стояние диафрагмы в конце покойного вдоха, — конец глубокого вдоха.

которая прикрепляется к 12-м ребрам, диафрагма натягивается без опускания. Все эти движения можно совершать произвольно и таким образом расчленять деятельность диафрагмы по частям, при обычных же условиях спокойного или глубокого дыхания человек действует всеми частями одновременно. Если пункт фиксации мышц меняется и с краев нижней апертуры грудной клетки переходит на центральную зону, то ребра приподнимаются, а диафрагма занимает высокое положение; подобный эффект может быть при изолированном сокращении лишь реберной и грудинной частей. Принимая во внимание возможность отдельного действия разных отделов диафрагмы, а также разную степень их сокращаемости, нужно считать, что диафрагма способна производить очень сложную и разнообразную деятельность в двигательных дыхательных процессах.

Кроме активных движений, диафрагма может пассивно перемещаться, так как края ее прикрепляются к подвижным стенкам. Если грудная клетка расширяется в стороны и вперед, то места прикрепления грудинных и реберных мышечных пучков удаляются от центральной зоны, вследствие чего в силу растяжения диафрагма уплощается и оба купола ее несколько опускаются. Это, однако, может произойти в том случае,

если органы живота сжимаются, а передняя стенка живота уступчива, если же этого нет или выражено в ограниченном масштабе, то пункт фиксации переходит на центральную зону, что также сопровождается поднятием ребер; таким образом, пассивные и активные действия диафрагмы приводят к выполнению одной и той же задачи.

Функция диафрагмы во время дыхания сводится к нескольким задачам: 1) она увеличивает объем грудной клетки, 2) служит вспомогательным органом для усиления дыхания, 3) противодействует эластической тяге легких, стремящейся уменьшить объем легких спадением, 4) защищает грудную полость своей упругостью от наружного давления воздуха, 5) выравнивает давление между грудной и брюшной полостями, 6) способствует своим присасывающим действием оттоку крови из полости живота в нижнюю полую вену и в правое сердце.

При изучении движений диафрагмы нужно принять во внимание положение ее, которое может быть высоким и низким. Высокое стояние диафрагмы наблюдается при повышении силы давления брюшного пресса, при повышении тонуса легочной ткани, при форсированном выдохе, при выдувании, кашле и пр., при длительном фонировании или счете без передышки, и особенно при вдохе с закрытым носом и ртом; далее, оно бывает при повышении мышечного тонуса диафрагмы, при затруднении дыхания от сужения трахеи и бронхов или голосовой щели. Почти во всех этих случаях высокое стояние диафрагмы можно вызвать произвольно, но оно может получиться и пассивно при целом ряде обстоятельств, например при вздутии живота от метеоризма, при водянке живота, а также при ее параличе вследствие перерезки чревных нервов, когда тонус ее не может противостоять брюшному давлению.

Целый ряд физиологических и патологических условий приводит к низкому стоянию диафрагмы, сюда принадлежат: ослабление брюшного пресса и повышение отрицательного давления в брюшной полости,

опускание брюшных органов, далее эмфизема легких, плеврит, многие болезни легких и самой диафрагмы, общее истощение и слабость, к низкому же стоянию ее предрасполагает широкая грудная клетка в нижних частях, наконец, это положение можно придать диафрагме произвольно и, наоборот, таким же образом перевести его в высокое стояние. Так как помимо всех прочих условий диафрагма поднимается и опускается при вдохе и выдохе, то, когда говорят об уровне ее стояния, имеют в виду среднее стояние.

Объективные признаки высокого стояния диафрагмы выражаются в расширении грудной клетки, особенно в нижних отрезках ее, в уменьшении глубины дыхательных экскурсий и в умеренном втягивании живота. Придать диафрагме высокое положение легче удастся молодым людям с узкой грудью, тогда как для пожилого это удастся с большим напряжением и при специальной тренировке.

Для объяснения многих клинических и физиологических явлений необходимо допустить, что диафрагма обладает тонусом, который свойствен каждой мышце. Он проявляет свое действие не только во время сокращения диафрагмы, но и при выдохе, когда она следует за спадающими легкими. Тонус диафрагмы весьма значителен и может противостоять большой силе.

Тонус диафрагмы увеличивается во всех случаях активного высокого ее стояния, он повышается при остановке и задержке дыхания, при вдохе с закрытым носом и ртом, при замыкании голосовой щели, при кашле, при сдавливании живота тяжестью или бинтом, при возбужденном психическом состоянии, далее при отравлении углекислотой, кокаином, при вдыхании аммиака, он больше выражен при грудном типе дыхания и при узкой грудной клетке. Степень тонического напряжения диафрагмы колеблется в широких пределах, точно так же, как и высота ее стояния. Изменение тонуса диафрагмы сильно влияет на установившееся равновесие между грудным и брюшным давлением.

В связи с высоким стоянием диафрагмы и с повышением ее тонуса необходимо отметить так называемое парадоксальное движение диафрагмы, — явление, заключающееся в том, что во время вдоха она остается почти неподвижной или энергично поднимается кверху. Это необычное движение сопровождается втяжением подложечки и расширением нижней апертуры грудной клетки; его можно сделать при вдохе с замкнутой голосовой щелью, оно наблюдается также при параличе диафрагмы. Интересно заметить, что одновременно с парадоксальным движением диафрагмы может уменьшаться глубина экскурсий грудной клетки и живота вплоть до полного их исчезновения.

Интенсивность дыхательных движений диафрагмы при покойном дыхании подвержена значительным колебаниям при разных положениях тела; так, при лежании на боку диафрагма сильнее двигается на противоположной стороне, при брюшном типе дыхания она может делать широкие размахи, а при грудном ее движения могут быть сведены до минимума.

Разная степень участия диафрагмы во время спокойного дыхания указывает, что ее нельзя рассматривать как главный вдыхательный фактор; и действительно, некоторые физиологи считают, что она не оказывает на вдох никакого влияния (Феликс), так как выключение ее не угрожает дыхательной функции легких. Другие (Голткрауз) принимают, что на долю диафрагмы приходится лишь 20 % вдыхаемого воздуха, и утверждают, что она играет только компенсаторную роль и благодаря своему тону косвенно может влиять не только на вдох, но и на выдох. У некоторых животных (низших) диафрагма лежит выше легких и участвует главным образом при выдохе, например у лягушек, громкий крик которых связывают с этим обстоятельством; у птиц диафрагма развита очень слабо, а у рыб она вовсе отсутствует.

Диафрагма снабжается двигательными нервами, главным образом при помощи парного чревного не-

рва (*n. phrenicus*), который выходит из 4-го шейного нерва; спустившись вниз по передней поверхности *m-lus scalenus*, он через верхнее отверстие грудной клетки проникает в переднее средостение, где перед вступлением в диафрагму делится на 2 ветви, переднюю и заднюю; задняя входит в поясничную часть в направлении назад и к середине диафрагмы, а передняя, распавшись на большое число веточек, снабжает остальную ее часть. Тот участок мышечной диафрагмы, который отходит от 12-х ребер, получает отдельные двигательные волокна от 12-х межреберных нервов; это обстоятельство имеет важное физиологическое значение, так как позволяет сделать заключение, что диафрагму можно натягивать произвольно совместно с действием некоторых спинных мышц; сюда особенно относятся широкие мышцы спины и нижние зубчатые (*latissimus dorsi* и *serratus post. inf.*), при сокращении которых нижние ребра отводятся наружу и, растягивая диафрагму, увеличивают ее тонус. Кроме двигательных нервов, в диафрагму входит симпатический нерв, который идет в стволе чревного нерва, с нижней стороны она получает еще волокна от солнечного сплетения (рис. 8).

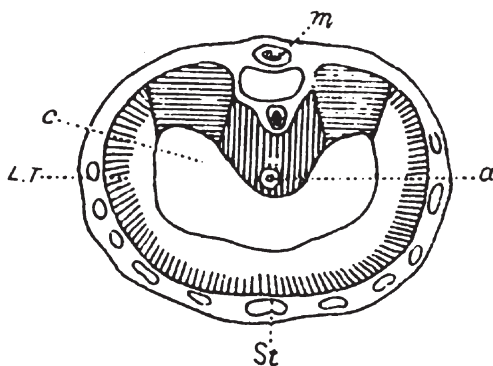


Рис. 8.

Схема моторной иннервации диафрагмы; горизонтальная зачерченность от 12-й пары межреберных нервов, вертикальная — от чревного и симпатического нервов, белое поле без черточек — от чревного нерва

Чувствительность диафрагмы в центральных частях поддерживается также от чревного нерва, в краевых же от последних 6 межреберных нервов.

Движения диафрагмы имеют отношение к сердцу, которое пассивно перемещается вместе с центральной зоной и с устьями больших сосудов. При сокращении диафрагмы увеличивается объем систолы сердца, а при ее расслаблении падает. Стойкое низкое стояние диафрагмы при общем пониженном мускульном тонеусе дает картину так называемого капельного сердца — как бы висящего на сосудах.

Из методов исследования наиболее важным является просвечивание рентгеновскими лучами, позволяющее с легкостью наблюдать форму, положение, подвижность и отчасти тонус диафрагмы. На экране она представляется в виде двух колеблющихся дугообразных линий, разделенных друг от друга тенью сердца. Правая дуга видна на всем протяжении, левая только в части, лежащей над желудком и селезенкой. Высота стояния обоих куполов варьируется у разных людей и с возрастом несколько понижается. Во время дыхания обе половины равномерно и одновременно опускаются и поднимаются, причем ясно бросается в глаза, что чем сильнее выражен тип грудного дыхания, тем слабее подвижность диафрагмы, вплоть до полной остановки ее; в этих случаях наблюдается даже подъем при вдохе, особенно в передних частях.

Величина и направление экскурсий куполов зависит также от индивидуального сложения тела и от развития мускулатуры. При низком стоянии и выпяченном животе диафрагма может почти не принимать участия в дыхательных движениях. При брюшном типе дыхания передняя часть диафрагмы по сравнению с более крепкой поясничной едва заметно двигается. При смешанном типе дыхания видно, что диафрагма проделывает очень сложные и неравномерные движения, причем впереди можно наблюдать подъем, а сзади опускание. При вдохе с закрытым ртом и носом или с замкнутой голосовой щелью вся диафрагма стремится подняться вверх.

Брюшная полость оказывает большое влияние на процесс дыхания не только благодаря тому, что ее подвижные мышечные стенки при сокращении изменяют давление внутри живота, но и потому, что брюшные стенки имеют точки прикрепления на грудной клетке и тем участвуют в ее движениях.

Полость живота представляет собой нераздельную камеру, в состав которой входят также большой и малый таз; сверху она замкнута диафрагмой, внизу она имеет выпуклое книзу дно, состоящее из крепкой фасции и мышц промежности (*m. levator ani* и *soscygeus*). Ввиду выпуклой формы и подвижности по аналогии с грудобрюшной преградой анатомы называют ее тазовой диафрагмой. Позвоночник с реберной дугой вверху с тазовыми костями внизу представляют прочный и неподатливый остов, который замыкается мощными брюшными широкими мышцами; последние составляют эластические передние и боковые стенки живота, состоящие из нескольких слоев.

Прямая мышца живота широким пластом лежит по белой линии, вверху отходит от передней поверхности 5–7 реберных хрящей и мечевидного отростка, внизу прикрепляется к тазу. Она может сгибать туловище вперед, тянет грудную клетку вниз, а при ее неподвижности стремится поднимать таз.

Косые наружные мышцы (*m. obliquus abd. int.*) лежат на передней и боковых поверхностях живота, верхним своим краем прикрепляются к наружным поверхностям ребер от 5-го до 12-го отдельными зубцами, а сзади к широкому сухожилию спинных мышц. Спускаясь вперед, внутрь и вниз, волокна их присоединяются к белой линии живота и к наружной губе гребешка подвздошной кости. Функция: мышцы тянут ребра вниз и к середине, нагибают позвоночник вперед и в стороны, способствуют вращению туловища вокруг вертикальной оси позвоночного столба.

Косые внутренние мышцы живота (*m. obliquus abd. int.*) покрыты наружными. Сзади начинаются также от спинной фасции и от средней губы

подвздошной кости и широким, пластом направляются вперед и вверх к 4 нижним ребрам и входят в состав влагалища белой линии. Функция: тянут грудную клетку вниз, нагибают позвоночник вперед.

Поперечная мышца (*m. transversus abd.*) растянута широким плоским слоем на передней и боковых поверхностях живота, покрытая предыдущими. Пересекая его поперек, она начинается от внутренней поверхности 6–12-го ребер, от спинной фасции и от внутренней губы гребня подвздошной кости. Функция: опускает ребра, вместе с косыми мышцами уменьшает полость живота и расслабляет диафрагму, суживая апертуру грудной клетки.

Следующие две мышцы, участвуя в образовании брюшных стенок, в то же время поддерживают грудную клетку в расширенном состоянии.

Широкая спинная мышца (*m. latissimus dorsi*) лежит на задней поверхности спины и на боковых стенках груди. Начинается от спинной фасции и от наружной поверхности 3–4 нижних ребер и покрывает всю заднюю и часть боковой поверхности туловища от нижнего угла лопатки до копчика. Направляясь наружу и вверх и образовав заднюю стенку подмышечной впадины, она превращается в плоское сухожилие и прикрепляется к малому бугру плечевой кости. Функция: отводит руку за спину, расширяет нижнее отверстие грудной клетки, выпрямляет туловище наподобие того, как становятся во фронт.

Зубчатая нижняя мышца спины (*m. serratus inf. posticus*) лежит на задней нижней части грудной клетки, исходя наискось от позвонков поясничной области вверх и наружу и прикрепляясь к нижним краям четырех нижних ребер. Функция: фиксирует ребра и отводит их наружу и тем противодействует влиянию диафрагмы, которая прикрепляется к тем же ребрам изнутри и своим тонусом отводит их вверх и к средней линии.

Квадратные мышцы поясницы (*m. quadratus lumborum*) находятся на задней стенке живота, отходя от нижнего края 12-го ребра и от поясничных позвонков

и направляясь к внутренней губе подвздошной кости. Функция: тянет последнее ребро вниз, склоняет позвоночный столб в стороны и фиксирует ребра в неподвижном положении.

Действуя своей эластической тягой, указанные мышцы совместно с грудобрюшной преградой и тазовой диафрагмой служат целям дыхания как при вдохе, так и при выдохе, причем антагонисты и агонисты могут сокращаться синергично в разных комбинациях. Деятельностью мышечных стенок в полости живота развивается и поддерживается внутрибрюшное давление, механизм которого является чрезвычайно сложным в связи с особенностью мышечных слоев и конфигурацией мест их прикрепления, герметичностью брюшной полости, присутствием полых органов, влиянием атмосферного давления и присасывающим действием диафрагмы.

Внутрибрюшное давление при покойном дыхании невелико; оно меняется от положения человека и распределяется в разных местах неравномерно. В этом отношении брюшную полость можно разделить на 3 отдела: верхний — в пределах реберной дуги до уровня ложных ребер, средний — от нижней границы грудной клетки до линии подвздошных костей и нижний в пространствах большого и малого таза. В среднем и нижнем отделах внутрибрюшное давление положительное во всех положениях тела, в верхнем же, подобно полости плевры, под влиянием движения диафрагмы оно может переходить в отрицательное; этим объясняется западение подложечки при лежании на спине. Положительное внутрибрюшное давление при покойном дыхании имеет колебания в пределах 2–3 см водяного столба.

2. ВНЕШНИЕ ДВИЖЕНИЯ СТЕНОК ГРУДИ И ЖИВОТА

Процесс покойного дыхания сопровождается внешними движениями грудной клетки и живота; они выражаются в ритмических расширениях

и спадениях грудных и брюшных стенок, которые совершаются с известной частотой и имеют разную глубину. На разных участках глубина дыхательных экскурсий может быть неодинакова, это и дало повод отличать типы дыхательных движений — ключичное, грудное, брюшное и смешанное. Но это деление, основанное на наблюдении простым глазом или ощупывании грудной клетки, не точно, дает грубые ошибки и по большей части не совпадает с данными, полученными при регистрации дыхательных движений стенок груди и живота записывающими приборами. Надежные и верные результаты о внешних дыхательных движениях грудной клетки и живота можно получить только при помощи так называемых поясных пнеймографов, надеваемых на грудь и живот, и графической записи этих движений на закопченной бумаге вращающегося барабана кимографа (рис. 9).

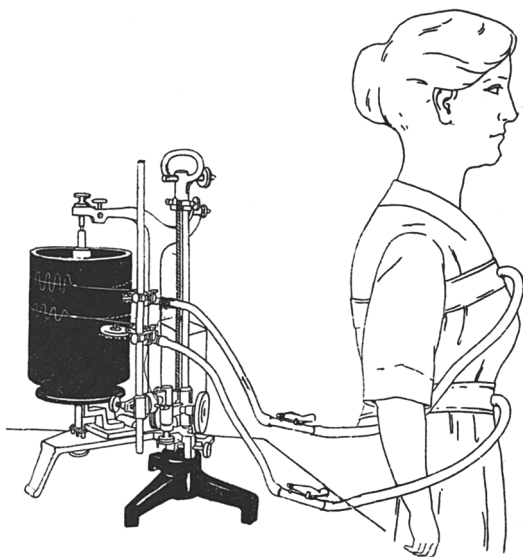


Рис. 9.

Два пнеймографа Гутцмана регистрируют движения стенок груди и живота. Перья капсул Марей пишут на закопченной бумаге вращающегося барабана-кимографа

Для установления типов дыхательных движений при покойном дыхании было предпринято массовое исследование людей — мужчин и женщин. Наблюдению подверглось 1000 человек, среди которых было около 200 певцов. Оказалось, что большинство людей того и другого пола дышит смешанным типом, т. е. что глубина дыхательных экскурсий грудной клетки на уровне сосков и области подложечки и живота на уровне пупка почти одинакова, хотя у мужчин этот тип чаще, чем у женщин. Грудной тип дыхания, т. е. с преобладанием глубины движений грудной клетки, выражен чаще у женщин, но встречается и у мужчин. Брюшной же тип в чистом виде был отмечен всего несколько раз, причем в два раза чаще у мужчин, чем у женщин (рис. 10, 11 и 12).

<i>Тип</i>	<i>Мужчины</i>	<i>Женщины</i>
Смешанный	83%	59%
Грудной	15%	40%
Брюшной	2%	1%

Из таблицы видно, что ни один тип не может считаться принадлежностью того или другого пола и что брюшной тип встречается чрезвычайно редко, как исключение. Таким образом, эти данные опровергают ходячее мнение, очень распространенное среди певцов-практиков, что мужчины дышат животом, а женщины грудью.

Объективные исследования, далее, показывают, что к этим 3 типам необходимо присоединить еще 4-й тип, который обычно не встречается при покойном дыхании и к которому нередко прибегают некоторые певцы во время подготовки к пению. Этот тип дыхания заключается в том, что все стенки груди и живота и область подложечки как при вдохе, так и при выдохе остаются совершенно или почти неподвижными. Подобное состояние стенок груди и живота не вяжется с нашим представлением о механизме дыхания и заставляет предполагать, что дыхательный процесс совершается силами самого легкого, т. е. главным образом гладкой

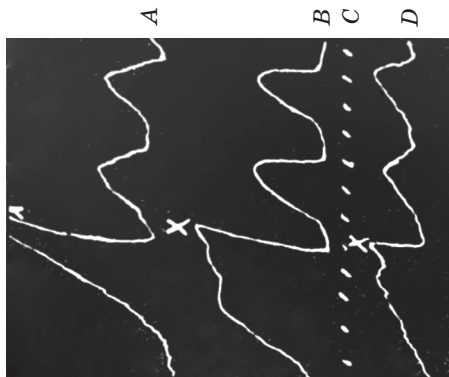


Рис. 10.

Тип смешанного покойного дыхания при записи пнеймографами. Знак «x» — момент перехода к пению. Сопрано

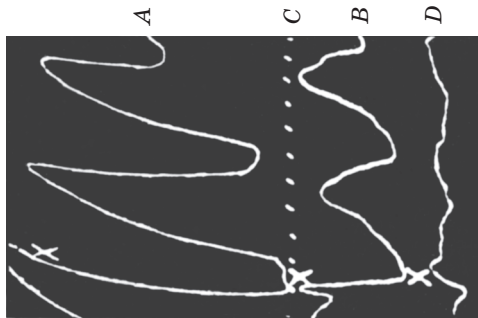


Рис. 11.

Тип грудного покойного дыхания. Бас. Движение брюшных стенок слабо выражено. Запись пнеймографами. Знак «x» — начало пения

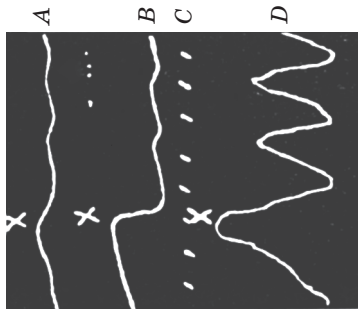


Рис. 12.

Тип брюшного покойного дыхания. Почти неподвижная грудная клетка. Баритон. Знак «x» — начало пения. Запись с пнеймографами

A — область сосков; B — область диафрагмы; C — время; D — живот

Все кривые читаются справа налево

мускулатуры его бронхов. Как будет указано в дальнейшем, этот парадоксальный тип дыхания наблюдается у лучших вокалистов в качестве преобладающего типа во время пения, у большинства же певцов он появляется только в отдельные моменты. Следует заметить, что количество вдыхаемого воздуха при этом типе такое же, как и при других типах, т. е. около 500 куб. см.

Приведенные данные указывают, что существуют индивидуальные условия, когда без особых волевых причин объем легких увеличивается то за счет расширения грудной клетки в стороны, то вследствие опускания диафрагмы без нарушения процесса дыхания, и даже при неподвижности грудных стенок. Отсюда можно сделать вывод, что расширение грудной клетки не является основным фактором в механизме вдоха и выдоха.

Общая дыхательная функция человека представляет чрезвычайно сложный процесс вследствие того, что в ней участвует много органов, из которых одни действуют непроизвольно, автоматически, другие могут проявлять свою деятельность изолированно под влиянием волевых импульсов.

Регуляция дыхательных движений совершается центральной и периферической нервной системой, причем общий автоматический центр дыхания находится в продолговатом мозгу. Все дыхательные мышцы грудной клетки, диафрагмы и живота получают нервы из передних рогов спинного мозга, начиная от шейной его части (п. phrenicus) до поясничной включительно (для мышц брюшного пресса), мышцы гортани, трахеи и бронхов зависят от блуждающего и симпатического нервов. Ядра всех этих нервов, рассеянных по спинному и продолговатому мозгу, можно рассматривать как дыхательные центры. Считают, что центры для поднимания ребер и диафрагмы лежат отдельно от центров, заведующих опусканием ребер и сокращением брюшных мышц. Такие же самостоятельные центры принимаются для движения крыла носа и рта, так как они начинаются раньше, чем движения грудной клетки.

Нормальный ритм дыхательных движений обеспечивается раздражением этих центров, на которые могут оказывать также возбуждающее или подавляющее действие влияния самых разнообразных чувствующих нервов, а также коры большого мозга; этим доказывається, с одной стороны, возможность произвольного изменения хода дыхательных движений, а с другой — зависимость их от психических моментов. Среди рефлекторных явлений следует отметить укорочение инспирации и резкое удлинение экспирации при раздражении вестибулярного аппарата ушного лабиринта; механизм этой реакции связан с деятельностью гладкой мускулатуры бронхов.

На дыхание, далее, большое влияние оказывают изменения в общем и местном кровообращении, деятельность сердца, а также физический, умственный труд.

3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕШНИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Методы исследования дыхательных движений делятся на субъективные и объективные. К первым относятся осмотр и ощупывание грудной и брюшной стенок, ко вторым — применение разного рода регистрирующих приборов.

Осмотр дает общую ориентировку, которая охватывает наиболее характерные двигательные моменты при дыхании. При помощи этого метода установлено практикой деление дыхательных движений на общеизвестные типы. Отмечаются, далее, некоторые частности. Так, у худощавых лиц в лежащем на спине положении наблюдается так называемый феномен Литтена; он заключается в том, что на месте прикрепления диафрагмы к внутренней стенке грудной клетки на высоте 6-го межреберного пространства при вдохе наблюдается похожее на тень движение борозды на коже, которая образует с ребром острый угол. Осмотром же можно определить частоту дыхания, которая относится к числу пульсовых ударов приблизительно как 1:4.

Ощупывание грудных и брюшных стенок весьма помогает осмотру. Ладонь, положенная на грудную клетку, подложечку или живот, отмечает сопротивление, которое оказывают стенки (у пожилых оно больше, чем у юных), контролирует сокращение лежащих под кожей мускулов и оценивает степень их твердости.

Среди объективных методов простое измерение при помощи ленты и толстотного циркуля может оказать некоторую услугу для суждения о двигательных явлениях со стороны груди и живота, особенно о глубине экскурсий. Также удобно производить измерения при помощи толстой свинцовой проволоки, которая вплотную накладывается на грудную клетку; этот способ полезен для сравнения емкости обеих сторон груди. Обычно экскурсии правой стороны больше, чем левой.

Гораздо более точные данные получаются от метода графической записи при помощи пнеумографа. Среди разных моделей этого прибора наиболее подходящим является пояс Гутцмана. Он состоит из обыкновенного кожаного ремня, на внутренней поверхности которого прикрепляется эластическая резиновая трубка (например кусок внутренней велосипедной камеры) длиной 30–40 см. Посредством дренажной трубки длиной около метра полость камеры соединяется с записывающим прибором капсулы Маррея. Употребляют 3 пнеумографа: верхний накладывается на грудь на уровне сосков, другой — на высоте подложечки, третий — на животе на уровне пупка. На закопченной бумаге вращающегося кимографа каждое расширение груди и живота отмечается восходящей линией, а спадение их нисходящей. Пояса должны умеренно затягиваться, чтобы не стеснять дыхания. Испытуемый спокойно стоит спиной к кимографу, чтобы его внимание не отвлекалось прибором (см. рис. 10, 11 и 12).

При нормальном дыхании вдох, начинаясь с умеренной скоростью, сначала ускоряется, затем опять замедляется и наконец резко переходит в выдыхание. Фаза вдоха обычно несколько короче фазы выдоха. По волнообразной линии записи можно судить о частоте

дыхания, продолжительности вдоха и выдоха, о сравнительной глубине их на разных участках туловища и таким образом установить тип дыхательных движений. Обычно разница типов дыхательных движений, ясно выраженная при покойном дыхании, сглаживается при форсированном.

В то время как при помощи поясных пнеймографов получают данные об изменении размеров окружности груди и живота, аппарат другого рода — стетогграф — регистрирует движения отдельных участков поверхности туловища и измеряет поперечный его диаметр. В устройство его положен принцип циркуля, к одному из браншей которого приделывается рычаг, передающий свои движения на записывающий прибор кимографа. Ввиду несовершенства устройства стетогграф не получил широкого применения и употребляется лишь для разрешения специальных вопросов, как, например, для регистрации движений подложечки, которые могут проявлять некоторые особенности по сравнению с другими отделами тела, а также для изолированных записей движений боковых стенок грудной клетки. Для этой цели очень пригодным оказался прибор, который соединяет в себе принцип стетографа и поясного пнеймографа. Вокруг грудной клетки на уровне мечевидного отростка грудины помещаются отдельные куски широкой резиновой трубки или баллоны, которые укрепляются на внутренних стенках квадрата, сделанного из 4 деревянных дощечек шириной 5–6 см и длиной 40–50 см: каждый кусок трубки соединяется с записывающей капсулой Маррея. Этот деревянный квадрат с раздвижными углами — наподобие ярма — охватывает нижнюю часть грудной клетки, так что резиновые трубки находятся между дощечкой и стенкой груди или подложечки. Спереди трубка прилегает к области подложечки, две — к правому и левому боку, задняя — к спине. При каждом вдохе и выдохе раздутые воздухом трубки передают колебания на кимограф. Для упрощения техники записи можно пользоваться только передней и одной боковой трубкой (рис. 13). Прибор

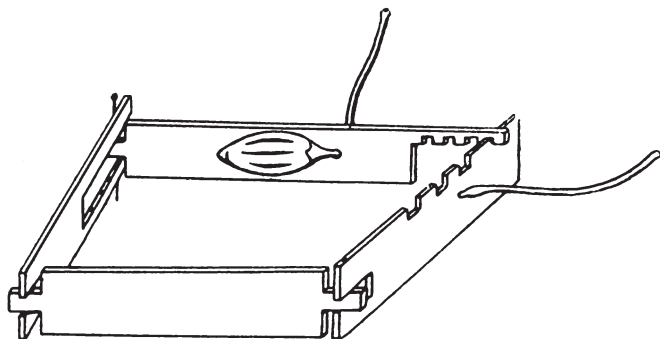


Рис. 13.

Ярмо с плоскими баллончиками на передней и правой боковой дощечках. Дренажные резиновые трубки соединяются с записывающими капсулами Маррея. Прибор годен для толстых и худых

имеет то удобство, что дает кривые, построенные так же, как и от пнеймографа, т. е. нисходящая линия указывает выдох, восходящая вдох; это позволяет быстро ориентироваться при сравнении стето- и пнеймограмм. Благодаря этому прибору сложная кривая движений нижней части грудной клетки, получаемая от пнеймографа, расчленяется на две кривые линии от движения подложечки и бока, которые иногда могут иметь разное направление или отличаться глубиной. Подобное уточнение записи имеет большое значение при исследовании дыхательных движений во время фонации.

Относительно методов исследования движений диафрагмы указано уже выше, здесь остается упомянуть о попытке перенести получаемые на экране рентгеновского аппарата изображения движений ее на закопченную бумагу кимографа. Употребляемые для этого приборы разных авторов — диафрагмографы — очень громоздки, не дают надежных результатов, а потому не получили распространения.

При помощи спирометра можно определять емкость легких в состоянии крайнего вдыхания и выдыхания и количество обменного воздуха. Емкость изменяется в зависимости от длины грудной клетки и всего

тела: у людей в возрасте 20–40 лет на каждый сантиметр длины тела приходится около 22–24 куб. см воздуха, так что при росте в 170 см мужчина может выдохнуть после возможно сильного вдоха около 4000 куб. см; у женщин жизненная емкость легких меньше, она уменьшается также с возрастом. Путем упражнения ее можно значительно увеличить.

ГЛАВА 2

О МЕХАНИЗМЕ ГОЛОСООБРАЗОВАНИЯ

Если двигательный процесс спокойного дыхания, выполняющий функцию газообмена, совершается при помощи сложной и согласованной деятельности весьма многих органов, то при голосообразовании дело в значительной степени осложняется тем, что при непрекращающейся дыхательной функции эти органы в фазе, соответствующей выдоху, приходят в особое состояние, благодаря чему возникает звук голоса.

Самым существенным и основным фактором для образования голоса являются замыкание голосовой щели и производимое на голосовые связки воздушное давление, развивающееся в трахее и во всей бронхиальной системе. Звук голоса не может зародиться, если связки не сомкнутся; он также не может получиться, если они не будут приведены в колебательное состояние напором наступающего снизу воздуха. Между сомкнутыми связками и воздушным давлением во всякий момент голосообразования устанавливается тесное взаимоотношение: чем большее сопротивление оказывают связки, тем сильнее на них давит выходящий из легких воздух, — регулирование этих отношений происходит автоматически и является весьма сложным процессом, так как сила и напряжение внутренних мышц гортани бывают очень разнообразны и меняются не только в связи с усилением и повышением голоса, но и при разных тембровых его оттенках, даже произношение каждой гласной требует определенного, ей присущего давления. Благодаря способности голосовых связок постоянно изменять свою форму и упругость под влиянием механических и психических причин сравнить их дея-

тельность с мертвыми язычками духовых музыкальных инструментов можно лишь только приблизительно: язычок инструмента вполне находится в зависимости от давления на него воздуха, между тем как живые связки, изменяясь в своей активной деятельности, по рефлексу возбуждают колебания силы воздушного давления в трахее и бронхах. Давно известен факт, что усилением выдоха не всегда возможно вызвать громкий звук голоса, так как со стороны связок выступают одновременно разного рода тормозящие влияния, благодаря которым затухают многие обертоны (глухой голос); таким образом, нельзя сказать, чтобы сила голоса, а в особенности его слышимость и звучность, находились в прямых пропорциональных отношениях с силой давления воздуха в бронхах. Надставная труба — нос, рот и глотка — в происхождении голоса играет уже сравнительно менее важную роль, так как по этим полостям проходят уже образовавшиеся ниже звуковые волны. Если бы можно было выключить надставную трубу, то голос не прекратился бы; в этом случае голосовой аппарат напоминал бы инструмент типа гармоніума, где несмотря на отсутствие надставной трубы возникают музыкальные звуки. Однако значение рта, носа и глотки для окончательного формирования голоса велико, так как здесь образуются элементы речи — гласные и согласные и может изменяться тембровая окраска голоса. Надставная труба оказывает также влияние на силу голоса: при слабом раскрытии рта или при полном его выключении не может быть сильных звуков. Еще большее значение надставная труба приобретает потому, что отдельные ее части, как язык, мягкое нёбо, находятся в тесной анатомической и физиологической связи не только с мышцами гортани, но и дыхательными, особенно с диафрагмой. Из этого следует, что эту часть голосового аппарата и ее функцию можно рассматривать лишь в тесном соотношении с деятельностью дыхательных органов и гортани. Для изучения механизма голосообразования и для понимания условий возникновения голоса приходится мысленно разделить весь голосовой аппарат на главные

части и отдельно остановиться на описании голосовой функции дыхательных органов, гортани и надставной трубы.

1. О ГОЛОСОВОЙ ФУНКЦИИ НИЖНИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

Механизм, при помощи которого в трахее и бронхах создается определенное воздушное давление, обусловливается прежде всего замыканием голосовой щели и затем уплотнением воздуха под влиянием сжимания его окружающими частями. Голосовые связки можно сомкнуть настолько сильно, что воздух не в состоянии прорваться между ними; в этом случае звука не получится, как это наблюдается при опыте Вальсальвы или при натуживании; по мере расслабления связок, лишь только края связок получают возможность колебаться от трения вытекающего воздуха, по желанию можно издать шум или звук.

Первой и самой существенной силой, влияющей на развитие внутрибронхиального давления, является гладкая мускулатура, которая широким слоем заложена в слизистой оболочке трахеи и бронхов. Появление этой силы вытекает из свойства гладких мускулов всех полых органов тела — сокращаться, лишь только увеличивается внутри полости боковое давление; этому моменту при голосообразовании как раз соответствует закрытие голосовой щели. Тенденция к возникновению этой силы, как уже было указано, существует при каждом покойном выдохе, когда стенки трахеи и бронхов сжимаются одновременно с сужением голосовой щели. Эластическая внутрилегочная тяга обусловливается системой гладких мускулов; она может развить значительную силу; появляясь с первым вдохом ребенка, она остается на всю жизнь до прекращения дыхания. Как только голосовая щель раскрывается и воздух получает возможность свободного выхода, бронхи вновь расширяются, по рефлексу происходит вдох, и снова они становятся готовыми к новой

деятельности при смыкании голосовых связок. Участие гладкой мускулатуры бронхов в поддержании внутрибронхиального давления очень целесообразно, так как она может действовать плавно и равномерно, без толчков, в противоположность поперечнополосатым мышцам скелета, которые судорожно сокращаются и быстро утомляются.

Если при покойном дыхании высота внутрибронхиального давления незначительна (она колеблется от 0,5 до 2 мм ртутн), то при речи и пении она может достигать больших цифр; так, при громком крике она доходит до 60 и более мм; она поднимается также при повышении тонов и усилении голоса и, наоборот, падает при шепоте до 2 мм; каждая гласная требует строго определенного давления: в среднем для *А* — при речи около 10 мм, *Е* — 12, *О* — 11, *И* — 13,5, *У* — 12,5. Распределение воздушного давления в разных местах всей системы трахеи и бронхов неравномерно, даже при выдерживании одного тона, что зависит от того, что общий просвет дыхательных трубок на разных уровнях неодинаков, поэтому при одних и тех же условиях в трахее давление больше, чем в концевых разветвлениях бронхов. Распределение давления, таким образом, подчиняется физическому закону, по которому в трубках, постепенно расширяющих свое общее русло, давление больше в узких местах и пропорционально скорости истечения воздуха. Если принять за единицу давление в конечной бронхиоле, то в трахее оно будет примерно в 20–30 раз больше. Как известно, для выдерживания давления стенки трахеи обладают большой крепостью и сильной гладкой мускулатурой. Факт неравномерного распределения давления в системе бронхов имеет важное практическое значение: приложение к периферическим частям легких даже незначительной силы, например со стороны стенок груди и живота или диафрагмы, может привести к резкому форсированному звуку, к потере голоса и к заболеванию трахеи. Некоторые авторы приписывают понижение интенсивности голоса растяжению перепончатой части трахеи

и считают, что оно развивается при чрезмерном внутри-трахеальном давлении во время пения и крика, а также вследствие хронического воспаления слизистой оболочки и перерождения тканей. Ослабление упругости стенок трахеи ведет к невозможности выдерживать тоны. Причина слабости голоса у стариков также находит себе объяснение в потере тонуса гладкой мускулатурой. Ввиду неравномерного распространения давления в бронхиальной системе эту часть голосового аппарата никоим образом нельзя сравнивать с мехами музыкального инструмента, которые при сжатии с одинаковой силой давят во всех направлениях.

Является вопрос, какое участие принимает в поддержании давления воздух, заключающийся в альвеолах, так как в их стенках гладкой мускулатуры имеется слишком мало. В этом отношении представляют большой интерес наблюдения физиолога Тенделоо, который показал, что при повышении внутрибронхиального давления во время сокращения стенок бронхов альвеолярные ходы и легочные пузырьки отделяются от бронхиол особым клапаном, благодаря чему альвеолярный воздух выключается из активного, непосредственного влияния на общее давление и остается замкнутым в раздутых легочных дольках; таким образом, бронхиальные трубки оказываются погруженными в массу легочной ткани с закрытыми воздушными пузырьками, которые своей упругостью и эластичностью смягчают сильные толчки, могущие идти со стороны окружающих легкие стенок груди и живота (см. рис. 4, с). Чем глубже сделан вдох перед издаванием звука, тем больше расширяются легочные пузырьки, и следовательно, тем большее количество воздуха замыкается и не используется для активного участия в поддержании давления. Учитывая это обстоятельство, следует подчеркнуть, что образование голоса происходит лишь при помощи воздуха, находящегося в бронхиальной системе и равного объема ее при максимальном расширении. Отсюда следует вывод, что вдыхание большого количества воздуха при пении и речи бесполезно и даже вредно,

так как сильное раздувание легких ведет к развитию чрезмерного давления в бронхах и к расстройству легочного кровообращения, отчего может случиться приступ удушья и одышки, несмотря на достаточный запас кислорода в легких. В момент раскрытия голосовой щели после использования всего воздуха и невозможности долее держать тон заключенный в альвеолах и неиспользованный для голоса воздух изгоняется из легких, нередко в большом количестве, автоматически. Этот заключительный выдох часто не вяжется с ощущаемым недостатком воздуха при выдерживании тона, его наличие можно констатировать, подставив перед собой зеркало: оно запотевает после прекращения звука.

Деятельность гладкой мускулатуры во время фонации находится в тесном соотношении с внутренними мышцами гортани. Как уже было указано, эта связь при покойном дыхании выражается в произвольном сужении голосовой щели при выдохе. Естественно, что она не нарушается и при активном смыкании голосовых связок; импульсы со стороны мышц гортани передаются на стенки бронхов, которые, сжимаясь, автоматически регулируют высоту воздушного давления в соответствии с выполняемой связками звуковой задачей. Произвольные мышцы гортани и независимые от воли гладкие мускулы бронхов составляют одно целое, взаимно уравновешенное в своей деятельности; при этом моментом, определяющим норму бронхиального давления, является рефлекс, управляемый блуждающим нервом и центрами, лежащими в продолговатом и среднем мозгу. Наглядным примером такого совместного сокращения тех и других мышц может служить разговор во сне — процесс, совершающийся под влиянием подсознательных импульсов. Мышечный аппарат гортани, как и многие произвольные мускулы тела, по своей функции стоят как бы на границе между гладкими и поперечнополосатыми мышцами, и только этим можно объяснить механизм таких сложных актов, как глотание, мочеиспускание и пр. Автоматизм между давлением в бронхах и деятельностью голосовых связок

ясно проявляется при произношении гласных, каждая из которых требует различного давления, или при пении восходящей гаммы, когда давление неизбежно повышается на каждом тоне; изменение давления происходит также при различных оттенках голоса.

Итак, гортань и система бронхов составляют самую главную часть всего голосового аппарата и представляют собой тот прибор, который построен по принципу духового музыкального инструмента, но с особенностями, связанными с функциональными свойствами отдельных его частей. Уже в своем изолированном положении в нем находятся все элементы, необходимые для получения звука с характерными признаками — высотой, силой и тембром. Но так как этот прибор большей своей частью погружен в полость грудной клетки с подвижными стенками, то движения последних не могут не отражаться на возникающем внутрибронхиальном давлении. Поэтому на голосовую функцию оказывает большое влияние целый ряд условий, исходящих со стороны стенок грудной и брюшной полостей.

Диафрагма является наиболее подвижной из всех стенок, окружающих грудную полость, поэтому ее деятельность во время фонации оказывает очень важное влияние на состояние давления в замкнутой полости всей бронхиальной системы. Между раздутыми легкими и диафрагмой устанавливается взаимоотношение, в результате которого в грудной полости поддерживается в каждый данный момент фонации определенная степень воздушного давления. Если последнее превышает силу натяжения диафрагмы, она оттесняется вниз, ослабляя давление в бронхах, наоборот, при сильном поднимании ее, самостоятельном или под действием брюшного пресса, давление в бронхиальной системе может быть доведено до крайних пределов высоты. Таким образом, необходимо допустить, что при издавании голоса постоянное равновесие между грудным давлением и деятельностью диафрагмы играет большую роль и что диафрагма не может находиться в спокойном

состоянии, так как давление в бронхах крайне изменчиво даже при произношении отдельных гласных. Это положение о регулирующем значении диафрагмы во время речи и пения должно быть принято за основу взаимоотношений между голосовыми связками, давлением в бронхах и деятельностью грудобрюшной преграды: оно является исходной предпосылкой для суждения о функции голоса и, как известно, служит базой для построения большинства школ пения. С этой точки зрения на диафрагму следует смотреть как на чрезвычайно важную вторую силу, поддерживающую внутрибронхиальное давление при фонации.

Движения диафрагмы почти не ощущаются и поддаются волевому контролю только отчасти; ее голосовая функция совершается главным образом автоматически, но ее положение бывает крайне неустойчиво, так как, во-первых, она обладает очень сложными самостоятельными движениями не только в целом, но и в отдельных зонах, во-вторых, она находится в зависимости от целого ряда факторов, как подвижность стенок, к которым она прикрепляется, состояние брюшного пресса, давление атмосферного воздуха, общее состояние здоровья, психические моменты и прочие индивидуальные анатомические и физиологические условия. Ввиду этого ее влияние на внутрибронхиальное давление может быть очень разнообразно, подвергается всякого рода случайным воздействиям, а в результате ее участие в голосовой функции проявляется в чрезвычайно разнообразных вариациях. Если тоническое ее напряжение слабо, она механически оттесняется грудным давлением вниз, и в поддержании внутрибронхиального давления деятельность ее сводится почти на нет, ее функцию принимают на себя другие части голосового и дыхательного аппарата — стенки грудной и брюшной полостей. Тембр голоса очень чувствителен к этой замене двигательных условий, так как с переменой механизма давления изменяется и деятельность внутренних мышц гортани и тесно связанных с ними мышц надставной трубы. Крикливый, резкий,

неровный, лишенный многих обертонов, далекий, глухой, не несущийся, напряженный, тяжелый голос есть результат слабого участия диафрагмы в поддержании внутрибронхиального давления. В качестве компенсирующих спутников можно наблюдать при этом множество всякого рода излишних подсобных движений, неустойчиво возникающих в разных частях тела (grimасы лица, частый вдох, напряжение конечностей и пр.). Быстрая утомляемость, невыносимость голоса и появление профессиональных заболеваний его находят себе объяснение в перемещении указанных сил и в развитии добавочных излишних движений. Точность дозировки участия диафрагмы и верность ее действия необходимы для артиста, при обыкновенной же речи ее деятельность проявляется в широких пределах без значительного ущерба для качества голоса.

Одним из основных условий для поддержания диафрагмы в состоянии определенного тонуса является ее высокое стояние в течение звучания голоса и уменьшение размаха ее дыхательных экскурсий при вдохе. Общее сокращение мышц диафрагмы при вдохе перед началом звука выводит ее из высокого положения и может вредно отразиться на ее тоническом напряжении. С другой стороны, вынужденное ее поднятие при патологических случаях, например при метеоризме или при параличе чревных нервов, само собой разумеется, не может способствовать увеличению ее тонуса. Наиболее целесообразно высокое положение диафрагмы при так называемом парадоксальном дыхании, когда при вдохе она стремится подняться и сама собой принимает высокое стояние; в этом активном движении заключается подготовка к пению у некоторых певцов. Явления, аналогичные этому подготовительному состоянию, можно воспроизвести, если поднять обе руки таким образом, чтобы пальцы каждой руки на голове обхватывали противоположный локоть: при этом расширяется нижняя часть грудной клетки вследствие отхождения реберных дуг в стороны, диафрагма напрягается, купол ее уплощается, брюшной пресс делается

более активным, стенки живота слегка втягиваются. Ощущаемое в это время чувство легкости вдоха и выдоха объясняется улучшением условий кровообращения, так как вены легких расширяются, чем достигается ускоренный отток крови из вен головы и верхних конечностей. У большинства поющих подготовительное положение диафрагмы устанавливается в самых разнообразных формах или оно совершенно отсутствует и ничем не отличается от подготовки к обыкновенной речи; разная степень опускания диафрагмы при вдохе перед самым взятием звука, таким образом, предрешает ее участие в поддержании давления в бронхах во время фонации, поэтому лишь парадоксальный вдох, при котором диафрагма остается неподвижной или поднимается вверх, больше всего гарантирует успешное выполнение ее голосовой задачи. Среди неблагоприятных моментов, мешающих удержанию высокого стояния диафрагмы и ослабляющих ее тоническое напряжение, большое значение имеет недостаточное развитие брюшного пресса, в связи с чем диафрагма оттесняется вниз: объективно это выражается выпиранием брюшной стенки вперед.

На тонус и натяжение диафрагмы оказывают большое влияние мышцы спины — *m. serratus posticus inf.* и *latissimus dorsi*, которые при сокращении расширяют нижнюю апертуру грудной клетки, и в особенности спинальная часть диафрагмы, прикрепляющаяся к 12-м ребрам.

Третья сила, могущая влиять на состояние внутрибронхиального давления во время фонации, относится к спадающим стенкам грудной клетки; она рождается при расширении грудной клетки при вдохе и складывается из двух моментов: из тяжести стенок груди и из действия выдыхательных мышц, с нею связанных. Если исключить способность гладкой мускулатуры бронхов к самостоятельному сокращению при развитии воздушного давления в бронхиальной системе, то на силу от спадения грудной клетки для этой цели приходится смотреть как на одну из главнейших.

Современное состояние знаний по физиологии голоса и отводит ей первенствующее значение в процессе голосообразования. Величина силы, развиваемой грудной клеткой при спадении, колеблется в широких пределах, точно так же как и продолжительность ее действия. Она зависит от глубины вдыхательного размаха, от активности внутренних межреберных мышц, мышц плечевого пояса, спины и живота и в большей или меньшей степени подчиняется волевому управлению.

Объективное изучение движений стенок груди при фонации приводит к выводам, которые противоречат общепринятому мнению о действительной роли этой силы во время издавания звука. При выполнении одной и той же голосовой задачи у разных лиц движение грудной клетки неодинаково: она может спадаться то вся целиком, то частями в верхних или нижних участках, то она может оставаться в совершенно неподвижном положении: степень спадения колеблется в бесконечных вариациях. Далее, чрезвычайно показательно несоответствие между глубиной выдыхательной экскурсии грудной клетки и количеством истраченного для фонации воздуха. По опытам Дондерса известно, что при расширении грудной клетки во всех направлениях на 2,5 мм объем вдыхаемого воздуха увеличивается на 500 куб. см, что как раз соответствует массе нормального покойного вдоха; между тем, например при пении, западение стенок груди бывает нередко настолько глубоким, что исключается всякая возможность связать его с голосовым расходом воздуха. Это несоответствие еще более выступает, если принять во внимание, что при спадении грудной клетки диафрагма под напором раздутых легких оттесняется вниз и вследствие этого теряет значительную часть своего уравнивающего влияния на соотношение дыхательных и гортанных мышц. Наконец, трудно допустить, чтобы произвольные мышцы грудной клетки равномерно и точно поддерживали воздушное давление в бронхах, так как поперечнополосатые мускулы скелета действуют толчками, требуют частых пауз, быстро утомляются, что

идет вразрез с требованиями голосообразования. Учитывая все эти неблагоприятные моменты и полную возможность фонации при неподвижной и расслабленной грудной клетке, нельзя согласиться с мнением о силе, развиваемой стенками груди, как главном факторе для поддержания давления в полостях бронхов.

Четвертая сила, играющая важную роль в процессе поддержания внутрибронхиального давления, возникает под влиянием брюшного пресса, механизм которого связан с мышцами живота и груди, с деятельностью грудобрюшной преграды и с состоянием брюшных органов. Между давлением в грудной клетке и в полости живота как при покое, так и во время фонации устанавливается известная степень равновесия, физические условия которого очень сложны, так как на всю эту мышечную систему оказывают также немалое влияние атмосферное давление, герметизм брюшной полости, присасывающее значение диафрагмы, присутствие полых органов.

Смотря по цели, направление действующих сил брюшного пресса может быть различно. Особый вид комбинированной деятельности грудных и брюшных мышц проявляется при упоре или при поднятии тяжести, когда необходимо создать опору для развития максимальных сил в конечностях. Величина давления при этом может быть столь велика, что служит причиной появления грыжи. В связи с напряжением всех мышц живота диафрагма занимает высокое положение, и тонус ее увеличивается. Установка подобного типа механизма брюшного пресса для фонации не может дать благоприятных результатов, так как ведет к быстрому утомлению, к развитию чрезмерного давления и к невозможности удержать равновесие для выдерживания тонов.

Однако подобный тип голосообразования можно допустить при разного рода психических аффектах.

Другой характер имеет брюшной пресс, когда в полости живота повышается давление при натуживании

для очищения от содержимого полых органов. Здесь вся работа мышц направлена в сторону большого и малого тазов при остановке дыхания и низком стоянии диафрагмы в положении вдоха. В этих случаях налицо все неблагоприятные условия для образования голоса, но все же не исключена возможность речи и шепота.

В ряде других физиологических процессов задача брюшного пресса состоит в направлении своего действия вверх в сторону грудной полости, как это происходит при усиленном выдохе, при кашле, чихании, отхаркивании и пр., когда голосовая щель более или менее открыта, или при закрытой щели, когда выдыхаемому воздуху ставится препятствие, например при опыте Вальсальвы, при крике, речи, пении. Положительное действие брюшного пресса при условиях голосообразования может быть в том случае, если брюшное давление равно или больше грудного; если же оно меньше, то диафрагма оттесняется вниз и теряет свое тоническое напряжение, так как при этом обычно места прикрепления ее отходят к средней линии тела. Таким образом, в этих случаях равновесие между грудным и брюшным давлением устанавливается за счет спадения грудной клетки.

Повышение брюшного пресса для целей голосообразования может осуществляться разным мышечным механизмом, причем результаты на голосовую функцию бывают неодинаковы. Если брюшная полость уменьшается вследствие сокращения внутренних и наружных мышц живота и особенно поперечной мышцы, то одновременно суживается нижняя апертура грудной клетки, диафрагма расслабляется и уменьшает свой тонус, в результате она теряет часть своего регулирующего влияния на воздушное давление в бронхах, голосовые связки должны выдерживать напор со стороны брюшного пресса, а голос изменяет тембр. Причину напряженного, глухого, бестембрового голоса следует искать в этих условиях голосообразования.

Другая возможность для повышения брюшного давления заключается в уменьшении объема полости

живота за счет опускания грудобрюшной преграды и поднимания нижней тазовой диафрагмы. В первом случае неизбежно падает внутрибронхиальное давление, и для удержания его на определенной высоте возникают компенсирующие движения со стороны стенок груди, а диафрагма выключается из влияния на колеблющиеся голосовые связки. Для сохранения равновесия действующих сил боковые стенки живота отходят в стороны, и живот выпирает вперед. Выпадение участия диафрагмы и замена ее действия активным спадением стенок груди, как уже было указано, вредно отражается на тембровой окраске голоса, в особенности в условиях пения. Среди недостатков отмечается неровность звучания, выпадение отдельных тонов, напряженный, кричащий, сдавленный голос, плохая слышимость, неясная дикция.

Во втором случае эффект повышения брюшного давления зависит от сокращения мышц нижней тазовой диафрагмы, которая, напрягаясь, уплощается и поднимает все содержимое брюшной полости. Если боковые стенки живота неподвижны, направление действующей силы идет прямо вверх и содействует высокому стоянию грудобрюшной преграды. Обе мускульные диафрагмы в своей двигательной функции находятся в обратном отношении друг к другу; нижняя, обращенная выпуклостью вниз, поднимается и в таком положении может оставаться произвольно, максимальное ее действие — после вдоха; верхняя, наоборот, сокращается при вдохе и тоже делается более плоской, после чего при выдохе активная работа ее прекращается. Смена двигательных фаз обеих диафрагм при вдохе и во время фонации позволяет регулировать внутрибрюшное давление произвольно. Выгода от участия в поддержании внутрибронхиального давления нижней тазовой диафрагмы заключается в эластичном действии ее на голосовые связки через посредство наполненных воздухом полых органов живота и в направлении ее силы прямо вверх. Несомненно, что физиологическая связь между всеми мышечными стенками

брюшной полости очень сложна, так как отдельные группы мышц имеют возможность самостоятельно сокращаться и связаны с движениями стенок груди и конечностей. Весьма важное значение следует приписать некоторым мышцам спины; так, квадратные мышцы (*m. quadratus lumborum*), осаживая всю грудную клетку вниз, могут увеличить вместе с тазовой диафрагмой действующую силу снизу вверх, а расширение нижней апертуры грудной клетки при сокращении *m. serratus inf.* (ниж. зубчатой) также может усиливать брюшной пресс вследствие поднятия тонуса грудобрюшной преграды. Также может влиять активное сокращение той части люмбальной зоны диафрагмы, которая прикрепляется к 12-м ребрам. Пятая сила, влияющая на состояние бронхиального давления, связана с положением гортани при фонации. Чем более сдавливается воздух в трахее, тем сильнее он стремится вытолкнуть гортань с сомкнутыми связками вверх. Наружные мышцы гортани, прикрепляющиеся нижними концами к верхней части грудной клетки и ключице, противодействуют этому натиску, осаживая гортань вниз, и таким образом являются участниками поддержания воздушного давления в системе бронхов в сторону усиления. В противоположность этому мышцы, поднимающие гортань, способны лишь к понижению давления; поэтому же напряжение мышц языка, нижней челюсти, рта приводит к поднятию подъязычной кости и гортани. В этом случае ослабление давления в трахее компенсируется действием других сил дыхательного аппарата, чаще всего спадением стенок груди. Голосовые связки не остаются безучастными в этом перемещении сил и также изменяются в своей функциональной деятельности, отчего тембр голоса принимает разные оттенки. Многие исследователи, учитывая эти соотношения между внутренними и наружными мышцами гортани и механизмом дыхательных движений, старались установить выгоды для голоса при разных положениях гортани, но не получили определенных результатов, так как не принимали в расчет возможности

изменения режима голосовых связок в зависимости от условий давления в трахее при перемещении гортани.

Из изложенного видно, как сложна схема тех двигательных сил, из которых в конечном итоге складывается воздушное давление в трахее для приведения в колебательное состояние голосовых связок. Если к этому прибавить, что голосовые связки во время фонации не находятся в полной зависимости от давления, как в музыкальном инструменте, а своей активной деятельностью, наоборот, компенсаторно подчиняют движения дыхательных органов, то общая картина возникновения голоса представляется необычайно загадочным процессом, в котором и сознательно управляемые движения и автоматические связаны между собой с полной согласованностью. Такая автоматическая связь наглядно видна, например, при пении восходящей гаммы, когда с уменьшением ширины голосовой щели возрастает само собой давление воздуха в трахее и бронхах. В условиях обычной речи эти взаимоотношения регулируются врожденным рефлексом, при повышенном же требовании к голосу они сохраняются благодаря тренировке и навыкам. Как бы ни были разнообразны условия голосообразования, между вибрирующими связками и давлением на них у каждого человека устанавливаются определенные отношения настолько прочно, что голос в течение всей жизни почти не теряет основной тембровой окраски.

Но стройность общей работы в каждый момент голосообразования может быть нарушена, так как отдельные группы мышц всего аппарата имеют возможность действовать самостоятельно и независимо от других. Под влиянием внешних и внутренних причин, особенностей языка и пр. у каждого человека вырабатывается индивидуальный комплект автоматических движений, сноровок и привычек, с помощью которых достигается конечная цель — образование голоса, окраска же его чрезвычайно чувствительно реагирует на происходящие изменения в механизме для поддержания давления и колебания связок, приобретая или теряя различные обертоны.

Существующий взгляд, что на тембр голоса оказывает большое влияние резонанция грудной клетки, не может считаться правильным по целому ряду соображений: 1) трудно допустить резонирование в мягких трубках бронхиального дерева, просвет которых во время держания тона постоянно меняется; 2) резонирующая полость может усиливать обертоны заметно для слуха только в случае, если она открыто сообщается с наружным пространством, чего нет при замкнутых голосовых связках. Дрожание стенок груди при фонации свидетельствует лишь о колебаниях голосовых связок, легко передающихся осязающей ладони по сжатому воздуху бронхов и замкнутых легочных альвеол. Предел ощущения тактильным чувством находится между 500–700 колебаний в секунду, а потому низкие тоны воспринимаются лучше высоких.

2. О ГОЛОСОВОЙ ФУНКЦИИ ГОРТАНИ

Среди многих органов, входящих в состав голосового аппарата человека, гортань является наиболее важной частью его, так как в ней зарождается звук голоса. Основным моментом для образования звука служит способность голосовых связок смыкаться до узкой щели и производить колебательные движения под влиянием поступающего из трахеи воздуха; для этой цели назначены все внутренние мышцы гортани, за исключением тех, которые расширяют голосовую щель (задних черпалоперстневидных).

Боковые черпалоперстневидные мышцы сближают голосовые связки к средней линии и таким образом могут отделить подсвязочное пространство от полости гортани и глотки.

Передние перстнещитовидные мышцы, расположенные на передней наружной стороне гортани, при своем сокращении натягивают связки между пунктами их прикрепления и тем самым являются деятельными участниками для повышения тона; они помогают также удерживать голосовую щель в замкнутом положении.

Внутренние черпалощитовидные мышцы входят в состав голосовых связок, их волокна расположены в разных направлениях, благодаря чему форма связок может меняться в длине, ширине, упругости и толщине, отчего сокращения их влияют не только на высоту голоса, но и на тембровую окраску. Указанные три парные мышцы смыкают лишь перепончатую часть голосовой щели от места прикрепления связок на середине внутренней поверхности щитовидного хряща до голосовых отростков черпаловидных хрящей, хрящевая же часть голосовой щели, находящаяся между обоими черпалами и задней стенкой гортани, смыкается при действии других мышц — так называемых поперечной и косых, — которые расположены на задних поверхностях обоих черпал. Эта часть голосовой щели не участвует в колебании голосовых связок и носит название дыхательной, но при фонации основания черпаловидных хрящей плотно примыкают друг к другу.

Однако очень часто при речи и пении дыхательная часть голосовой щели не вполне смыкается, и воздух из трахеи в таких случаях утекает через отверстие в виде струи. Это явление утечки наблюдается у плохо тренированных в отношении голосовой функции людей и связано с механизмом поддержания воздушного давления в системе бронхов, особенно с перегружением ее воздухом и с чрезмерным напряжением выдыхательных мышц. Утечка оказывает вредное влияние на голосообразование, так как вызывает излишнюю трату воздуха и в связи с этим способствует возникновению добавочных компенсаторных движений как со стороны дыхательных мышц, так мышц гортани и надставной трубы.

Как физиологическое явление утечка воздуха при фонации постоянно происходит у всех млекопитающих, так как у них на внутренней поверхности обоих черпал имеются более или менее выраженные вырезки, отчего полное смыкание голосовой щели невозможно. Так, у лошади и свиньи зияющее отверстие пропускает указательный палец. В связи с этим обстоятельством ни одно млекопитающее животное, кроме человека, не

может пользоваться своей гортанью как музыкальным инструментом. Некоторые особенности голоса животных характеризуются наличием этого отверстия вследствие возникновения при утечке своеобразных шумов, подчас придающих голосу неприятные оттенки.

У человека обычно утечка резко выражена, если во время держания тона сильно спадается грудная клетка, а также при слабом участии диафрагмы и при недостаточной или чрезмерной деятельности брюшного пресса. Установлено далее, что утечка наблюдается при произношении тех гласных, которые требуют более повышенного давления в трахее, например при *И* и *У*; она более выражена при *Е*, чем при *А* и *О*.

Когда выжимаемый из легких воздух встречает препятствие на уровне голосовых связок, давление в трахее поднимается, и как только оно достигнет напряжения, превышающего силу смыкания связок, часть воздуха прорывается, связки под влиянием своей упругости снова смыкаются, снова прорывается часть воздуха и т. д. Частички воздуха, проскакивающие в момент расхождения связок, при смыкании их снова приближаются к голосовой щели, чтобы при следующем прорыве порции воздуха опять удалиться на ту же высоту от связок. Эти периодические проскакивания частиц воздуха приводят окружающий воздух в колебательное состояние, отчего и возникает звуковая волна, которая состоит из непрерывного ряда воздушных сгущений и разрежений и распространяется в пространстве во всех направлениях со скоростью 343 м в секунду.

Таким образом, благодаря колебаниям голосовых связок текущая под давлением по трахее струя воздуха выше голосовой щели превращается в особую форму движений воздушных частиц, которые воспринимаются слуховым органом как звуковое явление. Вследствие попеременного сгущения и разрежения воздуха, совершающихся равномерно одно за другим, давление поступающей вперед волны выше голосовой щели ничтожно по сравнению с давлением в трахее и бронхах: мягкая пушинка, поднесенная к ротовому отверстию, во время

фонации остается совершенно неподвижной, следовательно, воздух удаляется не в форме текучей струи.

Чем чаще совершается взрывообразный прорыв воздуха через голосовую щель, тем выше тон издаваемого звука. Движения краев голосовых связок при фонации совершаются пассивно под напором воздуха, подобно тому, как происходят колебания краев губ при игре на медных трубах. Активная же роль связок выражается в их способности изменять форму, упругость и напряжение, в связи с чем в голосе можно различать высоту, тембровые оттенки и силу.

Высота издаваемого гортанью звука зависит от числа колебаний голосовых связок, — чем чаще совершается взрывообразный прорыв воздуха через замкнутую голосовую щель, тем выше тон звука голоса. Существует тесное взаимоотношение между натяжением и напряжением голосовых связок и давлением воздуха со стороны трахеи; эта связь поддерживается автоматически и осуществляется главным образом при помощи гладкой мускулатуры трахеи и бронхов и произвольных мышц гортани.

Каждому звуку голоса соответствует определенное воздушное давление, если последнее усиливается или становится недостаточным, то легко может наступить декомпенсация, и связки отвечают изменением тембра и повышением или понижением тона: этим объясняется появление детонации в пении, когда поющий незаметно для своего слуха теряет правильную интонацию; интересно отметить, что даже музыкальные люди с абсолютным слухом нередко не в состоянии справиться с явлением детонации. Так как в большинстве случаев давление в системе бронхов развивается в сторону усиления его, то и детонация чаще происходит в сторону повышения тона. Гораздо чаще при расстройстве компенсации между силой воздушного давления и деятельностью связок наблюдается произвольное изменение тембровых оттенков голоса, так как сохранение высоты тона в большей степени поддается коррекции слухом, чем удержание определенной окраски голоса.

При разговорной речи высота голоса держится в пределах, требующих наименьшего напряжения голосовых связок, — у мужчин в тонах от *A* до *E*, у женщин и детей на октаву выше; благодаря обилию обертонов и быстрой смене высоты тонов в разговорной речи иногда бывает трудно определить действительную высоту голоса.

При пении голос служит для музыкальных целей, а потому диапазон тонов здесь гораздо обширнее, продолжительность выдерживания их длиннее, в общем объем человеческого голоса охватывает более четырех октав, так что самый низкий тон голоса соответствует приблизительно 80 колебаниям в секунду — *E* басовое, а самый высокий у сопрано около 1300 кол. в секунду. У басов объем голоса простирается от 84 до 325 кол. в сек., у баритонов от 96 до 426, у теноров от 120 до 580, у контральто от 145 до 690, меццо-сопрано от 216 до 1034, у сопрано от 258 до 1304. Встречаются также феноменальные голоса в три и более октавы.

По-видимому, характерные признаки мужских, женских и детских голосов связаны со структурой внутренних мышц гортани: по отношению к высоте разница в звуковых свойствах мужских и женских голосов может быть объяснена, во-первых, тем, что у мужчин связки длиннее, чем у женщин (22 мм и 20 мм в среднем), во-вторых, тем, что мужские связки более массивны, толсты и упруги, а мышечный аппарат более развит, чем у женщин. Однако полного соответствия между высотой голоса и анатомическим устройством гортани часто не наблюдается; так, у теноров нередко бывают связки длиннее, чем у баритонов, связки сопрано могут по величине не отличаться от связок контральто и т. д. В происхождении рода голоса, по-видимому, играют важную роль и другие факторы, к числу которых нельзя не отнести психологические и конституциональные моменты и особенно механизм дыхательных движений для поддержания внутрибронхиального давления во время издавания звука. Есть указания также на зависимость высоты голоса от длины трахеи и упругости ее стенок.

Сила голоса связана с величиной амплитуды колебаний голосовых связок и находится в прямом соотношении с внутритрахеальным давлением — чем сильнее звук, тем больше давление. Однако это основное положение имеет место лишь при определенных взаимоотношениях между связками и давлением, при нарушении которых голос может потерять всякую силу и изменить тембр: голос, издаваемый при чрезмерном дыхательном напряжении, обычно не отличается звучностью и ясностью, имеет глухой или крикливый оттенок и обыкновенно не обладает хорошей слышимостью с дальнего расстояния.

Тембр или звуковая окраска является неотъемлемой принадлежностью голоса, он характеризуется наличием в звуке определенных частичных тонов или обертонов. Ухо благодаря анализаторскому свойству основной перепонки кортиева органа ощущает все отдельные частичные тоны, входящие в состав голоса, слуховой центр в коре большого мозга соединяет их снова, в результате чего воспринимается весь комплекс частичных тонов как звук с определенным тембром. Количество обертонов в голосе разных людей может быть очень различно, точно так же как и сила звучания отдельного обертона. Исчезновение или только ослабление хотя бы одного из обертонов или, наоборот, добавление и усиление какого-либо обертона на звуке голоса отзывается изменением тембра.

Разные оттенки окраски голоса зависят от присутствия тех или иных обертонов. В человеческом голосе насчитывают более 20 обертонов, причем наибольшей громкостью обладают первые 5–6 обертонов с числом колебаний приблизительно от 256 до 1024 в сек., чем громче они звучат, тем приятнее кажутся и речь и пение. За последнее время доказано, что для звучности и яркости голоса в пении необходимо присутствие очень высоких частичных тонов от 11-го до 15-го обертона с числом колебаний свыше 3000: благодаря этим призвукам в голосе появляется особое свойство ясности звучания при произношении гласных и согласных,

которое придает голосу сходство с некоторыми музыкальными инструментами, например со скрипкой, где наличие высоких обертонов характеризуется яркостью звучания и хорошей слышимостью звука издали.

Возникновение обертонов тесно связано с механизмом колебания голосовых связок, а следовательно, и с механизмом производимого на них воздушного давления со стороны трахеи, т. е. с дыхательными движениями. Несомненно, что существует определенный *optimum*, при котором согласованность в деятельности связок с давлением позволяет выявиться большему числу обертонов. Этим можно объяснить изменение тембра при разных типах дыхательных движений при обучении пению.

Есть наблюдения, что лучший звук голоса получается, если в поддержании внутрибронхиального давления участвует главным образом гладкая мускулатура бронхов при туго натянутой и неподвижной диафрагме. Всякое присоединение к этой системе других сил вызывает появление других обертонов, часто негармонично настроенных к данному звуку, отчего страдает качество голоса. Резкое выступание подобных лишних и вредных частичных тонов бывает иногда настолько заметно, что обнаруживается невооруженным ухом. Очень хорошо их можно улавливать на фонографическом валике при выслушивании без рупора, особенно, когда слышимый треск и шум свидетельствуют о присутствии хаотически нагроможденных негармонических частичных тонов, совершенно искажающих записанный голос. В других случаях изменение механизма давления в бронхах на голосовые связки оказывает тормозящее действие, отчего те или иные обертоны затухают и голос принимает другие оттенки. Широкая возможность возникновения и исчезновения разного рода обертонов характеризуется образованием многочисленных тембровых изменений в голосе как при разговоре, так и в пении.

Сложность условий голосообразования не позволяет еще в настоящее время с уверенностью выяснить

роль надставной трубы в вопросе о тембре голоса. В глотку, рот и нос поступают уже сформировавшиеся звуковые волны, и трудно определить, почему одни обертоны могут в этих пространствах усиливаться, а другие ослабляться и затухать. Влияние надставной трубы на тембр скорее можно объяснить анатомической и физиологической связанностью ее не только с мышцами гортани, но и с дыхательными, особенно с диафрагмой.

Голосовно утверждение некоторых, что носовая полость вследствие высоты настройки собственного тона и ввиду твердости своих стенок наделяет тоны грудного регистра характерными для звонкости высокими обертонами: эти высокие обертоны как раз и наблюдаются у лучших певцов, поющих при полном отделении носа ото рта приподнятой нёбной занавеской.

Не выяснено также значение морганиевых желудочков и надгортанника для образования тембра голоса. Наиболее правдоподобны указания, что морганиевы желудочки ввиду своей незначительной величины не являются резонаторами, а несут вспомогательную роль для увлажнения голосовых связок при помощи обильного скопления слизистых желез в их слизистой оболочке. Сомнительно, чтобы надгортанник принимал активное участие в образовании голоса и его тембра, так как мышцы надгортанника неразвиты, рудиментарны, его движения пассивны под влиянием окружающих органов.

За образование тембровых оттенков голоса в гортани говорит различие функционирования голосовых связок при разных регистрах; лучше всего изучена деятельность связок при грудном и фальцетном голосе.

Грудной голос получил свое название потому, что во время фонации кажется, что звук как бы резонирует в грудной клетке, стенки которой дают ощутимое рукой сильное дрожание. Целым рядом исследований установлено, что голосовые связки колеблются при этом всей своей массой в направлении, перпендикулярном к току воздуха через щель, связки плотно смыкаются

и размыкаются, периодические прорывы воздуха дают звук, богатый обертонами. При низких тонах голосовая щель представляется в форме узкой линии, по мере же повышения тона связки укорачиваются и щель принимает слегка ланцетообразную форму. В функции участвуют мышцы, заложенные в толще связок — внутренние щиточерпаловидные и натягивающие связки передние щитоперстневидные мышцы.

При фальцете края голосовых связок истончаются и сильно растягиваются. Полного замыкания голосовой щели нет, она остается слегка раскрытой, как между растянутыми резиновыми полосками. В колебании участвуют лишь края связок, которые двигаются вверх и вниз, т. е. по направлению тока воздуха. Функция поддерживается только натягивающей передней щитоперстневидной мышцей. Фальцет не богат обертонами, не имеет силы, но звучит мягко. В связи с наблюдаемым изменением тембра голоса при пении гамм и упражнений для характеристики звучания отдельных тонов по сопутствующим признакам выделяют особые регистры; так говорят, например, о среднем или головном регистре, когда кажется, что звуки резонируют в голове. Считают, что этот голос образуется из грудного при ослаблении напряжения внутренней щиточерпаловидной мышцы; при полном выключении этой мышцы, таким образом, получается фальцет.

Для обозначения разных оттенков тембра практиками пения привлекаются многочисленные термины, основанием для которых являются лишь субъективные слуховые ощущения: так, различают открытые и закрытые звуки, переходные ноты, горловой, сдавленный, гортанный голос и т. д. Несомненно, что при всех этих оттенках голосовые связки принимают самое разнообразное участие, но современные методы исследования не дают возможности судить о тонких вариациях в деятельности гортанных мышц. И было бы ошибкой изменения в тембре приписывать только гортани, не приняв во внимание влияния надставной трубы и крайне неустойчивого механизма, поддерживающего воздушное

давление в трахее и бронхах. Вопрос о связи оттенков голоса с дыхательными движениями давно отмечен, но совершенно не разработан.

Анализ напеваемых открытых и закрытых гласных при помощи осциллографа показал, что при открытых звуках сильно выступает второй обертон, между тем как при закрытых сильно звучит основной тон, в то же время последние богаче высокими обертонами по сравнению с открытыми. Некоторыми авторами принимается, что механизм прикрытия заключается в особом положении надгортанника, который при закрытых нотах поднимается и отодвигается вперед, а при открытых опускается и отклоняется вниз при одновременном опускании гортани и при поднимании спинки языка (Pielke, Schilling).

Тело всей гортани во время образования голоса не остается безучастным; хотя и не в широких пределах, оно может подниматься и опускаться, а также сдвигаться в стороны. Эти движения зависят от степени интритрахеального давления и от деятельности наружных мышц гортани и соседних органов, особенно от движений языка. Ввиду того, что у отдельных лиц механизм голосообразования может быть неодинаковым, положение гортани бывает различно при выполнении одних и тех же голосовых заданий. Поэтому было бы неосновательно перемену тембра голоса приписывать тому или другому движению гортани без учета тех факторов, с которыми связаны ее перемещения.

Зависимость тембра голоса от функциональной способности гортанных мышц, далее, сказывается при росте гортани в период возмужалости. Особенно резкие изменения наблюдаются у мальчиков, когда дискант или альт превращается в бас или тенор. В этот период для обоих полов не рекомендуется заниматься усиленной голосовой работой, тем более что мутация нередко сопровождается некоторыми болезненными явлениями в виде охриплости, сипоты, усталости, беспричинного кашля и пр. В старости в связи с понижением тонуса мышечной ткани голос делается слабее

и нередко теряет свой былой тембр и высоту, у женщин он приобретает более низкий характер.

3. О ГОЛОСОВОЙ ФУНКЦИИ НАДСТАВНОЙ ТРУБЫ

По своему значению для процесса голосообразования полости глотки, рта и носа стоят на втором плане, так как сюда поступают уже готовые звуковые волны, возникшие в голосовой щели, но считается, что в этих полостях тембр голоса может изменяться вследствие резонансовых условий. Не подлежит сомнению, что здесь могут усиливаться те обертоны, которые по числу колебаний лежат близко к собственному тону полости; при этом резонанс не ограничивается узкой областью тонов благодаря способности полостей с мягкими стенками усиливать обертоны на протяжении почти целой октавы. Насколько эти теоретические соображения имеют оправдание на деле и насколько тембр голоса зависит от настройки резонирующих полостей носа, рта и глотки, в настоящее время сказать невозможно. Не следует забывать, что в этих полостях некоторые обертоны могут затухать и уничтожаться вследствие неблагоприятных условий, связанных с мягкостью стенок, объемными изменениями и влиянием мягкого нёба. Не меньше оснований имеется для допущения того, что на окраску голоса надставная труба оказывает влияние не столько условиями резонанса, сколько физиологической связанностью мышечных ее стенок с мышечным аппаратом гортани и голосовых связок. Известно, что напряжение мышц языка, мягкого нёба, нижней челюсти и глоточного сжимателя вредно отражается на тембре певческого голоса, а обработка голоса успешнее продвигается вперед при выработке определенных дыхательных движений, следовательно, при установке точных взаимоотношений между внутрибронхиальным давлением и режимом голосовых связок. Во всяком случае нельзя отрицать, что основные элементы для тембра голоса зарождаются уже на уровне голосовых связок,

и нельзя сказать, насколько надставная труба изменяет его окраску, по крайней мере для музыкальных инструментов, построенных по типу голосового аппарата, как, например, гармоний и др., надставная труба совершенно не нужна для улучшения окраски звука.

Таким образом, вопрос о происхождении тембра голоса и о значении глотки, рта и носа для его изменения не может считаться решенным. Утверждения практиков, что форма рта, определенное положение языка, губ, нижней челюсти и пр. резко влияют на окраску голоса, все же не может быть приписано вполне надставной трубе, так как движения этих органов связаны не только с деятельностью голосовых связок, но и с дыхательными мышцами. Нет никаких научных доказательств, что на тембре голоса вредно или благоприятно отражается строение твердого нёба.

На судьбу возникшего в гортани звука большее влияние может оказать мягкое нёбо, так как при поднимании его до соприкосновения с задней стенкой глотки нос и носоглотка совершенно отделяются от ротовой полости и таким образом как резонаторы исключаются; звуковые волны всей своей массой устремляются в пространство через открытый рот. Полное опускание нёба до соприкосновения с корнем языка приводит к резко гнусавому звуку, образование которого зависит от затухания и поглощения в узких местах носа многих высоких обертонов. Подобный процесс отфильтровывания добавочных тонов можно наблюдать в интерференционном аппарате Штумпфа, где на пути проходящего по трубе звука боковые ответвления (также трубки) поглощают тоны в соответствии с их настройкой. Вследствие исчезновения высоких тонов голос теряет в силе и в звучности, делается глухим. Однако наблюдаемое при разных положениях мягкого нёба изменение тембра нельзя всецело объяснить указанным акустическим явлением: деятельность мягкого нёба тесно связана с дыхательными движениями, особенно с диафрагмой и во время фонации не поддается волевому контролю. Замечено, что если внутрибронхиальное давление под-

держивается спадающей грудной клеткой, мягкое нёбо имеет стремление опуститься, при усиленном же тоне диафрагмы оно поднимается. Ясно, что разный механизм воздушного давления в бронхах дает такие изменения в окраске голоса, которое было бы ошибкой приписать положению мягкого нёба. Степень поднятия или опускания мягкого нёба при пении и речи индивидуально может быть различна, а также меняется в связи с условиями голосообразования, например при обучении пению.

Придаточные полости носа на тембр голоса не оказывают влияния и не являются резонаторами.

В связи с установившимся взглядом, что мягкое нёбо имеет большое значение для образования тембра голоса певца, часто перед певцом и перед врачом-ларингологом встает вопрос о нёбных миндалинах, причем дело идет обычно или о более или менее выраженном увеличении их или о частом их заболевании, когда приходится думать об оперативном вмешательстве, особенно о полном удалении миндалин (тонзиллоэктомии). По мнению большинства авторов, даже очень большие миндалины не оказывают вредного влияния на тембр голоса, и поэтому величина их сама по себе не служит показанием к операции у певца.

Другое дело, если миндалины часто воспаляются и являются причиной разного рода болезненных явлений; помимо того, что частые ангины выводят певца из строя, воспаленные миндалины могут поддерживать воспалительное состояние в соседних органах и в гортани, и тогда вред для голоса очевиден. Еще более тяжелые последствия могут вызвать воспаление миндалин, если они являются очагом для развития общих септических заболеваний всего организма, как ревматизм, эндокардит и пр. В этих случаях удаление миндалин неизбежно; возможно и изменение архитектуры мягкого нёба вследствие развития рубцовых стяжений или повреждения мышц надставной трубы. В литературе описаны случаи изменения тембра после этой операции, но не совсем ясна действительная их причина. Одни думают, что

причина в изменении резонаторных условий надставной трубы, другие считают, что перемена голоса зависит от функционального ослабления деятельности мышц глотки и тесно связанных с ними мышц гортани и голосовых связок, третьи склонны голосовое расстройство объяснить психическими моментами под влиянием травмы, особенно у лиц с неустойчивой голосовой техникой. Наблюдение показывает, однако, что при правильном показании к операции и при хорошем ее выполнении вредных последствий для голоса не бывает.

Каждый звук голоса помимо тембровой окраски носит характер той или другой гласной, который исчезает при закрытом рте. Это свойство неотделимо от голоса и сопровождает его на всем протяжении его диапазона. По учению Гельмгольца, причина возникновения гласных кроется в резонансовых условиях ротовой полости, которая складывается таким образом, что резонирует на тона определенной высоты, характерной для каждой гласной в отдельности, независимо от основного тона произносимого и издаваемого звука. Эти усиливающиеся добавочные тона называются формантами.

Из пяти основных гласных каждая характеризуется формантами разной высоты. Так, для *У* число колебаний в секунду простирается от 260 до 315, при *О* — 520 до 615, при *А* — от 650 до 775, при *Е* — от 580 до 650, при *И* — от 2500 до 2700. Кроме этих тонов в каждой гласной имеются еще вторые, более высокие форманты, число колебаний которых доходит до 2500–3500); при некоторых гласных, как *Е* и *И*, они звучат гораздо сильнее; чем при *А*, *О* и *У*. Предполагается, что если тон форманта лежит близко к собственному тону ротовой полости, то гласная звучит более отчетливо и ясно.

Таким образом, согласно теории Гельмгольца форманты являются гармоническими обертонами основного звука, которые могут усиливаться при любой настройке ротовой полости, как резонатора с мягкими и подвижными стенками.

Этой теории противопоставляется другая — Германа, по которой при возбуждении связками звука в ро-

товом резонаторе возникает самостоятельный обертон, соответствующий настройке полости, так что он может быть не гармоническим по отношению к основному тону голоса.

Акустический анализ при помощи записывающих приборов показал, что каждой гласной соответствует определенная кривая, свидетельствующая о сложных движениях воздушных частиц отдельной гласной. О природе гласных далее говорит известный опыт Гельмгольца с искусственным воспроизведением их посредством сложения многих тонов. В своем приборе он заставлял звучать камертоны, настроенные на определенные тоны, и получал сложные звуки, которые слышались как гласные. Ему не удалось воспроизвести лишь гласную *И*, которая характеризуется слишком высокими добавочными тонами.

Хотя в настоящее время теория Гельмгольца никем не опровергается, все же она не может дать исчерпывающие ответы на многие вопросы, возникающие при изучении голосообразования. Среди разных теорий пользуется известностью теория Мараж, которая предполагает, что гласные зарождаются уже в голосовой щели и деятельность связок при каждой гласной неодинакова. В доказательство приводится, что внутрибронхиальное давление автоматически устанавливается при произношении отдельных гласных с разной силой в связи с изменением режима голосовых связок, причем ясность произношения гласных меняется в зависимости от механизма установки воздушного давления на сомкнутые связки.

В пользу образования гласных в надставной трубе говорит то, что при каждой гласной форма рта и глотки, положения губ и языка меняются; при этом предполагается, что образовавшиеся полости резонируют на тона определенных высот, характерных для данной гласной в отдельности. Невозможно установить точных форм движений органов надставной трубы, — они могут быть весьма многообразны, точно так же как и акустические оттенки для каждого произносимого звука.

Это разнообразие может касаться особенно очертаний губ, движения нижней челюсти, мягкого нёба, языка, однако нарушение некоторых условий ведет к резкому искажению гласного звука, так, например, ясное произношение *Е* и *И* возможно только, если язык в той или иной степени поднимается вверх и вперед, между тем как для *А*, *О* и *У* положение языка может не меняться; раскрытие рта при *А* бывает больше, чем при *У*, зато последняя гласная требует большего выпячивания губ вперед, чего может не быть при произношении *Е* и *И*. Все сложные движения надставной трубы совершаются автоматически благодаря навыкам с самого раннего детства, но требуют разного почти бессознательного усилия, которое распространяется также и на голосовые связки и на дыхательные мышцы: гласные *А*, *Е* и *О* произносятся с меньшей затратой энергии, чем *И* и *У*; тяжело больной человек стонет обычно на гласных *А* или *О*.

Два свойства человеческого голоса — тембр и гласные, различаемые ухом в каждом звуке, — в основе своей имеют одну и ту же сущность — звучание комплекта обертонов с той или иной интенсивностью, и следовательно, образование их принципиально не имеет физической разницы, и было бы странным с физиологической точки зрения искать место возникновения их в разных отделах голосового аппарата; поэтому, не нарушая стройности и целостности отдельных теорий образования тембра и гласных, можно было бы сказать, что все оттенки голоса сформировываются под влиянием всех органов тела, имеющих то или иное отношение к процессу голосообразования. Насколько сложен и неуловим механизм возникновения тончайших оттенков голоса при пении и речи, показывает тот факт, что даже человек с сильно развитым музыкальным слухом зачастую не в состоянии овладеть техническими навыками для воспроизведения голосом определенного звучания, подсказываемого ухом. Следует отметить далее, что попытки придавать ротовой полости определенную форму, а языку — то или иное положение не всегда благоприятно влияют на благозвучие произносимых гласных.

Объективный анализ гласных показывает, что разные оттенки голоса в речи и пении объясняются выступанием различных обертонов, причем для певческого голоса характерно, что при всех гласных наблюдается усиление одних и тех же по высоте тонов и резкое выступание негармонических обертонов по отношению к основному (Ржевкин). Согласные образуются в надставной трубе вследствие того, что звуковой волне, двигающейся из гортани, на пути внезапно ставится препятствие. На момент остановившись в своем поступательном движении, части волны набегают друг на друга, при этом нарушается ее акустическая структура, и раздавшийся шум воспринимается ухом как согласный звук. Таким образом, согласный звук нужно рассматривать как видоизмененную часть гласного, отсюда видно родство между этими звуками речи. Подобно гласным целый ряд согласных обладает характерными для них обертонами с определенным высоким или низким числом колебаний, т. е. с формантами, обычно негармоническими с тоном связок. Объективные исследования с очень чувствительными приборами показали, что для согласного *П* характерен обертон с низким числом колебаний около 20, между тем как для *С* присущи высокие призвуки около 4000 кол. в сек., для остальных согласных числа колебаний находятся между этими пределами. В связи с составом обертонов слышимость согласных с разного расстояния не одинакова: так, согласный *С* хорошо слышится примерно за 150 метров при громкой речи, в то время как согласный *П* бывает трудно разбирать уже на расстоянии 10 шагов, *К* хорошо слышен за 50 метров. В общем, чем выше обертоны в согласном, тем он слышнее. В противоположность гласным, согласные не обладают большой продолжительностью звучания, которая колеблется в пределах нескольких десятых секунды: так, *Б* звучит в слове около 0,15 сек., *П* — 0,03, *Д* — 0,1, *Т* — 0,06, *К* — 0,07, *В* и *Ф* — 0,22–0,23, *С* — 0,27. Искусственное растягивание согласных или ударение на них ведет к затруднению понимания их как при пении, так и при речи.

Несмотря на то, что характерные тоны для согласных колеблются в широких пределах, все же разница в акустическом строении согласных настолько тонка и незначительна, что трудно улавливается самыми чувствительными приборами, и лишь благодаря совершенству человеческого уха отчетливо различаются многочисленные согласные друг от друга.

Согласные отличаются между собой по способу и месту образования. Если в момент произношения их происходит полное замыкание в надставной трубе, то получается шум от прорыва — смычные согласные — *Б, П, Д, К, Г*. При неполном смыкании образуются проторные или спиранты от трения в узких местах: *В, Ф, С, Ш, З, Ж, Х, М* и *Н* (носовые) возбуждаются в носовой полости соответственно затвору для *Б* и *Д*. Для *Л* и *Р* изменение в надставной трубе происходит за счет вибраторных движений языка и стенок рта. При последних двух согласных звуковая волна не претерпевает больших изменений в своей структуре, поэтому они называются звучащими или сонарами или полугласными; у некоторых народов (японцев) звуковой разницы между *Л* и *Р* нет. *Ч, Ц, Ш, Щ* — сложные дифтонги — образуются по типу смычных и проторных. По месту происхождения согласных отличают три области артикуляции: на уровне мягкого нёба и корня языка (нёбные), на уровне дуги, образуемой зубами, передней частью твердого нёба и кончика языка (язычные), и на уровне отверстия губ (губные). Это деление облегчает классификацию согласных, на самом же деле все промежуточные пространства между этими пунктами могут быть местом образования согласных, отсюда разнообразие их оттенков у отдельных людей и разных народов.

В зависимости от активности участия мест образования и напора звуковой волны одни согласные бывают твердыми (*П, Т, К*), другие мягкими (*Б, Д, Х*).

Вопрос об участии гортани в образовании согласных решается сущностью согласных, которые с физической стороны являются видоизмененной частью гласных. Поэтому и голосовые связки и дыхательные мышцы,

поддерживающие внутрибронхиальное давление, нераздельно связаны с процессом артикуляции как в разговоре, так и в пении. Некоторые утверждают, что в момент произношения согласного звука движения голосовых связок на миг останавливаются, голосовая щель вплотную замыкается.

Родством между гласными с согласными объясняется, что при произношении согласный легче сказать или пропеть в соединении с гласным, однако вставление согласных отягчает образование гласных, а в некоторых случаях даже нарушает механизм колебания голосовых связок и изменяет тембр голоса, поэтому в вокальной музыке нередко рекомендуется избегать тех или других согласных для сохранения звучания во время пения. Те согласные, образование которых связано с движением языка, могут оказать неблагоприятное влияние вследствие поднятия гортани вместе с сокращением языка и понижения давления в трахее; после произношения носовых согласных *М* и *Н* задержанное опускание мягкого нёба также может привести к ослаблению звучания вследствие отфильтровывания высоких обертонов. Вставка губных и гортанных согласных может быть вредна вследствие того, что в этих звуках низкие обертоны не способствуют психологически возникновению высоких обертонов, необходимых для звонкости и ясности гласных. Нередко после произношения согласных появляется утечка воздуха через голосовую щель во время держания звука вследствие неполного смыкания ее. Согласные *К*, *Г*, *Л* и *Р* как наиболее трудные для произношения особенно легко расстраивают механизм вокализации.

Ясность и звонкость речи и пения обуславливается присутствием в голосе очень высоких обертонов — свыше 3000 кол. в сек. Опыты показали, что если исключить из звука голоса обертоны до 500 кол. в сек., то количество правильно понятых по телефону слов по отношению к общему их количеству падает только на 5 %. Искусственное выключение частот до 1000 кол. поглощает 82 % энергии речи и уменьшает разборчивость

всего лишь на 15 %, поглощение же частот свыше 1000 кол. влечет резкое падение отчетливости речи на 40 %, причем тембр приобретает глухой и темный характер, между тем как при выпадении низких обертонов он становится режущим, с металлическим оттенком. Замечено, что при ясном произношении гласных и согласные звучат отчетливее и слышнее.

4. О ЦЕНТРАХ РЕЧИ И ПЕНИЯ

Все системы голосового аппарата — дыхательные органы, гортань и надставная труба — в своей функции объединяются в общих центрах, находящихся в коре головного мозга; благодаря этим нервным центрам происходит сознательное издавание звуков голосом.

Речь при разговоре и пении складывается из рефлекторных, автоматических и сознательных движений, причем высший психический центр захватывает значительную часть всей периферии мозга. Экспериментами на собаках доказано, что раздражение голосовых центров коры мозга электрическим током приводит в движение весь звукопроизводительный комплекс — голосовые связки, мышцы зева, языка, нижней челюсти, мышцы грудной клетки, живота и диафрагмы.

Самую главную и деятельную роль в акте речи и в механизме речевой и вокальной функции играет двигательный центр Брока, который расположен в задней части нижней третьей лобной извилины, у правой — в левом полушарии мозга, у левой — в правом. При поражении этой части коры мозга наступает двигательная афазия (расстройство речи). Кроме этого центра в механизме голосообразования и в акте произношения слов принимают участие еще два двигательных центра: голосовой или двигательный гортанный центр и центр для пения или двигательный музыкально-вокальный центр. Первый называется также центром для движения голосовых связок и находится в близком соседстве с центром Брока позади него в самом нижнем отделе

передней центральной извилины симметрично в обоих полушариях. При поражении этого центра наступает паралич голосовых связок и афония — невозможность произвольного обнаруживания голоса.

Второй центр пения, называемый также центром музыкально-вокального выражения, расположен в заднем отделе 2-й лобной извилины правого и левого полушария позади от речевого центра Брока. При поражении этого центра теряется способность пения при сохранении возможности активной речи, т. е. наступает двигательная вокальная амузия. Индивидуальное развитие этого центра обуславливает способность и склонность к пению.

В акте понимания речи играет активную роль словесный слуховой центр или центр слуховых образов и воспоминания слов — центр Вернике; он лежит в задней трети 1-й височной извилины, у правшей в левом полушарии, у левшей в правом. В этом центре произнесенные слова воспринимаются как звуки определенного тона или шумы. При поражении его наступает сенсорная афазия или глухота к словам, при которой слова не слышатся как таковые и не могут быть повторяемы: больной не узнает слов и следовательно не может их понимать.

В тесном соотношении с обоими центрами находится слуховой центр, расположенный в мозговой коре в области височных извилин обеих сторон; с ними также связаны центры зрительный, обонятельный, осязательный, тактильный и другие. При акте речи и пении возбуждение передается от центра Вернике к центру Брока и оттуда к ядрам черепномозговых нервов, участвующих в издавании голоса — лицевого, блуждающего, придаточного и подъязычного; через них импульсы переходят к мышцам голосового аппарата.

Произношение любого слова требует очень сложной одновременной и последовательной координации отдельных сокращений различных мышц, благодаря чему вырабатывается особенная способность соединять звуки в слога, слога в слова, слова в фразы и т. д.

ГЛАВА 3

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОЛОСОВОГО АППАРАТА

В виду того, что акты дыхания и фонации осуществляются одними и теми же органами и разнятся друг от друга лишь особым состоянием их функциональной деятельности, методика исследования движений для обоих процессов почти одна и та же. Однако быстрота совершающихся движений некоторых частей голосового аппарата и скрытое положение отдельных органов во время фонации требует применения специальных приспособлений, и нужно сказать, что вполне точных методов в этом отношении в настоящее время еще не найдено, — во многих случаях приходится пользоваться только приблизительными данными и, таким образом, строить свои выводы о голосовой функции без прочного научного основания. Разработка учения о двигательных процессах во время речи и пения составляет одну из основных задач экспериментальной фонетики, в этом смысле близко стоящей к физиологии и анатомии.

Вторая важная задача этой науки заключается в изучении акустических свойств продукта двигательных голосовых процессов — звука голоса, что касается его высоты, тембра, силы и элементов членораздельной речи — гласных и согласных. Здесь фонетика совсем сливается с акустикой и близко примыкает к психологии, вводящей в круг процессов восприятия звуков.

Затруднения, встречающиеся при исследовании голоса и голосового аппарата, зависят: 1) от сложности анатомического устройства и физиологической функции, 2) от неуловимости связи между отдельными частями,

3) от разнообразия и чрезвычайной изменчивости форм мышечных движений у разных индивидуумов под влиянием физических и психических условий, 4) от недоступности наблюдения скрытых в глубине тела органов, 5) от невозможности отделить дыхательную функцию от голосовой, 6) от недостатка точных методов исследования как отдельных органов, так и всего аппарата, 7) от отсутствия средств для объективной и субъективной оценки голоса, 8) от недостатка знаний физических акустических законов о сущности звуковых явлений в открытых и закрытых пространствах, 9) от отсутствия научной терминологии в вопросах голосообразования и 10) от невозможности эксперимента на животных.

Методы исследования движений отдельных частей голосового аппарата касаются 1) процесса, обуславливающего поддержание воздушного давления в трахее и бронхах на определенной высоте во время издавания звука, 2) возникновения голоса в гортани и связанного с ним положения ее и деятельности голосовых связок и 3) участия в голосообразовании надставной трубы, в особенности в связи с произношением гласных и согласных.

1. ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЙ СТЕНОК ГРУДИ И ЖИВОТА ПРИ ПЕНИИ

А. ОСМОТР И ОЩУПЫВАНИЕ

Наблюдения дыхательных движений во время фонации можно производить при помощи простого осмотра глазом грудной клетки и живота и ощупывания их ладонью или при помощи измерительных и регистрирующих приборов, причем предварительно устанавливается тип покойного дыхания. Первые два метода не дают точных и надежных данных о движении грудных и брюшных стенок, так как одновременные их перемещения не всегда легко уловить вследствие быстрой смены разных положений на различных уровнях туловища. Практическое применение их не всегда удобно

вследствие необходимости обнажать тело. Эти методы исследования уже по тому не могут дать верных результатов, что и при покойном дыхании они приводят к ошибкам при установлении типа дыхания. Неточностью методов объясняется, что в вопросе о дыхательных движениях грудной и брюшной стенок при пении высказываются подчас противоречивые мнения. Большинство ошибок в толковании движений стенок груди и живота возникает оттого, что состояние покойного выдоха отождествляется с процессом фонации, между тем как механизм удлинённого выдоха при издавании звука совершается при очень сложных условиях, связанных с замыканием голосовой щели и с подъемом внутрибронхиального давления.

Еще меньшее значение имеет анализ дыхательных движений, основанный на субъективных ощущениях, которые обычно ложно истолковываются и никогда не совпадают с данными объективного исследования.

Б. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ПНЕЙМОГРАФОВ

Среди методов, которыми пользуются для объективной регистрации дыхательных движений при пении, наиболее подходящим является исследование при помощи пневматических поясов Гутцмана и кимографа с записывающим прибором, так как они позволяют наблюдать изменения объема туловища на любой высоте одновременно в нескольких местах. Применение этого способа просто, не требует обнажения певца, что очень важно при массовом исследовании, а данные записи передают характер действительно происходящих объемных изменений и, таким образом, определяют тип дыхания, частоту, продолжительность и сравнительную глубину вдоха и выдоха в каждом периоде покойного дыхания или во время пения. К недостаткам его относится невозможность получить абсолютные величины дыхательных экскурсий и судить о подвижности отдельных отрезков туловища на одном уровне, так как запись свидетельствует о суммарном их движении.

Как и при исследовании покойного дыхания, употребляют три пнеймографа, из которых один накладывается на грудь на уровне сосков, второй на область нижней апертуры грудной клетки на высоте приблизительно хряща 7-го ребра и третий на животе на уровне пупка. После предварительного надувания резиновой трубки пнеймографа через особый кран каждый пояс соединяется с записывающей капсулой Марей; рычаги капсул располагаются параллельно друг другу и имеют длину не менее 15–18 см. Рычаги меньшей длины дают кривые записи со слишком небольшой амплитудой и потому не демонстративны. На закопченной бумаге вращающегося барабана кимографа каждое расширение груди и живота отмечается восходящей линией, а спадение — нисходящей. Чувствительность записывающего аппарата не нарушается, если пояса накладываются слабо или затягиваются туго. Необходимо, чтобы они не стесняли движений исследуемого. Между певцом и барабаном кимографа ставится ширма, чтобы он не мог видеть результатов записи.

Исследование начинается с записи покойного дыхания, которое изображается в форме кривой синусоида с восходящим коленом для вдоха и восходящим для выдоха. Когда исследуемый успокоится и дыхательные движения начнут совершаться равномерно, можно приступить к записи движений при фонации, для чего поющий исполняет то или другое голосовое задание. Запись покойного дыхания дает возможность установить его тип и наблюдать переход дыхательной кривой непосредственно в кривую пения.

Изучение отрезков кривых, находящихся на границе между покойным дыханием и началом фонации, показывает, что характер кривых дыхания меняется у многих поющих за несколько вдохов перед издаванием звука, и происходит перестройка дыхательных движений. Эта подготовка оказывает большое влияние на последующую форму кривой пения. Сущность подготовительного состояния сводится к изменению объема или обхвата туловища на разных уровнях при

одновременном напряжении или расслаблении мышц стенок груди и живота на разных уровнях. В одних случаях оно более выражено в области грудной клетки, в других в области живота, в третьих и в той и в другой, причем то оно наступает за несколько секунд до пения, то сливается с его началом, то вообще отсутствует; таким образом, вопрос о подготовке поющими решается индивидуально различно.

Ясно бросается в глаза, что певцы в этом отношении не придерживаются никаких общих правил: каждый действует согласно своим навыкам, инстинктивно ощущаемым удобством и привычкам. Чаще всего подготовка сопровождается признаками, указывающими на расширение грудной клетки в нижних частях, в особенности сужением живота и изменением дыхательных размахов кривых в смысле их увеличения или уменьшения вместе с ускорением или замедлением дыхательного ритма: кривые уплощаются и удлиняются или укорачиваются их восходящие и нисходящие колена (рис. 14, 15, 16).

Последний вдох перед взятием звука обозначается почти всегда резким подниманием кривой на всех уровнях туловища, однако всего более поднятие кривой отмечается на уровне подложечки и сосков.

Нередко высота подъема кривой последнего вдоха превышает высоту кривой спокойного дыхания в 10 и более раз, что соответствует максимальному набору воздуха легкими. После изучения последнего вдоха перед пением переходят к регистрации состояния стенок груди и живота во время фонации. Здесь картина записи представляет большое разнообразие в зависимости от того, что механизм для поддержания внутрибронхиального давления осуществляется неоднородными силами даже при пении одних и тех же вокальных заданий.

Для получения однородного материала при массовом обследовании поющих удобнее всего предлагать исполнять простые упражнения на любой гласной, опять-таки лучше на одной и той же, например на

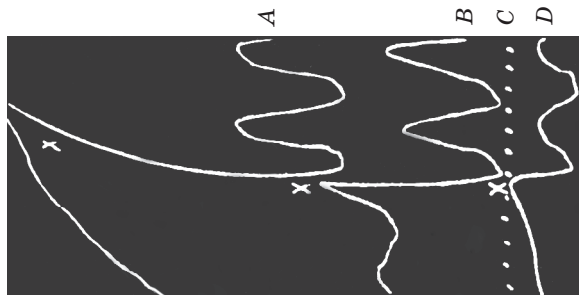


Рис. 14.

Тенор А. Начало пения без предварительных движений. Запись с тремя пневмограмми. Знак «х» — начало пения

А — область сосков; В — область диафрагмы; С — время; D — живот



Рис. 15.

Баритон Б. Запись с пневмограмми. В момент подготовки область диафрагмы не изменилась. Грудная клетка вверху расширилась одновременно с уменьшением объема живота. Уплотнение кривых живота и области сосков. Знак «+» — начало подготовки

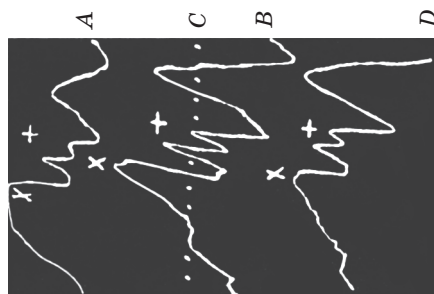


Рис. 16.

Тенор А. Запись с пневмограмми. При подготовке живот расширился. Дыхательные размахи уменьшились на всех уровнях. При пении все кривые падают. Знак «+» — начало подготовки, знак «х» — начало пения

А. Опыт показал, что пение пятизвучий гамм вверх и вниз в пределах 1–1,5 октавы или арпеджий в диапазоне данного голоса выявляет наиболее типичные движения стенок груди и живота, которые повторяются неизменно и при исполнении более сложных задач в условиях художественного творчества. Определенная типичность кривых пения, свойственная каждому поющему, обладает значительной устойчивостью и мало склонна к переменам и вариациям и в общем повторяется при исследованиях даже спустя много лет после первичного. Длина и форма отрезка кривой пения на протяжении от вдоха до следующего вдоха вполне характеризует поведение стенок груди и живота, свидетельствуя о равномерности их расширения или сращения, а также и о быстроте этих движений, так как продолжительность держания тона на одном дыхании в среднем равна 7–8 секундам.

Кривые разных уровней туловища отличаются друг от друга не только крутизной падения, но также наклоном, изменяя направление неравномерными уступами вниз и выступами вверх, вследствие чего на кривых отмечаются более или менее выраженные зубцы, большей частью неправильной формы. Иногда с самого начала пения кривые принимают восходящее направление или тянутся по горизонтальной линии. В этих случаях во время держания тона стенки груди и живота на том или другом месте расширяются или остаются в полной неподвижности.

Три кривые, полученные при записи движений грудной клетки на уровне сосков, подложечки и стенок живота, характеризуют двигательный механизм для поддержания внутрибронхиального давления поющего. Многие вариации этих кривых укладываются в три типичные группы, в которых форма линий на всех трех уровнях повторяется с неизменным постоянством.

К первой группе относятся те случаи, в которых все три кривые двигаются в нисходящем направлении почти параллельно друг другу вслед за углубленным вдохом с более или менее высоким подъемом кривых

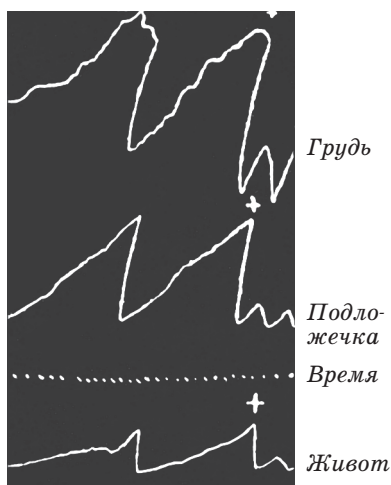


Рис. 17.

Запись с пневмографами. Пение гаммы. Сильное расширение верхней части грудной клетки. Падение всех кривых. Тенор. 1-я группа



Рис. 18.

Запись с пневмографами. Пение гаммы (е-е₁-е). Падение всех кривых ниже уровня спокойного дыхания. Сильная утечка на всех гласных. Меццо-сопрано. 1-я группа

последние одновременно опускаются до следующего вдоха, повторяя таким образом тип спокойного дыхания лишь в расширенном масштабе и замедленном темпе (рис. 17, 18).

Во второй группе находятся случаи, где этого постоянного параллелизма не отмечается, так как та или иная линия отстает от совместного падения или даже принимает восходящее направление, а иногда горизонтальное, свидетельствуя таким образом о неоднородных движениях стенок груди и живота (рис. 19, 20).

В третью группу входят певцы, у которых грудь и живот, приняв определенное положение, продолжают в нем оставаться в течение издавания звука до следующего вдоха: все три пера пикут горизонтальные линии (рис. 21).

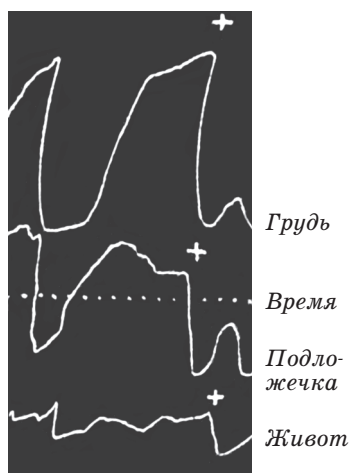


Рис. 19.

Запись с пневмографами. Пение гаммы. Сопрано. Непараллельное движение кривых в начале пения. Форсированное пение. Утечка на гласных И и У. 2-я группа

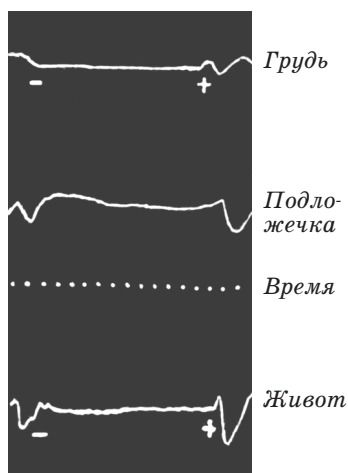


Рис. 21.

Запись с пневмографами. Пение гаммы. Тенор. Полная неподвижность стенок груди и живота во время держания звука. 3-я группа

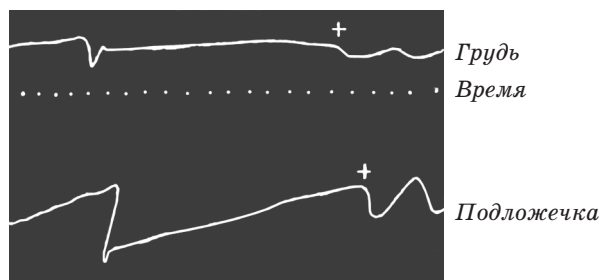


Рис. 20.

Запись с пневмографами. Пение гаммы. Бас. Верхняя часть грудной клетки неподвижна при пении, при подготовке едва заметные экскурсии ее. 2-я группа

Среди 200 певцов, из которых многие были законченными артистами, а отчасти учащимися, распределение типов кривых по отношению к этим 3 группам было очень неравномерно. Исследование производилось в фонетической лаборатории при клинике болезней уха, горла и носа I МГУ в течение нескольких лет.

Большинство певцов относится к первой категории (около 75%), сюда входят мужские и женские голоса как высокие, так и низкие. Одним из характерных признаков для этой группы помимо параллельности нисходящих линий является обширный размах дыхательных экскурсий стенок груди и живота: перо капсулы Маррея сильно поднимается при начале пения и более или менее круто, часто с уступами, спускается вниз, иногда гораздо ниже линии покойного дыхания. В чистом виде одновременное спадение стенок груди и живота наблюдается главным образом при пении гамм и упражнений, когда поющий более внимательно следит за своими движениями, при исполнении же сложных музыкальных произведений, когда внимание певца к технике голосообразования ослабевает, параллельность линий нередко нарушается, причем кривые, соответствующие уровню подложечки, делаются восходящими, или горизонтальными, но эти явления случайны и мимолетны, так как неожиданно исчезают и обычно не могут быть повторены по желанию.

У певцов этой самой распространенной группы при подготовке к пению тип покойного дыхания совсем не меняется, только последний вдох указывает на более сильное расширение груди и живота, чем в покое. Частота этой группы объясняется тем, что движения стенок груди и живота при фонации, в сущности сводящиеся к более увеличенному по объему типу покойного дыхания, легко усваиваются поющими, так как не требуют ни особых знаний по физиологии, ни специальной тренировки, ни большого усилия, ни настойчивости (см. рис. 17 и 18).

При анализе кривых, отражающих двигательное состояние грудных и брюшных стенок, необходимо руко-

водствоваться соображением, в какой мере они могут указывать на то или иное участие сил, направленных для поддержания воздушного давления в бронхиальном дереве. Для того чтобы яснее понять влияние каждой отдельной силы, связанной с двигательной способностью грудных и брюшных стенок, на состояние давления в бронхах, следует снова возвратиться к вопросу о механизме его возникновения.

В главе о голосовой функции нижних дыхательных путей было уже указано, что произвольно смыкающиеся голосовые связки и автоматически и рефлекторно сокращающиеся гладкие мускулы бронхиальных стенок в сущности составляют основу всего голосового аппарата как музыкального духового инструмента, в котором давление воздуха само собой непроизвольно регулируется деятельностью голосовых связок, — каждое изменение в режиме последних, например при разных оттенках звука, а также при повышении и понижении голоса, ведет за собой соответствующее изменение в высоте бронхиального давления, приспособляющегося постоянно к разным условиям голосообразования. Роль грудных стенок, которые являются как бы живым футляром для этого простейшего по устройству голосового прибора, не может не быть значительной, так как они своими движениями при сужении и расширении грудной клетки как в целом, так в отдельных частях влияют на состояние внутрибронхиального давления.

Кривые записи на кимографе дают представление о движении стенок груди; необходимо выяснить, какие из этих движений содействуют основному принципу поддержания воздушного давления в бронхах, развиваемому сокращением гладкой мускулатуры, и какие из них могут быть вредными. Вопрос, поставленный таким образом, может быть решен лишь в том случае, если одни движения можно считать более выгодными по сравнению с другими. В этом отношении диафрагма как одна из наиболее подвижных стенок грудной клетки имеет особое значение, так как легче всего способна перемещаться и таким образом влиять на состояние

давления в замкнутой системе бронхов и трахеи. Принимая во внимание физиологическое значение диафрагмы, было бы целесообразно при анализе кривых пения исходить из основной точки отправления — из влияния движений стенок груди и живота на деятельность диафрагмы во время держания тона.

Сведение вопроса к участию диафрагмы при пении имеет свое оправдание и со стороны оценки акустических свойств голоса, так как всеми вокальными специалистами признается, что диафрагма своим тонусом оказывает особенно благоприятное действие на тембр, который только при помощи деятельности диафрагмы может сохранять однородность окраски при выдерживании высоких и низких тонов. Вариации оттенков голоса при пении зависят от степени участия диафрагмы в деле поддержании внутрибронхиального давления. Звук голоса, возникший при достаточном тонусе диафрагмы, отличается характерными особенностями — яркостью звучания, певучестью, высокими обертонами, ясностью произношения гласных и согласных, которые некоторыми опытными певцами и педагогами с точностью отмечают слухом.

Итак, при анализе кривых записи сложная картина движений стенок груди и живота в дальнейшем будет изучаться с точки зрения влияния их на деятельность голосовых связок, функционально связанных с сокращением гладкой мускулатуры бронхов, и на состояние тонуса диафрагмы, который автоматически может изменяться в своей силе в связи с колебаниями внутрибронхиального давления, активного и пассивного спадения стенок грудной клетки, нажима брюшного пресса и подвижности вверх и вниз гортани в целом.

Спадение кривой, относящейся к уровню грудной клетки на высоте сосков, совершается тем энергичнее, чем выше был ее подъем перед началом пения; следовательно, чем сильнее расширяется верхняя часть грудной клетки, тем быстрее она суживается. Это движение может происходить отчасти пассивно в силу тяжести реберных стенок и вследствие действия внутренних

межкостальных мышц. Заключенный в бронхах воздух испытывает под влиянием этой силы от спадения ребер давление, которое распространяется на все стенки грудной полости и неизбежно должно вступить в противодействие с тонически напряженной диафрагмой, так как последняя оттесняется вниз и таким образом теряет часть своего регулирующего влияния на внутрибронхиальное давление. Лишь компенсаторным усилением тонуса ее и увеличением брюшного пресса может быть восстановлено равновесие сил, но введение произвольных движений расстраивает автоматизм в процессе поддержания давления и неблагоприятно отражается на режиме голосовых связок, так как сокращение произвольных мышц совершается неравномерно, с толчками, и с трудом может поддаваться дозировке, в результате чего в певческом голосе выступает целый ряд недостатков, главным образом относящихся к тембровым оттенкам.

Спадение грудной клетки в общем предрасполагает к развитию слишком большого давления в системе бронхов, которое может быть доведено до крайних пределов и служить причиной возникновения профессиональных болезней. Подобная перегрузка давления еще более имеет место, если грудная клетка напрягается и активно воздействует на стенки бронхиального дерева, этим парализуя тонус диафрагмы.

Так как кривые записи не могут служить количественным показателем, то по крутизне и объему нисходящей кривой нельзя судить о развиваемой грудными стенками силе; необходимо лишь указать, что любое по размеру падение кривой на уровне сосков неблагоприятно влияет на тоническое напряжение диафрагмы и следовательно на ее участие в деле поддержания внутрибронхиального давления, на что голосовые связки отвечают изменением тембра голоса. Временное прекращение падения кривой и переход ее в восходящее направление является результатом компенсирующих движений со стороны разных отделов дыхательного аппарата в течение издания голоса; ими объясняются зубцы на кривых.

Кривая, получаемая от пневмографа на высоте подложечки, регистрирует движения нижней части грудной клетки в области прикрепления к ней краев диафрагмы. Если грудная клетка в этом месте расширяется во время подготовительного состояния или при вдохе перед самым началом пения, то это явление можно рассматривать как благоприятное, потому что оно ведет к натяжению диафрагмы в раме нижней апертуры грудной клетки и вместе с этим к увеличению ее тонуса, направленного на поддержание и усиление давления воздуха, заключенного в замкнутой системе бронхиального дерева. Последующее спадение кривой во время держания тона неизбежно сопровождается расслаблением диафрагмы, так как места ее прикрепления в связи с сужением грудной клетки отходят к средней линии. Расслабленная диафрагма под напором внутригрудного давления может быть при этом оттеснена вниз, если брюшной пресс не восстановит соответствующее равновесие сил. Если сила внутригрудного давления превышает силу брюшного пресса, стенки подложечки и живота выпирают вперед, указывая на расширение брюшной полости. В результате развития компенсирующих сил, выпадения тонуса диафрагмы и действия мышечных движений стенок груди и живота голосовые связки подвергаются воздействию воздушного давления, которое поддерживается многими группами произвольных мускулов; понятно, что оно становится неравномерным и недостаточно эластичным.

Итак, какова бы ни была быстрота падения кривой, соответствующей уровню расположения диафрагмы, во всех случаях она указывает на большее или меньшее ослабление участия тонуса диафрагмы в образовании голоса. На этом уровне кривые чаще, чем на других местах грудной клетки, меняют свое направление то вниз, то вверх, указывая, что расслабление тонуса диафрагмы происходит не без борьбы с компенсирующим влиянием стенок груди и живота.

Нисходящая кривая, соответствующая спадению стенок живота, несомненно, является признаком повы-

шения силы брюшного пресса. Сокращение брюшных стенок является ответом на расслабление диафрагмы для восстановления равновесия между давлением в грудной клетке и в полости живота. Диафрагма при этих условиях может занять высокое или низкое положение в зависимости от преобладания грудного или брюшного давления и в процессе голосообразования имеет пассивное значение, если активное тоническое ее напряжение оказывается недостаточным для самостоятельного влияния на поддержку внутрибронхиального давления.

В самом факте спадения боковых стенок живота лежат неблагоприятные моменты для тонуса диафрагмы, так как при сокращении внутренних и наружных косых мышц живота и особенно поперечной мышцы нижняя апертура грудной клетки уменьшается в своем диаметре и тем выводит диафрагму из состояния тонического натяжения, ибо места прикрепления ее сближаются. Кривая живота редко дает большую кривизну падения, потому что действие брюшных мышц парализуется более сильным напором со стороны грудной клетки, и диафрагма как промежуточная перепонка между полостью живота и груди оттесняется вниз, в некоторых случаях брюшные стенки даже остаются неподвижными или выступают вперед, что еще более свидетельствует о преобладании грудного давления над брюшным прессом. Итак, спадение стенок живота происходит в связи с ослаблением тонуса диафрагмы для восстановления давления в бронхиальной системе и сигнализирует о недостаточной ее деятельности при фонации. Как и при спадении стенок груди, здесь создается широкая возможность для развития разного рода добавочных и излишних движений, возникающих сознательно и рефлекторно как со стороны дыхательных органов, так и голосовых связок и надставной трубы. Теоретические выводы о неблагоприятных обстоятельствах голосообразования при спадении стенок груди и живота на всех уровнях подкрепляются целым рядом объективных и субъективных признаков.

Так, прежде всего голосовые связки реагируют на борьбу между отдельными группами дыхательных мышц несмыканием в задней части голосовой щели, вследствие чего происходит утечка воздуха во время фонации. Многочисленные исследования показали, что чем круче падение кривых и чем выше их подъёмы и опускания, тем сильнее выражен феномен утечки. Почти без исключения она проявлялась при пении гласных *И* и *У*, когда в трахее и бронхах больше, чем при других гласных, поднимается воздушное давление. Утечка особенно резко заметна при сильных вдохах грудной клеткой, когда вследствие набора большого количества воздуха в легкие создаются благоприятные условия для преобладания воздушного давления в грудной клетке над брюшным прессом и следовательно при слабом тоне диафрагмы.

К объективным признакам относятся далее беспокойное, напряженное состояние всего тела, покраснение лица, надутость вен шеи, тяжелый с шумом вдох, резкое выпячивание живота, отклонение туловища назад или вперед, поднимание плеч, частый вдох несмотря на обилие вдыхаемого воздуха, выпячивание и напряжение грудной клетки; со стороны гортани отмечается высокое ее стояние и вообще стремление ее перемещаться вверх вследствие сильного напора воздуха со стороны трахеи; со стороны органов надставной трубы наблюдаются слишком напряженная нижняя челюсть и язык, опускание мягкого нёба, гримасы лица и другие вынужденные движения, свидетельствующие об усиленном и неестественном напряжении разных отделов голосового аппарата.

Не менее важное значение имеют признаки, указывающие на не вполне нормальное состояние организма со стороны общего кровяного давления. Если принять, что при покое высота давления крови в артериях приблизительно равна 100–110 мм, а при самом тяжелом физическом труде она поднимается до 120 мм, то поднимание ее до 150 мм у певцов этой группы при пении высоких тонов уже указывает на значительное

расстройство в кровообращении. Причина этого расстройства сводится к сжатию крупных кровеносных сосудов и сердца на почве сильного внутрибронхиального давления; оно выражается в наступлении общего цианоза, одышки и ощущения задушения, быстро проходящих при раскрытии голосовой щели. Эти высокие цифры состояния кровяного давления наблюдаются при низком состоянии диафрагмы и слабом ее тонусе, не могущем противостоять напору давления со стороны спадающей грудной клетки.

При субъективной оценке певческого голоса можно отметить неровность звучания и яркости, особенно на высоком регистре и на некоторых так называемых переходных нотах, звук кажется глухим, как бы заува-лированным, несущимся издалека. Нередко голос принимает крикливый, резкий характер с примесью посторонних шумов, или же он делается напряженным, сдавленным, форсированным, отчего много теряет в тембре; сюда присоединяются часто тремолирование и детонация, обычно в сторону повышения тона. Только редко у этих певцов получается настоящее пиано, оно совершенно невозможно на высокой тесситуре, или же звучит как фальцет. Произношение гласных и согласных большей частью неясно, несмотря на усиленную артикуляцию в пении, слова и фразы неразборчивы. В связи с недостаточным тонусом диафрагмы мягкое нёбо не удерживает приподнятого положения, отчего голос принимает носовой или гнусавый оттенок, особенно на предельно высоких тонах.

Все указанные субъективные признаки хорошо выступают при записи голоса на фонографе, легко отмечаются слухом такие дефекты, как невыровненность регистров, внезапное выпадение звучности, глухие тоны, несвободное, напряженное течение голоса, и особенно ясно слышатся посторонние негармоничные обертоны, которые раздаются настолько сильно, что заглушают основной тон при выслушивании валика фонографа без рупора. Этот признак настолько характерен, что является в практике пения одним из важнейших указаний

на слабость тонического натяжения диафрагмы. Следует принять во внимание, однако, что во многих случаях по слуховому только ощущению трудно высказываться о тех или иных недостатках голоса, которые сглаживаются благодаря богатству обертонов и прирожденной красочности тембра.

Ко второй группе певцов, которая встречается примерно в 20 %, относятся также мужчины и женщины как с низкими, так и высокими голосами. Отличительным признаком для этой группы служит непараллельность кривых записи, что указывает на то, что стенки грудной клетки на разных уровнях и живота проявляют неодинаковую деятельность, — в то время как в одном месте грудная клетка расширяется, в другом суживается и наоборот, совпадая или нет с движениями стенок живота. Таким образом, то поведение стенок груди и живота, которое у певцов первой группы проскальзывало как случайное и мимолетное явление, здесь выступает на первый план. Чаще всего приходится наблюдать, что кривая, соответствующая уровню подложечки, представляется в виде прямой или ломаной линии в связи с почти полной неподвижностью нижней части грудной клетки, в то время как в области сосков кривая имеет резко нисходящее направление вследствие спадения грудных стенок.

В других случаях верхняя часть грудной клетки остается неподвижной, а суживается в нижней апертуре. Только редко случается, что все три кривые спускаются ниже уровня покойного дыхания, как это бывает у певцов первой группы, но начальный вдох часто сопровождается высоким подъемом кривых, указывающим на слишком глубокий вдох. Однако кривые живота большей частью не дают больших размахов и нередко превращаются в горизонтальные линии, так как брюшные стенки остаются неподвижными (см. рис. 19 и 20).

При пении фраз нередко отмечаются такие моменты, когда все движения стенок груди и живота приостанавливаются: все кривые пишут горизонтальные линии. В это время внутрибронхиальное давление следовательно

поддерживается силами, лежащими внутри грудной и брюшной полостей. Обычно это явление продолжается кратковременно, и кривые снова начинают опускаться. Следует заметить, что в течение этих остановок голос не ослабевает, а наоборот, приобретает еще большую яркость, силу и звучность.

В некоторых случаях можно наблюдать парадоксальный феномен: во время держания звука нижняя часть грудной клетки расширяется при спадении или неподвижности верхних отрезков ее и живота.

У большинства певцов этой группы заметно подготовительное состояние дыхательных органов, которое выражается очень разнообразно и сводится к изменению частоты вдоха и выдоха, уменьшению экскурсий грудной клетки и живота, а также к расширению их, особенно часто на уровне подложечки. Следует, однако, заметить, что характер подготовки чрезвычайно варьируется в своих проявлениях и не представляет собой чего-нибудь определенного и строго выдержанного, так как при каждом новом эксперименте может принимать самые разнообразные формы. Но во всяком случае факт ее существования уже свидетельствует о том, что обычный привычный покойный вдох инстинктивно изменяется для подготовки дыхательных органов поддерживать внутрибронхиальное давление в условиях определенной техники, свойственной данной группе певцов.

Если при анализе кривых исходить из отправной точки зрения о влиянии движения стенок груди и живота при фонации на тонус диафрагмы, то по отношению к верхней части грудной клетки придется повторить все то, что было уже сказано при описании первой группы, если дело идет о нисходящем направлении кривых. С какой бы высоты ни происходило падение кривой, оно всегда свидетельствует о вредном влиянии на тонус диафрагмы, каждое же замедление падения или остановка его может быть истолковано в пользу большего участия в поддержке давления диафрагмы, по мере выключения стенок грудной клетки как действующей силы.

Если стенки грудной клетки не напряжены и расслаблены, то развившееся в легких давление может привести к пассивному ее расширению, что часто и наблюдается в первые мгновения в начале пения, но обычно этот подъем вскоре переходит в более или менее выраженное падение, и таким образом, грудная клетка в результате компенсации сил переходит к активной деятельности; при этом невозможно установить, является ли спадение грудной клетки следствием или причиной ослабления тонуса диафрагмы. Взаимное замещение действующих сил на кривой нередко выражается неровностями линии в сторону повышения или понижения, мелкие же вибрации объясняются судорожными подергиваниями мышц грудной клетки, которые наступают, например, при попытках удержать ее в нарочито приподнятом положении.

Расширение нижней части грудной клетки при начале пения является признаком, указывающим на натяжение диафрагмы, следовательно, его можно рассматривать как благоприятный момент в деле поддержания давления в бронхах. Было бы целесообразно, если бы это положение диафрагмы оставалось при дальнейшем держании звука, но в действительности уже спустя несколько мгновений кривая дает падение вместе с уменьшением нижней апертуры грудной клетки, иногда же она принимает восходящее направление вследствие еще большего расширения грудной полости в этом месте одновременно с ее сужением на уровне сосков, чтобы через короткое время безудержно опускаться вплоть до следующего вдоха. Таким образом, в этих случаях тонус диафрагмы и ее высокое положение удерживаются более или менее продолжительное время и придают голосу особые акустические свойства, выгодно отличающие этих певцов от первой категории.

Кривые живота обычно не дают больших размахов и обнаруживают или незначительное падение, или превращаются в горизонтальную линию вследствие неподвижности брюшных стенок. Они часто проходят ниже уровня спокойного дыхания, что значит, что в момент

взятия звука живот подтянут внутрь, в других же случаях живот с самого начала остается расширенным, так что линия записи идет на высоте последнего вдоха. Незначительные колебания в стороны подъема или опускания говорят за то, что брюшной пресс не обнаруживает резких изменений, несмотря на заметные спадения грудной клетки на разных уровнях. Наблюдаемое нередко расширение брюшной полости, особенно часто встречающееся при взятии высоких тонов, находится в связи с перевесом грудного давления над брюшным и не может считаться благоприятным признаком, так как при этих условиях диафрагма оттесняется вниз в ущерб своему тону.

Совокупность моментов, сводящихся к стремлению придать диафрагме лучшие условия для поддержания тону, выгодно отражается на процессе голосообразования: мы видим, что во вторую группу преимущественно входят певцы большой квалификации, законченные артисты, выдающиеся вокалисты и опытные преподаватели. За это же говорит ряд объективных и субъективных симптомов: у большинства певцов утечка воздуха через голосовую щель совершенно отсутствует при пении всех гласных, или она проявляется только на гласных *И* и *У* и при произношении слов и фраз. Общее кровяное давление при взятии высоких тонов обычно не достигает крайних пределов и ограничивается небольшими колебаниями. Пение протекает при спокойном положении тела и органов голосового аппарата, вдыхательные движения не отличаются большой глубиной, реже наблюдаются дыхательные расстройства в форме одышки, покраснения лица, расширения больших вен шеи. Мягкое нёбо обычно приподнято, не слышно носовых призвуков. Гортань стремится занять индифферентное положение, приподнимаясь или опускаясь на высоких тонах.

Из субъективных признаков можно отметить: сильные и звучные голоса, часто форсированные с оттенками крикливости, более или менее выровненные на переходных регистрах. Артикуляция гласных и согласных носит большей частью отчетливый и ясный характер.

Следует заметить, что в моменты полной остановки спадения стенок груди и живота голос приобретает особую певучесть, музыкальность и блеск вместе с богатством гармонических обертонов, причем сила голоса может быть доведена до крайнего фортиссимо.

В третью группу входит очень мало певцов, примерно 2–3 % — мужчины и женщины. Они поют при полной неподвижности стенок груди и живота, отчего все 3 линии записи горизонтальны. Наблюдая таких певцов во время пения, нередко невозможно уловить движения грудной клетки и живота даже при вдохе. Уже за несколько мгновений до начала пения ясно выступает подготовительное состояние дыхательных органов, при котором кривые вдоха и выдоха уплощаются, так что дыхательные экскурсии делаются едва заметными. Но подготовка не ограничивается только уплощением линий, всегда отмечается расширение грудной клетки, меньшее в верхних частях и большее на уровне мечевидного отростка, между тем как живот несколько втягивается и в таком неподвижном положении находится во все время держания звука. Верхняя часть грудной клетки расширяется только слегка или совершенно не меняет своего положения по сравнению с покойным дыханием.

Здесь следует снова подчеркнуть, что, несмотря на уменьшение дыхательных экскурсий, количество вдыхаемого воздуха остается то же, что и до подготовки, или даже может превышать его; подобное несоответствие можно объяснить только тем, что при некоторой установке стенок грудной полости и живота колебания количества вдыхаемого воздуха регулируется активной деятельностью гладкой мускулатуры бронхиального дерева, т. е. бронхиальные стенки могут суживаться и расширяться в разной степени самостоятельно вне зависимости от объемных изменений грудной клетки (см. рис. 21).

Представляет большой интерес, далее, что диафрагма во время дыхания в стадии подготовки остается почти неподвижной — в тоническом напряжении, — и при вдохе имеет склонность скорее к подниманию, чем

к опусканию; в этих случаях она проявляет так называемую парадоксальную деятельность, о чем было уже упомянуто в главе о механизме покойного дыхания. Как показали исследования, этот необычайный тип вдоха главным образом за счет расширения бронхиальной системы при незначительной подвижности грудных стенок совершается при особой установке дыхательных органов и может быть с большей или меньшей легкостью усвоен певцом путем упражнений и тренировки, но как непривычный и вновь заучиваемый в первое время утомителен, сопровождается одышкой, ощущением недостатка воздуха и усталостью; он легче удастся, если в лежащем положении на живот положить тяжесть или связать его бинтом. По-видимому, этими физиологическими явлениями объясняется тот факт, что некоторые певцы во время пения подтягивают живот специальными поясами, благодаря которым инстинктивно создаются условия для удержания диафрагмы в определенном тоне и для проявления более изолированной деятельности гладкой мускулатуры бронхов.

Описываемый тип подготовительного состояния отличается от обыкновенного дыхания некоторых людей (см. 3-й тип покойного дыхания) лишь тем, что брюшные стенки остаются неподвижными, следовательно, опускание диафрагмы в этих случаях может произойти лишь настолько, насколько позволяют упругость и эластичность наполненных воздухом кишок и желудка.

Таким образом, необходимо установить, что у певцов 3-й группы перед взятием звука устанавливается своеобразное дыхание, какого при покойном дыхании у людей не наблюдается.

Горизонтальные линии, соответствующие держанию звука, обычно идут на высоте кривой последнего вдоха, глубина которого ничем не отличается от предыдущих вдохов подготовительного состояния. При прекращении звука, лишь только голосовая щель раскрывается, горизонтальные линии на всех уровнях туловища падают стремительно и произвольно, указывая на то, что стенки груди и живота в этот момент спадаются, чтобы

при последующем вдохе снова подняться на прежнюю высоту и во время фонации удержаться на новой горизонтальной. Во время быстрого спадения стенок груди и живота из бронхов удаляется еще неиспользованный при фонации воздух, к которому присоединяется также воздух, заключенный в замкнутых перед тем бронхиальных ходах и альвеолах, и таким образом осуществляется полный выдох во время пения, который распадается на два момента: один — с образованием голоса при закрытой голосовой щели, другой — беззвучный для газообмена. Первый происходит под влиянием только сокращения гладкой мускулатуры бронхов, второй также и при содействии спадающих грудных стенок.

Подобное дополнительное падение кривых после окончания фонации всегда наблюдается и у певцов 1-й и 2-й группы, благодаря чему размах падающих кривых значительно увеличивается. Больше всего падение выражено на кривых, относящихся к нижней части грудной клетки, так как в этом месте она сильнее расширяется при вдохе. У хорошо натренированного певца процесс дыхания и пения при записи на кимографе выражается в правильной смене горизонтальных, падающих и поднимающихся линий. Однако следует заметить, что правильное чередование направлений может нарушаться в связи с изменением техники вдоха и выдоха, в особенности при исполнении фраз и арий, но общая характерная черта для этой группы — неподвижность стенок груди и живота — остается преобладающей.

Для объяснения механизма, которым поддерживается внутрибронхиальное давление на сомкнутые голосовые связки при полной неподвижности стенок груди и живота, необходимо допустить единственно возможную гипотезу о деятельности гладкой мускулатуры легких и бронхиальной системы. Это предположение допускает возможность голосообразования в случаях, когда произвольная мускулатура бездействует, например разговор во сне, под общим глубоким наркозом и пр.

Возможность голосообразования при неподвижных стенках груди и живота наблюдалась многими исследо-

вателями как на людях, так и на животных. Экспериментально она доказана на собаках, у которых раздражался определенный участок мозговой коры, заведующий голосовой функцией. Она отмечена также у новорожденных детей не только при коротком, но и при продолжительном крике. Таким образом, неподвижность брюшных и грудных стенок при фонации можно считать физиологическим явлением.

Выгода описываемого типа дыхательных движений при певческом голосообразовании сказывается прежде всего по отношению к участию диафрагмы. Уже в подготовительной стадии она принимает высокое положение и вместе с расширением нижней апертуры грудной клетки увеличивает свой тонус: эти обстоятельства следует учитывать как благоприятные для поддержания давления в бронхах при издавании звука, так как находящаяся в тоническом напряжении диафрагма противодействует растягиванию легких книзу. Благодаря неподвижному положению боковых грудных стенок автоматическое взаимодействие между голосовыми связками, гладкой мускулатурой бронхов и диафрагмой осуществляется без помехи, между тем как всякое спадение грудных и брюшных стенок неизбежно ведет к нарушению равновесия между этими тремя факторами и прежде всего ослабляет тонус диафрагмы или вследствие увеличения грудного давления и перевеса его над брюшным, или вследствие сдвигания мест прикрепления диафрагмы к средней линии.

Большую выгоду также представляет естественный вдох, осуществляемый почти исключительно при помощи самостоятельного расширения бронхиальных стенок, благодаря чему певец пользуется небольшим количеством воздуха, почти как при покойном дыхании. Как известно, глубокий вдох при пении предрасполагает к развитию слишком большого давления и к нарушению дыхания и кровообращения, причем одним из объективных признаков этого расстройства может служить высокое поднятие общего кровяного давления при выдерживании высоких тонов. У певцов этой группы

при пении самых предельных тонов давление крови не превышает 5–10 мм по сравнению со спокойным состоянием, или даже вовсе не поднимается. Утечка воздуха через голосовую щель не наблюдается на всех гласных. Теоретические предположения о преимуществе горизонтальных линий над спадающими кривыми при записи на кимографе оправдываются практикой. Несмотря на малое количество вдыхаемого воздуха певцы могут продолжительно выдерживать звук до 20–30 секунд, причем нисколько не проигрывают ни в силе, ни в красочности голоса. Выгодное впечатление производит легкость голоса, богатство обертонов, непринужденное спокойное выдерживание звука на всем диапазоне. Сюда принадлежат исключительные вокалисты, обладающие звонкими и сильными голосами: они хорошо владеют пиано и необыкновенно ясно и отчетливо произносят гласные и согласные. На пластинках фонографа их голоса передаются выразительно без посторонних шумов и призывков.

В. ИССЛЕДОВАНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ «ЯРМА»

Пнеймограф Гутцмана, помещенный на нижнюю часть грудной клетки, соприкасается с ребрами и подложечкой и при записи покойного дыхания дает сложную кривую, которая складывается из движений неоднородных участков, а потому не передает действительных объемных изменений этого отрезка туловища. При фонации разница движений боковых частей грудной клетки и подложечки сказывается еще более, так как они могут отличаться не только величиной размаха, но и иметь противоположное направление, поэтому суммарная кривая не дает верных показаний.

Ярмо, записывающее движение бока и подложечки в отдельности, разлагает сложную кривую на две самостоятельные и дает в руки исследователя ряд новых и очень важных данных об участии нижнего отрезка грудной клетки в деле поддержания внутрибронхиального давления и вместе с этим о деятельности диафрагмы.

Прибор надевается таким образом, что переднее его ребро с приделанным к нему резиновым баллоном касается верхней части подложечки, а одно из боковых, удобнее правое, также с баллоном или с широкой трубкой прилежит к боку на уровне 7-го — 8-го ребер. Одновременно с регистрацией при помощи ярма подложечки и бока движения верхней части грудной клетки и живота записываются пневмографами, так что на всех четырех кривых выступает полная картина дыхательных движений во время пения.

Ход исследования ведется так же, как с пневмографами: певцы исполняют одни и те же задания в диапазоне, соответствующем роду голоса — гаммы арпеджио и пр. или поют фразы музыкальные и также не видят записывающего пера. Перед пением необходимо изучать кривые покойного дыхания, которые указывают на тип и на глубину дыхательных экскурсий и у многих подвергаются изменениям в связи с подготовительным к пению состоянием.

Кривые движений подложечки при покойном дыхании и показывают, что эта часть брюшной стенки поднимается при вдохе и опускается при выдохе, причем высота размаха колеблется в широких пределах. Чаще всего встречаются глубокие колебания подложечки, которые, однако, могут сменяться не резко выраженными, что нужно отнести за счет двигательной функции диафрагмы: чем ниже опускается она при вдохе, тем сильнее выступает вперед подложечка. Так как участие диафрагмы при дыхании может варьироваться, то и картина движений подложечки бывает разнообразна. При расширении нижней части грудной клетки и натяжении диафрагмы, когда ее тонус повышается, дыхательные экскурсии подложечки резко уменьшаются и часто делаются едва заметными. Подобное явление нередко наблюдается во время подготовки к пению (рис. 22 и 23).

При фонации, когда дыхательные органы находятся в особом состоянии для поддержания определенного воздушного давления внутри бронхов, кривые

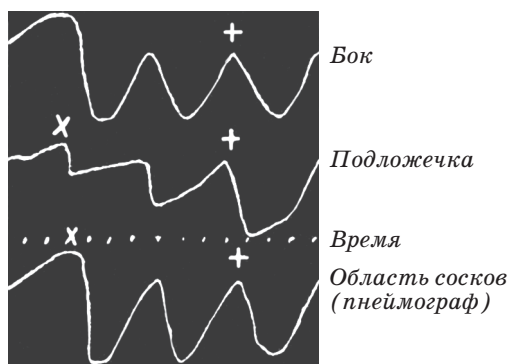


Рис. 22.

Тенор М. Запись при помощи ярма. Знак «+» — переход покойного дыхания в состояние подготовки. Изменилась только кривая подложечки. Знак «x» — начало пения

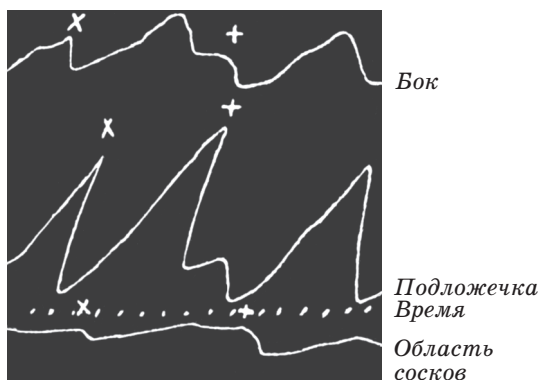


Рис. 23.

Тенор Р. Запись с ярмом. При подготовительном состоянии размахи подложечки сделались сильнее. Дыхание замедлилось. Кривые груди на уровне сосков и бока не изменились.

Знак «+» — начало подготовки, знак «x» — начало пения

движений подложечки представляют весьма различную картину. Здесь так же, как и при покое, деятельность диафрагмы сильно отражается на форме кривых записи. Подложечка чрезвычайно реагирует на разные

изменения в механизме, поддерживающем внутрибронхиальное давление: и ее движения могут считаться одним из самых чувствительных показателей двигательной устойчивости дыхательного аппарата во время держания звука.

Последний перед пением вдох отмечается на кривой внезапным вертикальным подъемом то на высоту уровня покойного вдоха, то в несколько раз ее превышающую. Дальнейшее направление не предreshается этим начальным подъемом, и оно может проявиться в самых неожиданных формах; в большинстве случаев кривая указывает на постепенное или быстрое западение подложечки, иногда с кратковременными остановками в движениях или с выступлением вперед, но в конце концов кривая спускается все ниже и ниже до следующего вдоха, когда повторяется снова та же картина. Наклон линии бывает то крутой, то пологий в связи с более или менее быстрым западением подложечки. В других случаях независимо от высоты начального подъема линия сразу принимает еще более восходящее направление, чтобы спустя 2–3 секунды перейти в нисходящее и спуститься ниже абсциссы покойного дыхания. Гораздо реже случается, что тотчас после вдоха перо капсулы пишет горизонтальную линию, указывая на полную неподвижность подложечки до следующего вдоха.

Одновременная запись движений бока грудной клетки при покойном дыхании обычно вполне совпадает с записью движений подложечки или отличается от нее глубиной дыхательного размаха, который при подготовке к пению также может быть едва заметным, отчего кривые вдоха и выдоха уплощаются.

Во время фонации бок грудной клетки на уровне линии прикрепления к ней диафрагмы проявляет разнообразные движения, которые, однако, могут совершенно не совпадать с движениями подложечки и даже иметь противоположное направление. Обыкновенно после большого или малого подъема кривая бока принимает нисходящее направление, которое продолжается до следующего вдоха. Медленное или быстрое падение

кривой указывает на сужение нижнего отверстия грудной клетки и на ослабление тонуса диафрагмы. Случается, что в первый момент держания тона кривая дает подъем, и следовательно, расширяется грудная клетка и натягивается диафрагма, но это продолжается короткое время и последующее падение выводит диафрагму из тонического состояния. В других случаях кривая бока сразу идет по горизонтальной линии и держится на ней частично или в течение всего времени держания тона; следует при этом заметить, что кривая подложечки в это время может давать резкое падение, т. е. сильное втяжение при почти неподвижных стенках живота на уровне пупка. Интересное зрелище представляется, когда кривая бока идет вниз, а кривая подложечки поднимается: в это время оба рычага капсулы делают ножницеобразное движение. Необходимо далее отметить, что движения бока также могут не совпадать с движениями грудной клетки на уровне сосков. Так, при полной неподвижности бока часто грудная клетка в выше лежащих частях сильно опадает и наоборот.

Приходится удивляться, насколько разнообразны и подвержены вариациям дыхательные движения у разных лиц при выполнении одних и тех заданий и при издавании звука при одних и тех же условиях. У каждого певца имеются свои особенности, свои характерные признаки, которые повторяются с неизменной постоянностью при всяком исследовании даже спустя продолжительное время, и, что особенно важно, свойственные певцу дыхательные движения бока и подложечки имеют мало склонности к переменам при обучении у педагогов. Если расположить все кривые, полученные записью ярмом, в определенный ряд и сравнить их направление, то оказывается, что среди кажущейся хаотичности двигательных возможностей можно подметить такие движения бока и подложечки, которые повторяются в одних и тех же комбинациях и свойственны целым группам певцов. Так же как и при исследовании с пнеймографом, в основу деления на типы движений бока и подложечки удобнее всего взять

параллельность линий. При этом резко выступают три группы певцов, у которых эти движения совершаются неодинаково.

В первую группу входят певцы, у которых самой характерной чертой является одновременное падение кривых бока и подложечки, обычно после значительно-го подъема при вдохе (рис. 24).

Никакой перестройки дыхательных движений в период подготовки к пению у них не отмечается, так что переход к фонации происходит после обычного типа спокойного дыхания. Картина записи довольно разнообразна: в одних случаях обе спускающиеся кривые линии круто, но равномерно направляются вниз и доходят до уровня много ниже линии покойного дыхания, в других — стенки бока и подложечки западают медленно и полого при небольшом начальном подъеме, в третьих — параллель-

ность линий нарушается тем, что на той или другой кривой, чаще соответствующей подложечке, падение вниз заменяется горизонтальной линией или восходящей вверх, но эти явления мимолетны и мало препятствуют общему стремлению кривой спускаться



Рис. 24.

Запись с ярмом. Баритон.
Пение гаммы. Падение
всех кривых. 1-я группа

вниз. Быстрота западения бока и подложечки обычно совершается неодинаково, ясно бросается в глаза то более быстрое падение кривой подложечки, то бока.

Во всех случаях этой группы верхняя часть грудной клетки всегда спадает с большим или меньшим размахом. Что касается живота, то здесь можно наблюдать также падение кривой или беспокойное движение стенок в связи с мышечным напряжением, в других случаях, наоборот, отмечается выпячивание живота вперед при наклонности всего туловища отклониться назад (рис. 25 и 26).

В какой бы степени ни происходило западение боков грудной клетки и области подложечки, оно всегда служит признаком расслабления диафрагмы и уменьшения

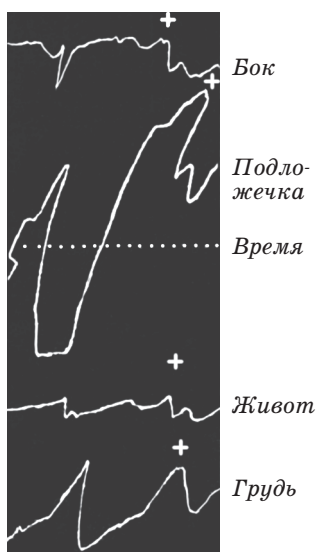


Рис. 25.

Запись с ярмом. Сопрано. Пение гаммы. Стремительное западение подложечки при неподвижном боку. 1-я группа

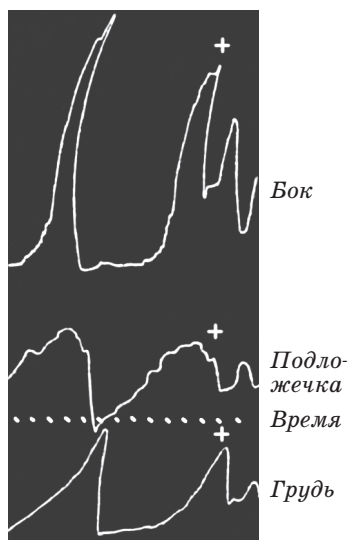


Рис. 26.

Запись с ярмом. Баритон. Пение гаммы. Стремительное западение бока как при первом вдохе, так и при следующих. 1-я группа

ее тонуса. При спадении боков натяжение диафрагмы нарушается вследствие того, что вместе с нижними ребрами к средней линии тела отходят и места прикрепления грудобрюшной преграды. Причина западения боков во время издавания звука кроется в том, что ребра слабо фиксированы и увлекаются упругостью натянутой между ними диафрагмы, чему весьма благоприятствует также высокое давление в легочной и бронхиальной системах и недостаточность брюшного пресса и, наоборот, активность мышц, связанных с грудной клеткой.

Изолированное западение подложечки нельзя объяснить спадением грудной клетки, так как эта область находится ниже диафрагмы. Чрезвычайная подвижность подложечки при фонации находится в тесной связи с состоянием поддиафрагмального пространства, где всегда существует известная степень отрицательного давления так же, как и в полости плевры. Диафрагма уравнивает состояние давления в полостях груди и живота, и при малейшем ее расслаблении подложечка увлекается внутрь живота вследствие увеличения отрицательного давления.

Таким образом, втяжение области подложечки нужно рассматривать как пассивное явление, происходящее под влиянием атмосферного давления в результате взаимоотношения разнообразных сил внутри живота; этим только и можно объяснить, что при определенном механизме для поддержания внутрибронхиального давления во время пения западению подложечки невозможно противодействовать никакими сноровками и ухищрениями: обычно чем более певец хочет задержать падение кривой, тем оно сильнее совершается.

Необходимо заметить, что западение подложечки начинается в то время, когда положительное давление в грудной клетке увеличивается (например при пении высоких тонов), расслабляющаяся диафрагма оттесняется вниз, а брюшные стенки в области пупка выпячиваются вперед под напором давления сверху или в крайнем случае остаются неподвижными. Если во время западения подложечки певец инстинктивно увеличивает силу

брюшного пресса сокращением брюшных мышц, то это может сопровождаться еще большим втягиванием области подложечки, так как уменьшение объема брюшной полости сопровождается также уменьшением диаметра нижней апертуры грудной клетки и следовательно расслаблением диафрагмы.

Разнообразие в степени западения бока и подложечки свидетельствует о вариациях взаимоотношений сил, участвующих в поддержании давления на голосовые связки во время фонации и таким образом косвенно указывает также на то, что диафрагма очень живо отвечает своим расслаблением, если положительное грудное давление начинает превалировать над брюшным прессом. Так как во время пения давление в бронхах постоянно автоматически меняется не только при повышении и понижении тона, но и при произношении согласных и гласных, то условия для удержания диафрагмы в определенном тоническом напряжении делаются очень усложненными, и она следует пассивно по линии наименьшего сопротивления, теряя свое регулирующее влияние.

Благодаря тому, что мышечное чувство от движения диафрагмы почти отсутствует, сознательно непосредственно контролировать ее функцию невозможно, и голосовые связки неизбежно должны подвергаться воздушному давлению, возникающему под влиянием разных компенсирующих двигательных взаимоотношений, которые влекут за собой не только изменения в колебании голосовых связок, но и в деятельности органов надставной трубы.

Ухо исследователя, привыкшего по слуху разбираться в оттенках певческого голоса, у певцов этой группы может отметить такие недостатки голоса, как крикливый, напряженный, несвободный звук, в котором чувствуется мало тембровой окраски, или он кажется пустоватым, глухим, звучащим как бы издали, лишенным высоких обертонов, далее, при пении отмечается: невыровненность регистров, постоянная смена тембра, выпадение звучности отдельных тонов; неясность в про-

изношении гласных, особенно на высоких тонах, и нечеткость согласных, невозможность пения пиано, детонация то вверх, то вниз, примесь в звуке посторонних шумов, которые особенно хорошо слышны в фонографе без рупора. Объективно у них можно констатировать утечку воздуха через голосовую щель при пении почти всех гласных, частый и тяжелый вдох, напряжение мышц туловища, одышку, покраснение лица, резкие колебания общего кровяного давления и другие признаки, о которых уже было сказано при описании опытов с пневмографами.

Ко второй группе относятся певцы, у которых на первый план выступают не параллельность и асинхроничность движений бока и подложечки. В то время как одна кривая обнаруживает стремление к падению, другая имеет горизонтальное или восходящее направление (рис. 27, 28 и 29). Большею частью у них можно отметить изменение дыхательных движений при подготовке к пению. Оно выражается в уплощении кривых вдоха и выдоха вследствие уменьшения глубины дыхательных экскурсий то бока, то подложечки, в связи с чем и последний вдох перед пением не дает резкого подъема кривой и не очень круто спускается кривая во время держания тона.

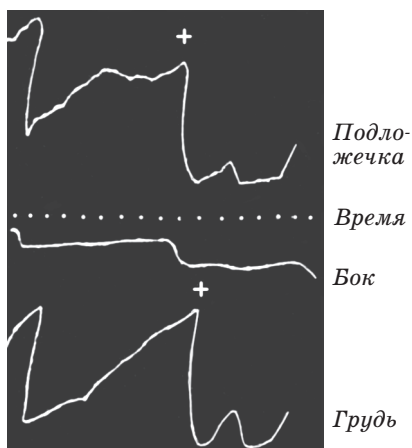


Рис. 27.

Запись с ярмом. Сопрано. Пение гаммы. При подготовке уплощение линий дыхания. Неподвижность бока. Знак «+» — начало пения. 2-я группа

Рис. 28.

Запись с ярмом. Сопрано. Пение гаммы. При начале пения резкое расширение нижней части грудной клетки и выступание вперед подложечки с последующим западением ее. Знак «+» — начало пения. 2-я группа

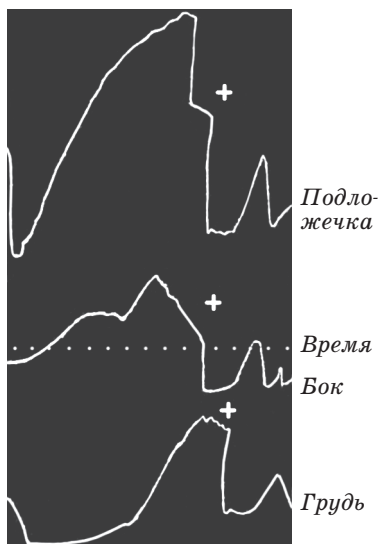
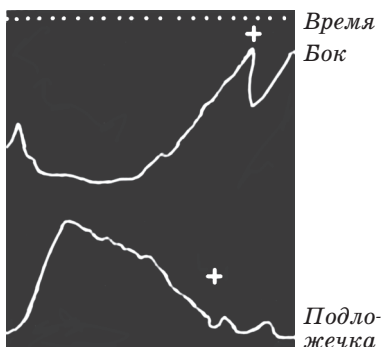


Рис 29.

Запись с ярмом. Пение гаммы. Тенор. Противоположные движения (ножницы) бока и подложечки. Знак «+» — начало пения. 3-я группа



Наибольший интерес представляют те случаи, где та или другая кривая принимает горизонтальное направление, свидетельствуя о полной неподвижности бока или подложечки, чаще эта неподвижность отмечается на подложечке, между тем как кривая бока дает падение разной степени. В других случаях одна или обе кривые в самом начале пения сразу дают резкий подъем, который, впрочем, продолжается лишь короткое

время, чтобы снова перейти к падению до следующего вдоха; оно нередко сопровождается толчкообразными движениями в связи с разного рода подсобными вспомогательными мышечными напряжениями стенок груди и живота. Подъем кривых соответствует расширению нижней части грудной клетки и означает, следовательно, натяжение диафрагмы. Движения верхней части грудной клетки могут то совпадать с движениями бока, то подложечки, но часто являются независимыми, обычно медленно падая или реже останавливаясь — кривая дает горизонтальную линию. Стенки живота в области пупка иногда остаются неподвижными, могут выпирать вперед или слегка втягиваться (рис. 30).

Единственным критерием для расшифровки значения кривых бока и подложечки может быть взаимоотношение между направлением кривой и тонической деятельностью диафрагмы: всякое западение бока или подложечки при всех условиях дает основание для предположения о наступающем расслаблении диафрагмы, о чем уже было указано выше, но так как у певцов этой группы наряду с падением кривых часто наблюдаются горизонтальные и даже восходящие линии, то можно сказать, что диафрагма не без борьбы уступает свое влияние на поддержку давления в легких во время издавания звука. Особенно заметно ее деятельное участие при пении тотчас при взятии тона, когда обе

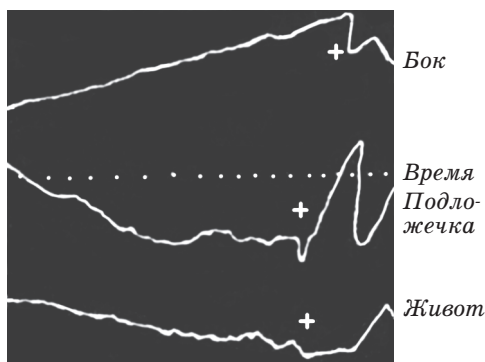


Рис. 30.

Запись с ярмом. Тенор. Пение фразы. Одновременное выпячивание вперед стенок подложечки и живота и западение бока. Знак «+» — начало пения. Мелкие колебания на кривых подложечки и живота указывают на напряжение мышечных стенок. 2-я группа

кривые держатся на одной высоте или поднимаются, свидетельствуя о том, что нижние ребра держатся устойчиво, а подложечка не западает благодаря временно установившемуся равновесию между давлением в груди и брюшным прессом.

Изменчивость формы кривых, неравномерность подъемов и опусканий и внезапность изменений направления можно истолковать лишь напряжением произвольной дыхательной мускулатуры груди и живота, которая по свойству поперечнополосатых мышц действует толчками и судорожными сокращениями и быстро утомляется, отчего кривые на одном уровне удерживаются очень короткое время. Таким образом, общая цель — удержание равномерного и плавного давления воздуха на голосовые связки выполняется путем развития взаимно компенсирующих сил, которые в конце концов парализуют тонус диафрагмы, в результате чего она расслабляется, а стенки бока и подложечки западают, что и наблюдается при всех записях.

Певцы этой группы обладают сильными и звонкими голосами, причем эти свойства как раз отмечаются особенно в те моменты, которые на кривых изображаются прямыми или восходящими линиями. Нередко встречается легкое и ровное течение голоса, мягкая окраска, продолжительность выдерживания тона на одном дыхании (20–25 сек.), иногда эти качества сочетаются с хорошей слышимостью гласных и отчетливостью согласных. Из недостатков выступают: неровность и невыдержанность звука в смысле тембровых оттенков, особенно при перемене регистров в гамме, наклонность к форсировке и крикливости на высоких тонах.

Обычно в этой группе находятся много и долго учившиеся певцы большой квалификации, у которых красочность голоса и природная насыщенность его обертонами выгодно затушевывают всякие звуковые изъяны. По сравнению с первой группой здесь менее выражена при объективном исследовании утечка воздуха, не так сильно поднимается общее кровяное давление при

высоких нотах, отмечается более спокойное положение тела и пр.

В третью группу входят певцы с исключительной техникой для поддержания давления в легочной системе: обе кривые их записи характеризуются явным стремлением удержать горизонтальное направление в течение всего времени фонации, т. е. стенки бока и подложечки остаются неподвижными. Эти кривые являются резким контрастом с предыдущими двумя группами еще и потому, что на них почти не отмечается зигзагов и выступов, что свидетельствует о пассивном состоянии брюшных и грудных стенок, раз принявших определенное положение. Так как при этом неподвижны также стенки груди и живота на других местах, то следует допустить, что внутрибронхиальное давление в этих случаях поддерживается только гладкой мускулатурой бронхов и тонусом диафрагмы.

Обыкновенно подготовительная установка у них выражена резко и заключается в некотором расширении нижней апертуры грудной клетки и настолько поразительном уменьшении дыхательных экскурсий, что они делаются часто почти незаметными как при вдохе, так и при выдохе; впрочем, в области подложечки они вовсе исчезают реже. Если следить за дыханием такого певца без записывающего прибора, то невозможно определить тип его дыхательных движений, между тем как при обычном покойном дыхании можно встретить всякие вариации их, свойственные и не певцам. Было уже выше указано, что это необычайное дыхание происходит при высоком активном положении диафрагмы и при парадоксальной ее деятельности при вдохе, когда она поднимается, вместо того чтобы опуститься, как это бывает у спокойно дышащего человека (рис. 31, 32).

Возможность петь при неподвижности боков и подложечки обеспечивает для диафрагмы постоянное положение в состоянии определенного тонуса, так как места ее прикрепления остаются на одном месте, неподвижность же подложечки служит выражением установившегося равновесия между грудным и брюшным

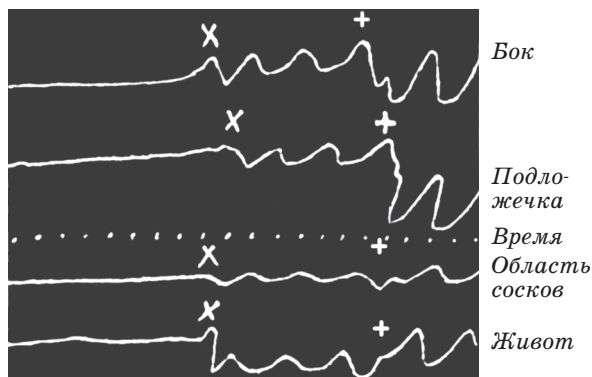


Рис. 31.

Запись с ярмом и двумя пнеймографами (2 нижние). Тенор. Живот втянулся, подложечка выпятилась вперед, нижняя апертура грудной клетки расширилась, верхняя часть грудной клетки осталась без перемены. Уплотнение всех кривых в период подготовки. При пении неподвижного всех стенок выдерживается во время держания звука. Знак «+» — начало подготовки, знак «x» — начало пения. 3-я группа

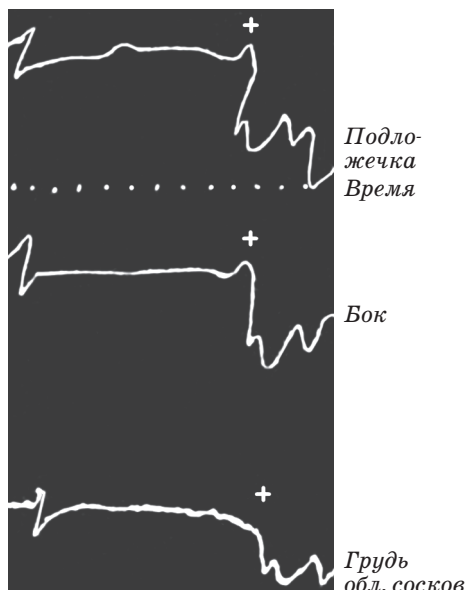


Рис. 32.

Запись с ярмом. Сопрано. Пение гаммы forte при неподвижных стенках груди, подложечки и живота. Знак «+» — начало пения. 3-я группа

давлением; малейшее нарушение этого равновесия тотчас же отражается на тонусе диафрагмы, при ослаблении которого область подложечки неминуемо западает в результате пассивного втягивания в поддиафрагмальное пространство, где увеличивается отрицательное давление.

Несомненно, что в связи с постоянным колебанием высоты давления в системе легких и бронхов во время пения тонус диафрагмы вместе с брюшным прессом непрерывно должен проявлять большую гибкость и приспособляемость к меняющимся условиям, чтобы без добавочных компенсаторных движений сохранить воздушное давление на голосовые связки, которое автоматически возникает в полостях бронхиального дерева при произношении каждого звука. Так как тонус диафрагмы даже при длительной специальной тренировке почти не поддается контролю по мышечному ощущению, то он очень легко выпадает и заменяется другими силами, преимущественно со стороны грудных стенок, и таким образом звук голоса зарождается без достаточной упругости диафрагмы или при полной ее расслабленности. У певцов этой группы таких прорывов в механизме давления встречается меньше, чем у других групп, а потому голос их отличается ровным звучанием и однородностью тембра на разных высотах.

Произвольное удержание тонуса диафрагмы до некоторой степени может быть осуществлено при помощи приемов, которые направлены к активному расширению нижней части грудной клетки, а именно при помощи нижних зубчатых мышц спины. Эти мышцы лежат по бокам позвоночного столба и при сокращении отводят нижние ребра в стороны и растягивают диафрагму. При помощи боковых люмбальных пучков, заложенных в задней части диафрагмы, последняя может быть активно натянута, так как деятельность этой мышцы может быть произвольно управляема (иннервируется от 12-й пары грудных нервов). Точно локализовать ощущения от функции указанных мышц трудно, но свои переживания певцы отмечают как сокращения

спинных и отчасти поясничных мышц. Более активную деятельность этих мышц певцы замечают по контрасту — все другие мышцы груди и живота находятся у них в состоянии полной бездеятельности и пассивности. Высокое положение диафрагмы и ее тонус неразрывно связаны с деятельностью брюшного пресса; при неподвижности передних и боковых стенок живота и при сравнительно слабом их напряжении, почти даже пассивном, осуществление действующей силы брюшного пресса может быть отнесено к активности тазовой диафрагмы, которая находится в тесном взаимоотношении с грудобрюшной преградой. Хотя обе диафрагмы при сокращении производят противоположные движения, все-таки в своих совместных действиях они в состоянии точно регулировать величину брюшного давления и тем способствовать равномерному и плавному поддержанию воздушного давления в грудной клетке.

Указанный механизм возникновения брюшного пресса без участия боковых и передних стенок живота дает ключ к объяснению необходимости носить на животе особые пояса — бандажи, которые фиксируют брюшные стенки, не позволяя им растягиваться в стороны, и таким образом развивающееся внутрибрюшное давление может быть легче направлено вверх в сторону грудной полости и на голосовые связки. Многие певцы этой группы прибегают к помощи брюшных поясов, которые эмпирически уже давно были известны и с пользой для звука надевались не только при пении, но и при речи драматическими артистами, ораторами и пр. Понятно, что при другом механизме брюшного пресса, когда давление возникает от сокращения косых и поперечных мышц живота, стягивание живота поясом стесняет его движения и может вредно отразиться на технике голосообразования. Вот почему не для всякого певца ношение пояса может быть полезно; естественно, что большинство певцов по этому вопросу высказывается отрицательно.

Итак, принимая во внимание, что у певцов этой группы стенки груди и живота во время издавания зву-

ка остаются неподвижными и, следовательно, не могут влиять на изменение давления в бронхиальной системе, весь процесс голосообразования представляется таким образом: вслед за подготовительной установкой импульс из мозговых центров доходит до голосовых связок и приводит их в фонаторное состояние, необходимое для намеченного звука; одновременно с замыканием голосовой щели гладкая мускулатура бронхов автоматически по рефлексу реагирует сокращением, и в соответствии с силой смыкания голосовых связок устанавливается нужное воздушное давление, которое может быть доведено до любой интенсивности, так как деятельность связок произвольно меняется как для выражения силы и высоты голоса, так и для оттенков.

Роль диафрагмы при бездеятельности боковых стенок грудной клетки сводится к поддержанию воздушного давления в полостях легкого, которое стремится оттеснить диафрагму вниз, так как последняя в этих условиях является единственной подвижной и уступчивой стенкой грудной клетки. Ввиду постоянной смены воздушного давления на голосовые связки и на все стенки грудной клетки, для сохранения равновесия тонус диафрагмы должен обладать значительной силой и быстрой приспособляемостью, чтобы не вызывать к развитию компенсирующих движений, которые чаще всего приходят в этих случаях со стороны других стенок груди, в ущерб активной деятельности диафрагмы.

Тоническое напряжение диафрагмы осуществляется определенной установкой нижней части грудной клетки (расширением), сокращением указанных выше спинных мышц и мускульными зонами самой грудобрюшной преграды, особенно ее боковыми участками люмбальной части; далее, тонузу благоприятствует брюшной пресс, который неразрывно связан с сокращением грудобрюшной и тазовой диафрагм, между тем как боковые стенки живота остаются почти бездеятельными.

Эта сложная мышечная система находится в тесных взаимоотношениях со всеми частями голосового

аппарата (с голосовыми связками, надставной трубой) и может выполнять совместную работу только автоматически, путем рефлекторных навыков, волевое же вмешательство здесь может иметь место лишь отчасти, главным образом в связи с установочными движениями и подготовкой к пению.

Таким образом, согласно высказанной теории процесс возникновения давления в бронхиальной системе всецело связан с фонаторной деятельностью голосовых связок, т. е. величина и сила его вполне зависят от данного вокального задания и они достигают необходимого развития автоматически. В этом отношении условия образования голоса не совпадают с процессом возникновения звука в органной языковой трубе (фисгармония), где, наоборот, сначала должно развиваться воздушное давление и затем, как результат его, колебание язычка.

Относительно других субъективных и объективных признаков у певцов этой группы можно повторить то, что уже было сказано в предыдущей главе о певцах, исследованных при помощи пнеймографов. Все они обладают выдающимися голосами как по силе и звучности, так и по тембру. Описанный необычный тип дыхательного механизма, очевидно, имеет выгоды, которые позволяют певцу достигнуть техники, наблюдаемой только у выдающихся, хорошо натренированных вокалистов.

Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ БРЮШНЫХ СТЕНОК ЖИВОТА ПРИ ПОМОЩИ БАЛЛОНА

Хотя движение стенок живота в нижней его части можно наблюдать при помощи пнеймографа и ярма, однако чувствительность записывающего прибора значительно повышается, если перо капсулы соединить трубкой с небольшим резиновым баллончиком, который подсовывается под надетый на живот на уровне пупка пояс. Сжимаясь при расширении живота, баллончик дает восходящую кривую, а расслабляясь при западении брюшных стенок, — нисходящую. По сравнению с другими методами исследования размах кривых вдоха

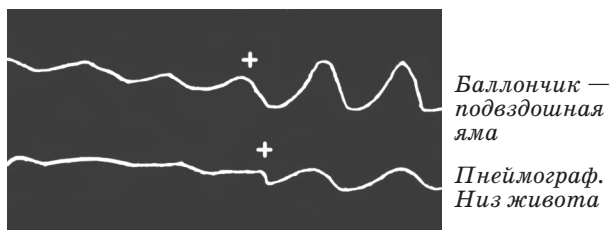


Рис. 33.

Запись движений правой подвздошной ямы с баллончиком (верхняя линиями движений низа живота с пнеймографом (нижняя линия) при покое (справа) и при подготовке к пению (слева). На живот надет туго пояс-бандаж. Тенор. Знак «+» — начало подготовки

и выдоха отмечается большими колебаниями, так что улавливаются малозаметные перемещения стенок живота (рис. 33).

При покойном дыхании движения нижней части живота и области подложечки почти совершенно совпадают по характеру, при фонации же они могут отличаться не только величиной размаха, но и быть противоположными. Чаще всего случается, что область подложечки западает, а область пупка выступает вперед, и таким образом брюшная стенка указывает на неравномерность распределения давления в полости живота. Подобное явление наступает в том случае, если давление в грудной клетке превышает силу брюшного пресса, отчего диафрагма теряет тонус, оттесняется вниз, а брюшные стенки под напором внутренностей расширяются. Западение же подложечки происходит вследствие отрицательного давления в поддиафрагмальном пространстве. Таким образом, обнаруженное при помощи баллончика расширение нижней части живота есть результат слабости брюшного пресса и в то же время может служить весьма характерным признаком слабости тонического напряжения диафрагмы. Аналогичные явления бывают при кашлевых толчках, когда сила брюшного пресса слабее давления в бронхиальной системе.

Степень расширения низа живота может быть очень разнообразна и не стоит ни в каком количественном отношении с глубиной западения подложечки. Компенсаторное сокращение мышц живота может противодействовать расширению, вследствие чего на кривой отмечаются зубчатые выступы как результат напряжения брюшных стенок. Чем больше развивается воздушное давление в грудной клетке, тем рельефнее выступает расширение стенок живота, поэтому это явление чаще всего наблюдается при переходе голоса с низких на высокие тоны, а также при пении разных гласных.

Западение стенок живота с несомненностью указывает на усиление брюшного пресса, так что дело может дойти до перевеса брюшного давления над грудным, в результате чего для противодействия наступающей снизу силы грудные стенки автоматически отвечают спадением и этим движением оттесняют диафрагму вниз, ослабляют ее тонус, область подложечки также западает. Таким образом западение всех стенок живота и груди есть характерный признак недостаточности тонического напряжения диафрагмы и повышенной деятельности брюшного пресса.

У певцов третьей группы нижняя часть живота остается тоже неподвижной, при переходе к высоким тонам отмечается некоторая тенденция к повышению кривой записи при помощи баллончика, однако прямая линия удерживается в горизонтальном положении до следующего вдоха. В течение подготовительного к пению состояния уплощение кривых вдоха и выдоха достигает такой степени, что эти фазы дыхания делаются малозаметными. Если припомнить, что при подобном парадоксальном дыхании стенки грудной клетки и подложечки почти не двигаются, то определить тип дыхания становится невозможным.

Исследование при помощи баллончика приносит поющему большую пользу, так как оно доводит до сознания такие подробности в движениях стенок живота, которые совершенно недоступны мышечному самоощущению и, следовательно, контролю.

Д. О ВЗАИМООТНОШЕНИИ МЕЖДУ ДЫХАТЕЛЬНЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ СТЕНОК ГРУДИ И ЖИВОТА И ОБЩИМ КРОВЯНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

В теснейшей связи с легочной и бронхиальной системами находится кровообращение. Зависимость между ними вытекает уже из механической близости, так как в грудной полости встречаются две полости с податливыми стенками, из которых одна содержит в себе кровь, другая воздух; поэтому всякое изменение в одной отражается на состоянии в другой. При прекращении дыхания поднимается общее кровяное давление, между тем как ненормальности в последнем приводят к расстройству дыхательной функции, которое объясняется застоем в малом кругу кровообращения. Усиленные и внешние выдыхательные движения вслед за временным закрытием голосовой щели сопровождаются часто значительным подъемом кровяного давления, как это наблюдается при кашле, чихании или натуживании; при этих физиологических актах давление в бронхах вызывается спазмой гладкой мускулатуры бронхов. При более длительном удержании повышенного давления в бронхах, как это бывает при пении, общее кровяное давление тоже не остается безучастным: высота его колеблется обычно в сторону повышения по мере того как поются более высокие тоны, при этом степень и характер подъема резко изменяются в зависимости от механизма, которым поддерживается внутрибронхиальное давление.

Нормальное давление в кровеносной системе при сокращении сердца у человека в покойном состоянии в среднем (в возрасте от 20 до 45 лет) равняется 100–120 мм ртутного столба, но оно обычно подвергается большим колебаниям под влиянием внутренних и внешних причин: так во сне и в лежащем положении оно уменьшается на 5–10 мм; повышение же наблюдается после приема пищи, употребления алкоголя, кофе, чая и пр., то же — при мышечной работе и при сильном напряжении воли и внимания. Одной из частых причин повышения давления является психическое возбуждение.

Для определения артериального кровяного давления существует много приборов; опыт показал, что при пении удобнее всего пользоваться аппаратом Riva-Rocci, манжетка которого надевается на левое плечо поющего. Высота давления фиксируется в тот момент, когда под давящим пальцем исчезает пульс на лучевой артерии. Хотя этот метод дает не вполне точные цифры, но все же они достаточно верны, чтобы судить о наступающих колебаниях давления в кровяном русле в период систолического сокращения сердца.

Исследование певцов ведется в таком порядке: прежде всего регистрируется давление в покоем состоянии перед пением и уже потом, когда поющий успокоится, можно приступить к определению давления во время пения. Предварительно каждый певец должен быть исследован и изучен со стороны его дыхательных движений, что производится при помощи пневмографов Гутцмана, ярма и баллончика, описанных в предыдущих двух главах. Таким образом, в любой момент можно отметить, какому типу дыхательных движений соответствует та или иная высота кровяного давления.

При записи максимального систолического давления отмечается высшая точка стояния столба ртути только в первые моменты пения, так как при дальнейшем выдерживании тона давление начинает падать. Наблюдение за состоянием кровяного давления можно вести при пении гамм, арпеджий и фраз, но при массовом исследовании для получения однородного материала лучше пользоваться гаммами в диапазоне данного голоса, безразлично на каком гласном (обычно ведется на гласном А): в этом исполнении, таким образом, удобно наблюдать стояние кровяного давления при пении низких, средних и высоких тонов, для басов: $A-a-e^1$, баритонов: $C-c-f^1$, теноров: $e-e^1-a^1$, сопрано $e^1-e^2-a^2$, меццо: $c^1-c^2-f^2$. Наиболее убедительные результаты исследования получаются при пении громким голосом — forte. Следует заметить, что техника исследования требует большого навыка и сноровки, так как весь эксперимент проводится в очень короткий промежуток

времени, певец редко выдерживает тон дольше 8–10 секунд. Иногда испытание приходится делать несколько раз в разные дни, для того чтобы быть уверенным в правильности регистрации давления.

Данные исследования показывают, что, во-первых, между высотой внутрибронхиального и общего кровяного давления существует несомненная связь: они взаимно следуют друг за другом, поднимаясь по мере повышения тона голосом. Однако нельзя сказать, чтобы при всех равных условиях в смысле силы, окраски и высоты напеваемого тона, у разных людей высота кровяного давления была выражена одинаково, напротив, здесь встречается большое разнообразие в колебании давления крови. Во-вторых, при одинаковых условиях голосообразования в смысле исполнения однородных заданий у разных лиц высота кровяного давления находится в теснейшем взаимоотношении с теми внешними дыхательными движениями стенок груди и живота, при помощи которых устанавливается внутрибронхиальное давление на сомкнутые голосовые связки. Чем резче выражены экскурсии грудной клетки и подложечки при выдерживании звука, тем выше поднимается кровяное давление.

По высоте состояния кровяного давления во время пения гамм всех певцов можно разделить на три группы. К первой относятся те, у которых пневмографом и ярмом были отмечены спадения грудной клетки и стенок живота и сильное втяжение подложечной области. Если принять среднюю высоту кровяного давления при покое за 100 мм, то при выдерживании низких тонов оно поднимается до 115–120 мм, при средних тонах доходит до 120–125 мм, при пении высоких предельных нот достигает 140–145 мм и выше.

Во второй группе певцов, где отличительным признаком является непараллельность кривых груди и живота и где нередко та или иная часть туловища остается неподвижной, соответствующие цифры оказываются ниже; так, при низких тонах они только редко поднимаются выше 110 мм, при средних — 115, высоких — 130–135 мм.

У третьей группы певцов, более малочисленной, общее кровяное давление на низких и на высоких тонах поднимаются не более как на 5–10 мм, а в некоторых случаях оно ничем не отличается от спокойного состояния во время дыхания. Эти незначительные колебания высоты давления сопровождаются полной неподвижностью стенок груди и живота во все время держания тона и относятся к выдающимся певцам, обладающим большой опытностью, в технике пения.

Если вспомнить, что западение стенок груди и подложечки есть признак слабости тонуса диафрагмы при выдерживании тонов, то на основании данных исследования общего кровяного давления можно сделать вывод, что его высокое стояние заставляет предполагать о недостаточной деятельности диафрагмы, и таким образом в руки исследователя дается объективный косвенный способ для контроля участия диафрагмы в поддержании внутрибронхиального давления во время образования голоса. Исследования показывают далее, что большинство певцов поют форсированным голосом вследствие развития чрезмерного давления воздуха на колеблющиеся голосовые связки.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ ГОРТАНИ

Исследованию подвергаются как движения всего тела гортани, так и движения ее внутренних частей, главным образом голосовых связок.

Наблюдения за движением всей гортани можно производить путем осмотра ее профиля, однако этот метод применим только в том случае, если адамово яблоко хорошо выступает на передней поверхности шеи, например у худощавых мужчин. У большинства людей движения гортани малозаметны, так как она прикрыта довольно толстым слоем кожи, которая может почти совершенно затушевывать подвижность гортани. Лучше можно ориентироваться в движениях гортани, если на коже у вырезки щитовидного хряща поставить значок телесным карандашом, но и в этом случае метод

является очень несовершенным, дает очень грубые показания и может привести к ошибкам.

Пальпация или ощупывание гортани дает более верные результаты. Техника наблюдения не сложна: на верхнюю гортанную вырезку, которая одинаково хорошо прощупывается у всех людей, накладывается мякоть указательного пальца, по возможности без сильного давления, для придания большей чувствительности локоть исследователя фиксируется на неподвижной устойчивой подставке, например на крае стола. Вертикальные движения гортани слегка согнутым в фаланговом суставе пальцем ясно ощущаются уже при сдвиге ее на 0,5 мм. Менее поддаются контролю горизонтальные движения гортани, впрочем, они незначительны по размаху и не имеют практического значения.

Во время исследования легко убедиться, что гортань является органом весьма подвижным, особенно резки ее движения при глотательном акте, когда палец не успевает за подъемом гортани и соскакивает с места. Положение гортани далее связано с произношением гласных и согласных, преимущественно с движениями языка; так, при пении гласных *Е* и *И* она стремится более подняться, чем при остальных гласных, то же происходит при произношении язычных согласных. Даже при покойном дыхании тело гортани не остается в покое: при каждом вдохе гортань имеет стремление несколько опуститься, а при выдохе настолько же приподняться, пределы этих передвижений приблизительно 1 мм; вместе с телом гортани одновременно сдвигаются трахея и крупные бронхи.

Некоторые физиологи (Минк) считают, что эти движения гортани находятся в тесной связи с деятельностью диафрагмы: при сокращении ее гортань опускается, при расслаблении — поднимается. Наблюдения же с пневмографами и ярмом показали, что при высоком стоянии диафрагмы при вдохе гортань опускается.

Положение гортани во время пения у разных лиц весьма разнообразно даже при исполнении одних и тех же заданий. Точные лабораторные иссле-

дования показали, что механизм поддержания внутрибронхиального давления оказывает большое влияние на положение гортани во время держания звука, причем особенно важное значение имеет деятельность диафрагмы, как это наблюдается и при покойном дыхании.

Существует несомненный автоматический контакт между гортанью и диафрагмой. Чем меньше выражен тонус диафрагмы в деле поддержания давления в системе бронхов, тем более гортань имеет стремление подняться, поэтому низкому стоянию диафрагмы с ослабевшим тонусом соответствует высокое стояние гортани во время пения. Этому высокому положению гортани весьма способствует развитие большого давления внутри бронхов, благодаря чему при содействии мышц языка и нижней челюсти тело гортани поднимается. Таким образом, чрезмерно развившееся внутрибронхиальное давление под влиянием активного спадения стенок груди и живота компенсаторно уменьшается благодаря пассивному подъему всего тела гортани, с одной стороны, и вынужденным автоматическим сокращением мышц надставной трубы — с другой.

Наглядный пример высокого стояния гортани мы можем видеть у певцов первой категории по отношению к дыхательным движениям, у которых в связи со слабо выраженным тонусом диафрагмы при пении сильно спадаются стенки груди и живота: крикливый, форсированный, бестембровый звук голоса — обычное явление у этих певцов, особенно на высоких тонах. Меньшему размаху дыхательных экскурсий певцов второй группы соответствует более спокойное положение гортани, которая часто имеет стремление опуститься и тем способствовать поддержанию внутрибронхиального давления на голосовые связки: подобное явление часто приходится наблюдать при взятии предельных высоких тонов, что, как видим, является полной противоположностью по сравнению с певцами первой группы.

У лиц третьей группы, поющих при полной неподвижности стенок груди и живота и при высоком сто-

янии диафрагмы, можно говорить лишь о среднем положении гортани, которая, однако, имеет большую склонность опускаться, чем подниматься, что особенно заметно при высоких, блестящих, богатых тембром звуках: в этих случаях давление в бронхах усиливается не только тонусом диафрагмы, но автоматическим опусканием гортани. Следует отметить, что вследствие неоднородности дыхательных движений при пении у разных лиц одной и той группы положение гортани часто подвержено самым различным изменениям.

Вопросу о положении гортани в пении многие практики придают особо важное значение и к нему сводят часто все дело воспитания голоса, причем разные школы пения нередко стоят на самых противоположных позициях, — вышеприведенные лабораторные данные показывают, что этот спорный вопрос может быть решен только в том случае, если будут приняты во внимание не только самый факт возможности перемещения гортани во время пения и акустический анализ голоса опытным ухом, но и другие важнейшие вопросы голосообразования, среди которых краеугольным камнем является функция диафрагмы и гладкой мускулатуры бронхов в деле поддержания внутрибронхиального давления во время держания тона. Таким образом, вопрос о положении гортани при пении нужно рассматривать как один из многих частных вопросов, который не может иметь решающего значения в физиологии пения.

Для более точного изучения движений гортани в научной методике прибегают к особым приборам — ларингографам, при помощи которых сдвиги гортани во всех направлениях изображаются графически в виде кривых линий. Существует несколько моделей этих приборов, но все они далеки от совершенства, так как громоздки по своему устройству, стесняют исследуемого и требуют большой ловкости от исследующего. Лучшими считаются аппараты Цваардемакера и Гутцмана, но и они не лишены указанных недостатков, так как рычаги приборов трудно удерживаются на щитовидном хряще, и потому дают часто ложные показания. Весьма

вредит точности записи кожа, покрывающая переднюю часть гортани, — при сдвиге гортани вверх или вниз на 1 см ни один рычаг прибора не остается на месте прикосновения с хрящом гортани. Весь записывающий прибор состоит из сложной системы рычагов и укрепляется на груди или на голове исследуемого; рычаг, соприкасающийся с гортанью, передает ее движения на закопченную бумагу кимографа. Ларингографы не получили широкого применения, так как для практических целей являются достаточными данные простого пальцевого исследования.

Еще меньше применения имеют рентгеновские лучи. При просвечивании или на снимках гортань дает неясные контуры щитовидного и перстневидного хрящей, по которым нельзя судить о каких-либо характерных движениях всей гортани.

Исследование движений голосовых связок при пении можно производить при помощи метода простой ларингоскопии и стробоскопии; при помощи особого метода определения утечки воздуха через не вполне замкнутую голосовую щель можно до некоторой степени судить о функциональной деятельности внутренних гортанных мышц.

Ларингоскопия производится специальным гортанным зеркалом, насаженным на прямой металлический стержень; при вытянутом языке исследуемого зеркало вводится в рот и располагается на мягком нёбе у основания язычка. На зеркальной поверхности, обращенной вниз, ясно видны вход в гортань и голосовые связки. Для того чтобы надгортанник отклонился вперед и благодаря этому расширил вход в гортань, исследуемый должен произносить или лучше напевать гласную *И* или *Е*. Зеркальце освещается искусственным светом от сильной электрической лампы при помощи лобного рефлектора.

На основании оптического исследования гортани можно высказаться о состоянии голосовых связок на живом человеке, о их ширине, длине, цвете, о смыкании и размыкании их, о форме голосовой щели как

при покойном дыхании, так и при фонации. Большое практическое значение имеет осмотр гортани, если имеются какие-либо патологические процессы на голосовых связках, — так, можно отметить на них развитие узелков, полипов и других новообразований, а также определить некоторые мышечные расстройства, как неравномерность и недостаточность смыкания голосовой щели; часто можно высказаться о недостаточной деятельности той или другой мышцы гортани.

Если гортань и связки совершенно здоровы, то осмотр ларингоскопическим зеркалом для решения вопросов пения почти ничего не дает, тем более что технические условия ларингоскопии не позволяют наблюдать гортань во время образования певческого голоса.

Можно сказать, что изобретение гортанного зеркала не облегчило певцам-практикам возможности овладеть техникой пения. Не помогла ларингоскопия также и в вопросе об определении рода голоса: основные свойства голоса в пении зависят не только от анатомического устройства голосовых связок, от их длины, ширины и толщины, но и от производимого на них воздушного давления со стороны трахеи, а также от деятельности мышц надставной трубы, которые находятся в тесном взаимоотношении с мышцами гортани; ввиду этого по внешней форме голосовых связок невозможно судить о роде голоса певца.

На основании осмотра гортани можно высказаться о высоте напеваемого тона, так как известно, что по мере повышения голоса связки укорачиваются, сильнее напрягаются, и меняется форма голосовой щели, но в вопросах пения наибольшее значение имеет не столько способность голоса к изменению высоты, сколько возможность выявить богатство тембровых красок: как раз эта сторона дела вовсе не отражается в деятельности голосовых связок, видимой при помощи ларингоскопического зеркала. В будущем, может быть, удастся отметить какие-либо характерные признаки в движении голосовых связок в зависимости от механизма производимого на них воздушного давления со стороны трахеи.

Но здесь успеха можно скорее ожидать от следующего метода исследования — стробоскопии.

При помощи стробоскопии быстро колеблющиеся голосовые связки можно наблюдать в замедленном темпе, — они представляются глазу исследующего очень медленно двигающимися, между тем как обладают всеми свойствами действительных движений. От ларингоскопии стробоскопия отличается тем, что при последней гортанное зеркало, введенное в полость рта, освещается мигающим светом, исходящим из сильной электрической лампы. Это мигание достигается пропусканием световых лучей через отверстия быстро вращающегося диска с дырочками по краям.

Принцип стробоскопии основан на способности нашего глаза задерживать зрительное впечатление и после исчезновения предмета из поля зрения. Если глаз, смотрящий на предмет через отверстие вращающегося диска, будет получать впечатления, которые по времени отстоят друг от друга не более чем на 0,2 секунды, то у наблюдателя получится слияние в одно целое двух смежных изображений: предмет будет казаться более темным вследствие периодического его прикрывания краями отверстий диска и следовательно уменьшения его освещения. Если смотреть через вращающиеся отверстия на предмет, колеблющийся с быстротой движения диска, то он будет казаться тоже в движении, причем глазу будет показываться одна и та же фаза движения: в этом случае число перерывов освещения предмета будет равно числу колебаний его; следовательно, каждое колебание предмета можно видеть в любой фазе его движений как бы стоящим неподвижно. Если несколько замедлить вращения диска по сравнению с числом колебаний предмета (расстроить частоту), то в соответствии с разницей быстроты колебаний предмета и вращений диска каждая точка предмета будет показываться последовательно одна за другой по времени, и в результате получится в общем ощущение замедления движения всего предмета.

Та же самая картина получится, но в обратном порядке, если вращения диска будут совершаться быстрее,

чем движения предмета. Если в отверстия вращающегося диска через трубку вдвухать воздух (сирена), то возникает звук, с числом колебаний в секунду равным числу перерывов воздушной струи между отверстиями диска. При исследовании поющий повторяет звук сирены, и число колебаний голосовых связок в этом случае равно числу перерывов света — мельканий. При небольшом расстройстве высоты звука сирены и голоса наблюдающий глаз видит движения голосовых связок в замедленном темпе.

Исследования со стробоскопом дали некоторые указания по физиологии движения голосовых связок при фонации. Так, стало известным, что фаза закрытия голосовой щели продолжительнее фазы открытия, что самое важное движение голосовых связок при издавании звука происходит внутрь и наружу, колебания же вверх и вниз имеют второстепенное значение, что при фальцете вибрируют только края связок и щель между ними овальной формы. Далее при помощи этого метода установлено, что при пении одних и тех же звуков у разных лиц голосовые связки колеблются по-разному и очень часто движения одной связки отстают от другой или при колебании одной другая остается почти совсем неподвижной.

По-видимому, подобная несогласованность и хаотичность движений связок зависит от неоднородности механизма, поддерживающего внутрибронхиальное воздушное давление во время издавания звука, а также от неравномерного напряжения мышц надставной трубы, особенно языка, нижней челюсти, губ и мягкого нёба. Стробоскопия может оказать некоторые услуги врачу для определения разных форм расстройств нервно-мышечного аппарата гортани, которые неуловимы другими способами исследования.

В педагогике пения данные стробоскопического исследования практического значения пока не имеют.

Хотя видимые при помощи ларингоскопии и стробоскопии двигательные расстройства голосовых связок и являются вполне достаточной причиной для

объяснения феномена утечки воздуха через не вполне сомкнутую голосовую щель, однако утечка бывает и там, где при осмотре гортань совершенно нормально функционирует. Уже давно было замечено, что при пении через голосовую щель каким-то непонятным образом вырывается воздух одновременно с образованием звуковых волн. У немцев этот воздух получил название «дикого», итальянские школы пения считают появление утечки воздуха за признак плохой вокальной техники, они требуют, чтобы легкая пушинка, поднесенная к отверстию рта во время пения, не колебалась и оставалась в полном покое.

В главе о голосовой функции гортани было уже указано, что истинная причина утечки находится в связи с недостаточным сближением межчерпаловидных хрящей, следовательно, отверстие находится в дыхательной части голосовой щели, где оно легко скрывается среди мягкой и утолщенной слизистой оболочки и недоступно наблюдению глазом.

Наличие утечки можно определить только при помощи методов объективного исследования, так как контроль ухом весьма ненадежен и обычно дает неверные показания; не ощущает ее и сам поющий, она появляется неожиданно.

Констатировать утечку легко с помощью широкого стеклянного цилиндра длиной 50–60 см и с диаметром 8–10 см, внутри которого на середине на волоске висит небольшой листочек слюды. В отверстие неподвижно стоящего цилиндра вплотную поются гласные на разной высоте, начиная с нижних тонов до верхних; лучше петь каждую гласную в отдельности. Если утечки нет, листок слюды продолжает покойно висеть, в противном случае он поворачивается или производит сильные беспорядочные движения. У большинства поющих утечка обнаруживается при пении всех гласных, у других же на отдельных гласных только, чаще на *Е* и *И*, что и понятно, принимая во внимание, что на этих гласных давление под связками больше, чем при других.

Более точные сведения об утечке можно получить при помощи графического метода исследования на кимографе. В одну ноздрю вставляется олива, соединенная с резиновой трубкой длиной около 50 см с записывающей капсулой Маррея (высота чашки не свыше 0,5 см и с диаметром не более 3–4 см; резиновая пленка должна быть очень тонкой, длина записывающего пера 12–15 см). Если другую ноздрю закрыть пальцем, то носовая полость, просвет трубки и полость капсулы Маррея представляют собой одно замкнутое пространство, которое сообщается с наружным воздухом только через носоглотку; малейшее изменение воздушного давления в полости носа вызывает втяжение или вздутие тонкой мембраны капсулы Маррея, а вместе с этим опускание или поднятие записывающего пера, которое на движущейся закопченной бумаге кимографа чертит кривые линии. Понятно, что воздушная струя из дыхательной части голосовой щели может попасть в носоглотку и нос лишь при условии, если мягкое нёбо не плотно прилегает к задней стенке глотки и большая масса воздуха устремляется в ротовую полость, поэтому наблюдение утечки можно вести как через нос, так и через рот (рис. 34).

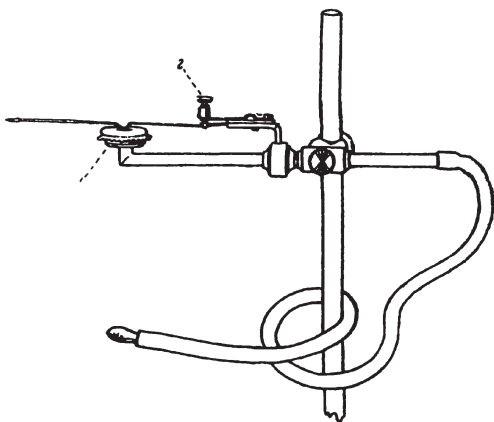


Рис. 34.

Олива, соединенная с капсулой Маррея, для графической записи утечки воздуха через голосовую щель

Исследование при помощи носовой оливы производится при пении одной из пяти основных гласных в отдельности в упражнениях гамм и арпеджий, а также при медленном произношении последовательно одна за другой гласных в порядке *а-е-и-о-у* на разных высотах. То обстоятельство, что пение происходит при закрытых носовых отверстиях, не отражается на чистоте опыта.

Если утечки нет, то перо пишет совершенно прямую линию, на которой заметны более или менее выраженная волнистость в соответствии со звуковыми колебаниями воздуха в носовой полости. Подобная горизонтальная линия выдерживается при отсутствии утечки как при высоких, так и при низких тонах при форте и пиано, одинаково для всех гласных (рис. 35).

При наличии утечки уже при самом начале пения записывающее перо сразу поднимается на разную высоту в зависимости от силы напора вытекающего воздуха и вследствие неравномерности давления пишет очень ломаную линию. Весьма характерно, что при разных гласных высота подъема бывает неодинакова: так, при *Е* и *И* она выше, чем при других гласных, как это получается и при других методах исследования. У некоторых певцов утечка имеет склонность выявляться только на определенных гласных и постоянно отсутствовать на остальных. Впрочем, нередко случается, что утечка неожиданно появляется там, где в предыдущих опытах ее не было. Высота напеваемого тона иногда увеличивает



Рис. 35.

Носовая кривая. Пение гласной *Е*
без утечки. Сопрано

утечку, чаще же уменьшает ее, вероятно, в связи с более сильным смыканием голосовой щели на высоких тонах.

При произношении согласных картина записи также может быть очень разнообразна. Считается, что мягкое нёбо при каждой согласной вполне замыкает носоглотку, за исключением *М* и *Н*; следовательно, только при этих двух согласных можно ожидать подъема кривой; однако у некоторых певцов подобные подъемы отмечаются на каждой согласной, следовательно здесь полного замыкания носоглотки не происходит. Ввиду необычайной разницы механизма утечки при гласных и согласных общий рисунок кривых при записи пения фраз со словами представляется настолько сложным и хаотичным, что нет никакой возможности во многих случаях в нем разобраться (рис. 36, 37).

Для графического определения утекающего воздуха через рот к ротовому отверстию поющего прилагивается особый амбушур или воронка,



Рис. 36.

Носовая кривая. Пение гаммы без утечки на гласных с замыканием носоглотки мягким нёбом при каждой согласной, кроме *М*. Сопрано



Рис. 37.

Носовая кривая. Пение гаммы с названием нот в нормальном тоне. Большая утечка на всех гласных. Бас. Незамыкание носоглотки при произношении согласных

приспособленные к очертанию и размеру рта: вершина амбушура соединяется резиновой трубкой с записывающим аппаратом. Кривые, полученные таким образом, дают полное совпадение в своих формах с кривыми носа, но лишь держатся на большей высоте: этим подтверждается, что источник для утечки находится в одном месте — в голосовой щели (рис. 38 и 39). О силе утечки через рот и нос можно судить по тому, что поднесенная ко рту зажженная свеча отклоняется и даже тухнет, палец, положенный на записывающее перо, при подъеме его испытывает значительное сопротивление, исключая возможность объяснения этого напора от другой причины, кроме вытекающего воздуха.

Параллельные опыты, произведенные с целью определения высоты воздушного давления в трахее у трахеотомированных больных и не лишившихся способности произносить гласные, показали ту же картину записи, которая получается при резко выраженной утечке на всех гласных; таким образом, этими данными доказывается, что вопрос об утечке тесно связывается с условиями внутрибронхиального давления и механизмом его возникновения во время фонации, с деятельностью голосовых связок и с функцией надстав-

Читать справа налево

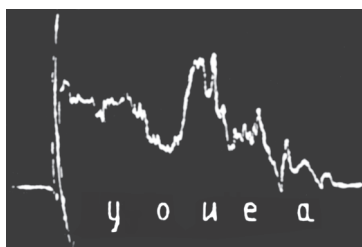


Рис. 38.

Носовая кривая. Пение гласных А, Е, И, О, У последовательно одна за другой на одном дыхании. Утечка на всех гласных и больше всего на И и У.

Баритон

Читать справа налево

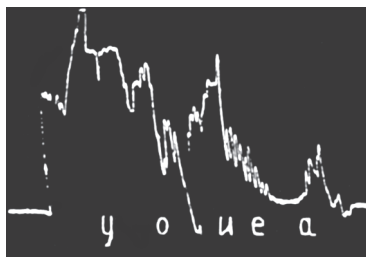


Рис. 39.

Ротовая кривая. Пение гласных А, Е, И, О, У последовательно одна за другой на одном дыхании. Утечка на всех гласных.

Тот же баритон

ной трубы, поскольку утечка выражена неодинаково при разных гласных, образующихся по теории Гельмгольца в полости рта. Отсюда следует, что искать причину утечки необходимо в условиях деятельности всего голосового аппарата в целом, а не отдельной его части.

О зависимости между утечкой и дыхательными движениями было уже указано в предыдущих главах, здесь остается только подтвердить, что она наиболее резко выражена у певцов, поющих с чрезмерно большим давлением под голосовыми связками, которое поддерживается при активном участии поперечнополосатой дыхательной мускулатуры и при слабом напряжении диафрагмы. Чем круче подъем и падение кривых грудной клетки, подложечки и живота во время пения, тем сильнее утечка.

Утечка также наблюдается у лиц, пользующихся при пении большим количеством воздуха. Во всех случаях утечки, выраженной в большой или малой степени, неизбежно отмечается западение подложечки и бока при исследовании ярмом. Все эти данные показывают, что функция голосовых связок находится в тесном взаимоотношении с тонусом диафрагмы, что, в свою очередь, подчеркивает физиологическое значение последней в процессе выработки певческого голоса. Субъективно звук с утечкой всегда имеет напряженный, форсированный характер.

Объективным спутником утечки, далее, является чрезмерное повышение общего кровяного давления, которое, как уже было раньше указано, служит постоянным признаком слишком большого внутрибронхиального давления при фонации.

Значение утечки в процессе образования певческого голоса огромно, несмотря на то, что незакрывшееся отверстие в голосовой щели непосредственного влияния на вибрацию голосовых связок не оказывает, так как оно находится в дыхательной части голосовой щели между черпаловидными хрящами. Высшая степень утечки происходит при параличе поперечных и косых мышц, когда между черпалами образуется большое

треугольное пространство; у таких больных при речи наблюдается безгласие, голос может образоваться только при сильном напряжении. По мере уменьшения треугольного пространства голос становится все звучнее и наконец настолько приближается к обычному, что по слуху больной считает себя выздоровевшим для речи, между тем утечка еще продолжается. Так и в голосе певца утечка определяется только при помощи объективного метода исследования.

Несомненно, что при достаточно сильной вытекающей струе воздуха может нарушаться структура звуковых волн в надставной трубе, — и действительно, голос с утечкой всегда становится менее ясным и звучным, принимает матовый оттенок, становится глуше и даже понижается в тоне. Эти наблюдения изменения тембра подтверждаются экспериментально, если через надставную трубу музыкального духового инструмента пропускать посредством мехов непрерывную струю воздуха. Особенно большой вред утечка наносит механизму, поддерживающему внутрибронхиальное давление при фонации, которое может претерпевать значительные колебания вследствие излишней потери воздуха.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ НАДСТАВНОЙ ТРУБЫ

Исследование надставной трубы — носа, глотки и ротовой полости — при покойном дыхании при современной методике не представляет затруднений. Движения ноздрей наблюдаются простым глазом. При помощи передней и задней риноскопии можно рассмотреть полость носа в передних и задних частях, также доступна осмотру или ощупыванию носоглотка. Еще легче поддается исследованию ротовая полость при помощи простого шпателя.

При закрытом рте дыхание происходит через нос, обе носовые полости — правая и левая — благодаря набуханию кавернозной ткани, заложенной в толще слизистой оболочки нижних носовых раковин, могут

увеличиваться и уменьшаться в размерах и вследствие этого пропускать неодинаковое количество воздуха, так что человек дышит лучше то одной, то другой половиной носа. При хронических и острых насморках, при разрастании в носу полипов и опухолей носовое дыхание делается затрудненным или даже невозможным, и тогда оно продолжается через рот. То же происходит нередко при искривлении носовой перегородки.

Затрудненное носовое дыхание благоприятствует возникновению воспалительных заболеваний в глотке, гортани и в бронхах, так как в эти части дыхательной трубки проникает через рот недостаточно согретый, увлажненный и очищенный от пыли воздух. В связи с расстройством проходимости носовой полости для дыхания может нарушаться кровообращение в мозгу и его оболочках и вместе с этим изменяться психическая и умственная жизнь. Принимая во внимание все сказанное, необходимо отметить, что всякие болезни носа прямым или косвенным образом могут чрезвычайно неблагоприятно влиять на процессы голосообразования. Также вредно отражаются на голосе заболевания носоглотки, особенно аденоидные разрастания, полипы и острые и хронические воспалительные состояния ее слизистой оболочки.

Рот, ротовая и гортанная части глотки редко при заболевании представляют препятствие для дыхания; чаще всего приходится иметь дело с увеличенными небными миндалинами, которые иногда разрастаются до таких размеров, что соприкасаются друг с другом по средней линии. Такие увеличенные миндалины препятствуют распространению звуковых волн и могут влиять на окраску тембра голоса. Осмотр ротовой полости беспрепятственно производится лишь в передней части, зев же, мягкое небо и заднюю стенку глотки нередко можно осмотреть только при помощи шпателя, которым придавливается слишком приподнятая спинка языка.

Мягкое небо при дыхании через нос опущено и вплотную соприкасается с корнем языка, если дыхание

совершается с закрытым ртом. При дыхании через рот мягкое нёбо не вполне прикасается к задней стенке глотки, так что воздух одновременно может проходить через нос и рот. Экспериментальные исследования с помощью точной регистрации показали, что мягкое нёбо никогда не находится в покое как при обыкновенном дыхании, так в особенности при форсированном: мышцы мягкого нёба совершают непрерывные колебательные движения, которые не ощущаются и не могут быть отмечены простым глазом; эти самостоятельные колебания связаны с тоническим напряжением мышц нёба. Мягкое нёбо имеет стремление подниматься и напрягаться при каждом вдохе, причем эти движения имеют несомненную связь с типом и механизмом дыхательных движений стенок груди, живота и диафрагмы. Так, при так называемом парадоксальном дыхании, когда вдох происходит при почти полной неподвижности брюшных и грудных стенок, и при выдохе при подъеме диафрагмы, мягкое нёбо сильно напрягается и поднимается, а маленький язычок втягивается почти до полного исчезновения. В этом положении нёбо может удерживаться в течение всего времени, пока сохраняется высокое активное положение диафрагмы. Наоборот, при грудном типе спокойного и глубокого дыхания и при слабом участии грудобрюшной преграды мягкое нёбо хотя и стремится несколько приподняться, но в общем остается в расслабленном состоянии и даже нередко опускается.

Исследование органов надставной трубы во время пения и речи представляется делом довольно трудным и касается главным образом тех частей, которые проявляют ту или иную активную деятельность благодаря мышечным сокращениям. Носовая полость, а также носоглотка во время фонации не претерпевают никаких видимых изменений, так как стенки их за отсутствием мышц остаются неподвижными; участие этих полостей в голосообразовании чисто пассивное и вполне зависит от того, поступают ли в них звуковые волны, идущие из гортани, или нет.

Мягкое нёбо регулирует сообщение между ртом и носом; прижимаясь к задней стенке глотки, оно может их совсем изолировать друг от друга. При опускании мягкого нёба, например при пении с закрытым ртом, звуковые волны устремляются через носовую полость, где в значительной мере затухают, отчего голос не обладает в этом случае большой силой. При разных условиях голосообразования положение мягкого нёба может быть очень разнообразным, и вопрос о функции его при фонации сводится к определению, насколько оно позволяет звуковым волнам проникать в носовую полость.

Точных методов исследования функции мягкого нёба при пении не имеется, но все же о деятельности его до некоторой степени можно судить, во-первых, при помощи простого осмотра через рот, во-вторых, на основании графической записи движений задней стенки мягкого нёба регистрирующими приборами, в-третьих — на основании измерения силы сопротивления замыкающих носоглотку мышц, в-четвертых — на основании выслушивания звуковых явлений при помощи резиновой трубки, один конец которой вставляется в ухо исследователя, а другой в ноздрю поющего, и, наконец, в-пятых, на основании просвечивания рентгеновскими лучами. Ввиду сложности и быстроты движений мягкого нёба во время пения исследование приходится вести при произношении отдельных звуков, главным образом гласных и согласных без соединения их в слова.

Осмотр мягкого нёба удобно производить, освещая полость рта посредством лобного рефлектора от дневного или искусственного света. Выбирают такие гласные, при которых рот раскрывается возможно шире, а основание языка лежит низко, следовательно — А и О. Этот простой способ исследования обычно дает мало убедительных результатов, так как позволяет сделать заключение только о поднимании и опускании нёбной занавески, между тем как степень замыкания носоглотки остается неизвестной; даже при самом сильном поднимании нёба его нижний край вместе с маленьким

язычком могут не соприкасаться с задней стенкой глотки; реже встречается, что при поднимании нёбо уходит вверх и назад целиком и вместе с задней стенкой глотки составляет один общий нераздельный свод.

При исполнении одного и того же задания в пределах диапазона данного голоса (гаммы, арпеджии и пр.) у певцов можно наблюдать 3 возможности: 1) приподнявшись в самом начале пения гаммы, мягкое нёбо постепенно повышается по мере повышения тона, 2) мягкое нёбо остается неподвижным в приподнятом или опущенном положении на всем диапазоне, 3) мягкое нёбо, сразу поднявшись с повышением тона, опускается и расслабляется, отчего на более высоких тонах в голосе чувствуется носовой оттенок. Эти данные показывают, что процесс голосообразования, несмотря на одинаковые условия, протекает у разных лиц по-разному, причем в одних случаях нос и носоглотка, несомненно, принимают участие в той или другой степени, в других эти полости явно изолируются от ниже лежащих частей надставной трубы.

Индивидуальная разница в функции мягкого нёба при пении может быть объяснена только тем, что этот орган в своей деятельности не является самостоятельным и изолированным, а теснейшим образом связан с активностью других частей голосового аппарата, и действительно, мягким нёбом нельзя владеть во время фонации по желанию подобно всякому органу с произвольной мускулатурой. Не поддаются также движения мягкого нёба анализу путем ощущения.

Установить точные взаимоотношения между нёбом и другими подвижными частями надставной трубы не представляется возможным, но несомненно, что оно бывает натянутым и приподнятым у певцов, поющих с более активным участием губ, языка, щек при пении гласных. Еще более заметна связь мягкого нёба с дыхательным механизмом для поддержания внутрибронхиального давления, о чем было сказано выше. У певцов, поющих с расслабленной диафрагмой, голос часто принимает носовой оттенок и не обладает хоро-

шей звучностью вследствие потухания обертонов в носовой полости. На неравномерное выдерживание тонуса диафрагмы мягкое нёбо отвечает то подниманием, то опусканием; в этом причина, почему при пении гаммы вверх в первой октаве нёбо у большинства певцов занимает высокое положение, при переходе к более высокому регистру, когда тонус диафрагмы труднее сохраняется, мягкое нёбо расслабляется и опускается. Только в редких случаях мягкое нёбо, раз поднявшись, остается в этом приподнятом положении на всем диапазоне гаммы в первой и второй октаве.

Графический метод исследования движений мягкого нёба заключается в том, что последние при помощи разных приспособлений передаются записывающему перу, которое дает линейное изображение этих движений на закопченной бумаге; кимографа. Один из самых старых способов подобного исследования состоит в том, что через нижний носовой ход в носоглотку вводится легкий металлический рычажок до соприкосновения с задней стенкой нёбной занавески: перо, прикрепленное к рычагу, записывает колебания последнего при каждом движении мягкого нёба. Способ очень грубый и не дает надежных результатов.

Более точные сведения о движении мягкого нёба можно получить от способа исследования при помощи баллончика из тонкой резины, который вводится на тонкой стеклянной трубке в носоглотку через ноздрю. Раздутый воздухом баллончик в носоглотке соприкасается со всеми ее стенками, из которых подвижна только одна — нижняя или мягкое нёбо, если оно находится в приподнятом положении. Если стеклянную трубку баллона соединить резиновой трубкой с капсулой Маррея, то рычаг ее капсулы может записывать на бумаге кимографа изменения колебаний объема баллона под влиянием движений единственной подвижной стенки носоглотки — мягкого нёба.

Техника проведения баллона не трудна: баллон из хорошо растягивающейся мягкой резины привязывается к тонкой стеклянной или металлической трубке

длиной 10–12 см; другой свободный конец ее соединяется с записывающим прибором, в скомканном виде баллон на трубке просовывается через ноздрю в нос и носоглотку и надувается до тех пор, пока не прекратится возможность дышать носом, в этот момент вся носоглотка заполнена раздутым баллоном. Малейшие колебания мягкого нёба по системе трубок передаются на кимограф в виде кривой и ломаной линии.

В опытах с obturацией носоглотки оказалось, что мышцы мягкого нёба никогда не бывают в полном покое даже при обыкновенном дыхании, они находятся в непрерывном колебательном состоянии с неправильными мелкими и крупными размахами (рис. 40).



Рис. 40.

Самостоятельные колебания мягкого нёба при покойном его состоянии. Запись с obturацией носоглотки резиновым баллоном

Эти самостоятельные колебания, не связанные ни с дыхательными движениями, ни с сердечными и сосудистыми сокращениями, зависят от тонического напряжения мышц и сильнее выражены во время приподнятого положения мягкого нёба.

На записях видно, что у одних певцов мягкое нёбо при начале пения поднимается и продолжает оставаться в этом положении до конца держания тона, у других оно сразу опускается несмотря на пение высоких и низких тонов, у третьих в течение пения линии принимают восходящее или нисходящее направление вследствие неустойчивого положения нёбной занавески (рис. 41 и 42).

Вобщем, наблюдение показывает, что при пении всех гласных последовательно одна за другой подвижность мягкого нёба ограничена, большей частью оно имеет склонность оставаться в раз принятом положении.

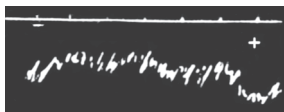


Рис. 41.

Запись с obtурацией носоглотки. Пение гаммы на гласной *А* при поднятом положении мягкого нёба. Знак «+» — начало пения, «-» — окончание его



Рис. 42.

Запись с obtурацией носоглотки. Пение гаммы на гласной *А* при опущенном мягком нёбе. Знак «+» — начало пения, «-» — окончание его

Если к гласной присоединяется произношение согласных, то картина записи говорит о весьма активном участии нёбной занавески. Независимо от условий голосообразования у всех певцов отмечается одно и то же явление: в момент произношения согласной нёбо делает резкий скачок вверх в соответствии с плотным замыканием носоглотки, лишь при носовых согласных — *М* и *Н* — кривая всегда внезапно падает одновременно с опусканием мягкого нёба; при звучащих *Р* и *Л* нёбо почти не сдвигается, и запись ничем не отличается от напеваемой гласной (рис. 43).

Присутствие в носоглотке постороннего тела при obtурации ее баллоном совершенно не препятствует пению, почти не ощущается и не вызывает никаких вредных

Е Ч Щ Ш Х Ф Т С Ч П Н М Л К З Ж Д Г В Б Е

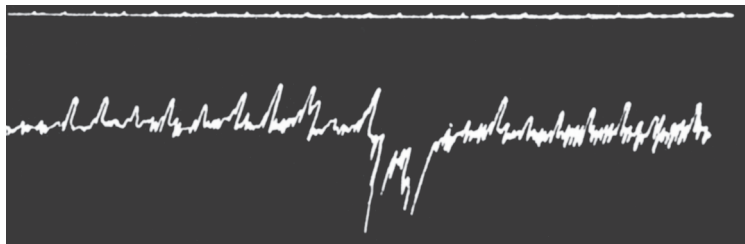


Рис. 43.

Запись с obtурацией носоглотки. Произношение согласных в алфавите с гласной *Е* на одном дыхании

рефлекторных явлений. Объективные данные, полученные при помощи этого графического метода, подтверждают результаты, добытые простым осмотром, о разнообразной функции мягкого нёба при выполнении одних и тех же заданий и о крайней изменчивости ее в за-

висимости от деятельности отдельных частей голосового аппарата, например от типа дыхания (рис. 44).

Сила замыкания носоглотки определяется тем сопротивлением мышц мягкого нёба, которое они могут оказывать вдуваемому через нос воздуху. В одну ноздрю при закрытой другой плотно вставляется олива, соединенная одновременно с коленом манометра и большим резиновым баллоном; при сжатии баллона воздух сразу устремляется в нос и в манометр; максимальная высота подъема ртутного столба будет свидетельствовать о силе замыкания носоглотки.

Разными авторами установлено, что сильнее всего мягкое нёбо прижимается к задней стенке глотки при гласной *И*, затем при *У*, *Е*, *О* и *А*. Однако необходимо отметить, что в этом вопросе много противоречий, так как одни находят, что при произношении гласных происходит полное замыкание носоглотки, другие говорят лишь о частичном и пр.

Близко к манометрическому методу стоит способ исследования при помощи оливы и кимографа; этот способ применяется для определения и регистрации утечки. Олива, соединенная посредством резиновой трубки длиной 50–60 см с записывающим прибором кимографа, вставляется в одну ноздрю при закрытой другой. Эти эксперименты дают мало данных для суждения о функции мягкого нёба, они с несомненностью указывают, что при утечке выходящая через голосовую щель струя воздуха проникает в носовую

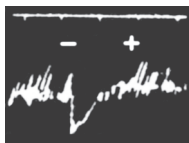


Рис. 44.

Опускание: мягкого нёба при вдохе с грудным типом дыхания. Запись с obturацией носоглотки. Знак «+» — начало вдоха, «-» — окончание его

полость, и в этих случаях мягкое нёбо не вполне замыкает носоглотку (рис. 45).

Если певец поет без утечки — опыт совершенно бесполезен, так как вступление в носовую полость звуковых волн не отражается на записывающем аппарате ввиду слабости производимого ими давления.

Метод выслушивания носовой полости основан на том, что в случае проникновения звуковых волн в нос через носоглотку они хорошо слышны через резиновую трубку, один конец которой вставляется в ухо исследователя, а другой в ноздрю поющего. Удобно пользоваться резиновой трубкой длиной 40–50 см с диаметром около 1 см. Для ушного конца необходимо иметь изогнутый под прямым углом каучуковый или стеклянный наконечник, который по толщине соответствует диаметру слухового прохода.

Исследование ведется при пении каждой гласной в разных тонах в гаммах и арпеджиях. Если мягкое нёбо не закрывает вход в носоглотку, то в трубке слышны резкие шумы, носящие характер жужжания, свиста или сложного треска и не меняющиеся при повышении и понижении тона голоса. Нередко они чрезвычайно оглушительны и производят в ухе неприятное ощущение, в других случаях они еле-еле прослушиваются,

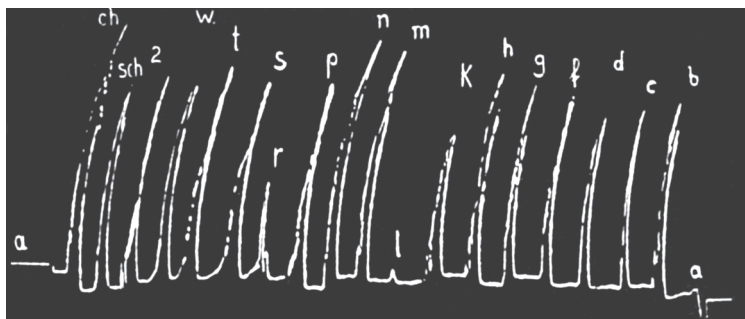


Рис. 45.

Произношение согласных в немецком алфавите с недостаточным замыканием носоглотки мягким нёбом.
На гласной А утечки нет. Тенор

так как слабо проникают в нос вследствие узости щели позади мягкого нёба. Максимальное звучание в трубке происходит в момент произношения носовых звуков. Звучание в носу всегда сопровождается сотрясанием или дрожанием трубки, ясно ощутимым держащей рукой, и таким же дрожательным колебанием спинки носа и костей черепа. Если конец трубки из ноздри перенести к отверстию рта, то шум раздается такой же силы, как из носа при носовых звуках.

Описываемый метод исследования дает очень точные показания о функции мягкого нёба, очень прост и в педагогике пения может применяться с большим успехом для контроля положения нёбной занавески.

Массовое наблюдение и изучение певцов показывает, что у одной серии их жужжание в носу не прекращается во время пения гамм и арпеджий на всем диапазоне, большей частью у людей с необработанными голосами, у другой — оно слышно только на некоторых тонах, особенно на предельно высоких и на так называемых переходных с одного регистра на другой; характерно, что жужжание может внезапно появляться и исчезать у одного и того же лица самым неожиданным образом вопреки желанию поющего, так что обычно с точностью трудно установить, на каких гласных и тонах оно более выражается.

К третьей серии относятся певцы, у которых носовое звучание совершенно отсутствует на всех гласных и тонах. В этих случаях в носу ощущается полный покой, через трубку не проводится звук совершенно, даже тот, который мог бы возникать в носовой полости под влиянием сотрясения твердого нёба, следовательно, нос вполне исключается из процесса голосообразования и, конечно, не может считаться при этих условиях резонатором. Несомненно, что исчезновение носового жужжания связано с полным замыканием носоглотки приподнявшейся нёбной занавеской, благодаря чему звуковые волны не имеют доступа в нос.

Приспособление мягкого нёба для этой роли можно сравнить со способностью глоточного отверстия евста-

хией трубы постоянно находиться в спавшемся состоянии для того, чтобы звуковые волны не попадали в среднее ухо и не оглушали при произношении каждого звука: известно, что патологическое зияние евстахиевой трубы сопровождается весьма мучительной аутофонией, когда свой голос отдает в ухо.

Физиология учит, что обе эти функции выполняются одними и теми же мышцами мягкого нёба — поднимателями и натягивающими. Это сравнение дает опору для рассматривания мягкого нёба как физиологического замыкателя носоглотки; и действительно, у хорошо натренированных певцов, у большинства артистов, выслушивание вполне исключает участие носа в процессе голосообразования.

То же показывают опыты с искусственной obturацией носоглотки: если в нее провести тонкостенный резиновый баллончик, как было указано выше, и наполнить его водой таким образом, чтобы звуковые волны не могли проникнуть в носовую полость, то голос совершенно не проигрывает ни в своей звучности, ни в окраске, ни в силе. Проверка с выслушиванием дает то же ощущение покоя и полной тишины, как и при естественном замыкании носоглотки.

Итак, опыт с выслушиванием трубкой, как и другие методы исследования, указывают, что у певцов мягкое нёбо различно функционирует при исполнении одних и тех же задач и при этом оно может занимать такие крайности, как полное отвисание и расслабление и, наоборот, напряжение и поднятие.

Выслушивание при произношении согласных также не дало одинаковых результатов. В нормальных условиях при каждой согласной нёбо замыкает носоглотку, кроме как при *М* и *Н*, когда ясно слышится носовой звук; у многих певцов эта гнусавость в большей или меньшей степени слышна и на остальных согласных, отчего ясность произношения их значительно падает.

Причину разнообразной функции мягкого нёба нельзя искать в местных условиях, например в умении

владеть мягким нёбом, или в анатомическом устройстве, так как существует теснейшая физиологическая связь между нёбом и другими частями голосового аппарата; так, высокое положение его удерживается при определенной активной деятельности губ, языка, мышц нижней челюсти; о связи с тонусом диафрагмы и с механизмом внутрибронхиального давления было уже сказано выше; обычным спутником низкого стояния нёба является утечка воздуха через не вполне замкнутую голосовую щель, наконец тип покойного дыхания не остается без влияния на деятельность мягкого нёба.

Нет никакого сомнения в том, что помимо указанного существует целый ряд неуловимых обстоятельств, которые так или иначе связаны с индивидуальными особенностями певца, с его навыками и умением и которые могут отражаться на положении мягкого нёба при пении. И было бы ошибочно и вредно для голосообразования требовать от певца определенного высокого или низкого положения мягкого нёба, точно так же как и обязательной установки для какого-либо другого органа, не приняв во внимания функциональной способности других частей голосового аппарата и не изучив их взаимоотношений.

В этом смысле особенно интересна автоматическая связь нёба с диафрагмой: доказано, что гнусавый и носовой звук может получиться при расслаблении диафрагмы, например при болевых ощущениях в ее области, причем этот недостаток не может быть исправлен никакими усилиями воли; той же слабостью диафрагмы объясняется жужжание в носу при выслушивании трубкой во время пения крикливым, несвободным, открытым, бестембровым голосом. Поэтому, чтобы ответить на вопрос о функции мягкого нёба при пении, необходимо учесть все выгоды и вред для голосообразования не только от распространения звуковых волн в полости носа и носоглотки, но и от сопутствующих этому явлению обстоятельств, зачастую лежащих в отдаленности от надставной трубы.

Метод просвечивания рентгеновскими лучами в деле исследования функции мягкого нёба не получил распространения, так как полученные данные носят тот же неопределенный характер, как и результаты, добытые другими методами.

Исследование движений языка, губ, нижней челюсти производится простым осмотром и сводится к изучению формы рта и положению языка при произношении отдельных гласных. Вокальная практика не выработала норм для подвижной мускульной части надставной трубы, и наблюдение показывает, что несмотря на одинаковые условия голосообразования отверстие рта и язык принимают очень разнообразные формы, причем эта разница может быть настолько велика, что нередко не удастся подметить даже общих черт в основных линиях, которые еще более варьируются при пении высоких предельных тонов. Обычно все же типичная разница формы рта для каждой гласной в большей или меньшей степени бывает выражена.

У разных лиц при произношении отдельных гласных мышцы рта и языка принимают то более, то менее живое участие. Замечено, что с ясным и отчетливым произношением гласных связана определенная активная деятельность не только мышц надставной трубы, но и мышц гортани и дыхательного аппарата, особенно диафрагмы. Учитывая эту взаимную связь между разными частями голосового аппарата, приходится допустить, что деятельность надставной трубы во время пения происходит в тесной автоматической связи и зависимости от всего голосового аппарата, отчего положение языка, рта и нижней челюсти не всегда подчиняется волевому фактору, точно так же как и положение мягкого нёба (рис. 46).

Объективные методы исследования движений мышц надставной трубы при помощи записывающих приборов не получили практического применения и представляют лишь теоретический интерес.

Для исследования механизма образования согласных не существует точных методов, затруднение

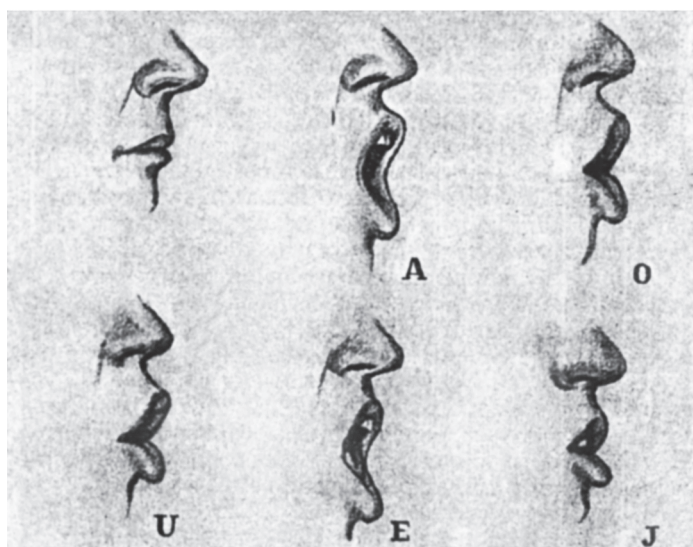
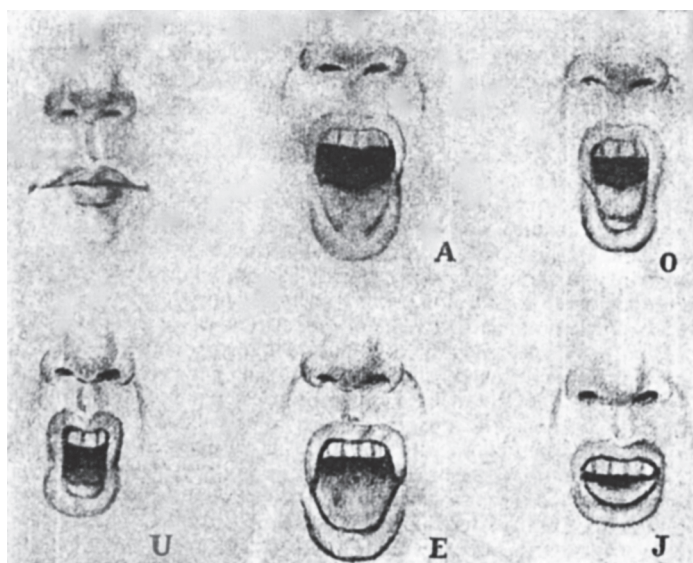


Рис. 46.

Приблизительная форма рта при пении пяти основных гласных при активном участии мышц надставной трубы

для этих исследований связано с тем, что при произношении согласных движения мышц совершаются очень быстро и к тому же они очень сложны, поэтому они могут быть уловлены только в отдельных моментах. Для фиксирования этих моментальных изменений в полости рта можно пользоваться методом отпечатков: в рот вкладывается на разную глубину небольшой листок закопченной бумаги, в момент соприкосновения двигающегося органа с покрытой сажей поверхностью бумаги на последней остается след.

Несмотря на разницу индивидуального строения при произношении каждой согласной получается характерный отпечаток на бумаге с небольшими вариациями в конфигурации у разных лиц. На изображении можно отметить не только форму оттиска, но и степень надавливания органа на бумагу. Так, твердые согласные дают более рельефный отпечаток. Легче всего получить отпечаток при произношении губных согласных: бумага вводится закопченной поверхностью вверх. При других согласных, где главное значение имеют движения языка, закопченную поверхность поворачивают вниз, то же самое и при нёбных. На оттисках видно отличие в образовании смычных согласных от проторных: последние всегда характеризуются тем, что сообщение между полостью рта и наружным пространством не прерывается. Сложность рисунка и быстрота его получения свидетельствует о кратковременности звучания согласных, которая измеряется долями секунды (рис. 47, 48, 49, 50 и 51).

Вопрос об объективном анализе тембра голоса певцов остается открытым, попытки в этом направлении не дали еще надежных результатов, между тем в педагогике пения исследования подобного рода могли бы быть безупречным критерием для оценки голоса поющего. Все же при помощи предложенного за последнее время звукового осциллографа получены некоторые данные об объективном различии в оттенках голосов, но они еще не имеют практического значения.

В аппарате фотографическим путем снимаются колебания очень чувствительной мембраны, которая приходит в сотрясение от голоса поющего. Получающаяся очень сложная кривая расшифровывается по математической формуле Фурье и свидетельствует о выступании в голосе определенных обертонов. Несомненно, что высокие обертоны придают голосу певцов особую звучность, которая обычно не встречается в разговорной речи.

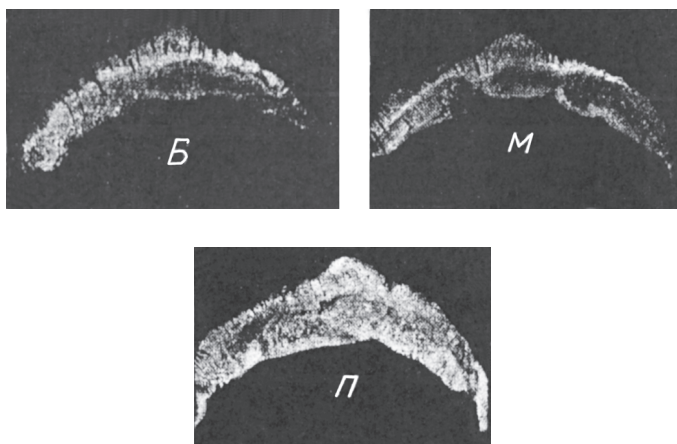


Рис 47.

Отпечаток губ при произношении губных и носовых согласных (смычных) твердых и мягких

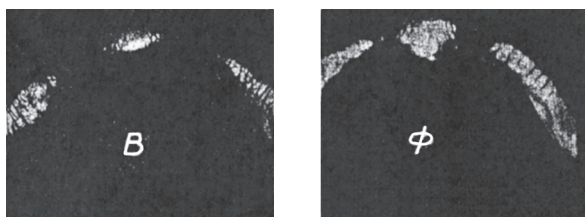


Рис. 48.

Отпечаток губ при произношении проторных согласных твердых и мягких

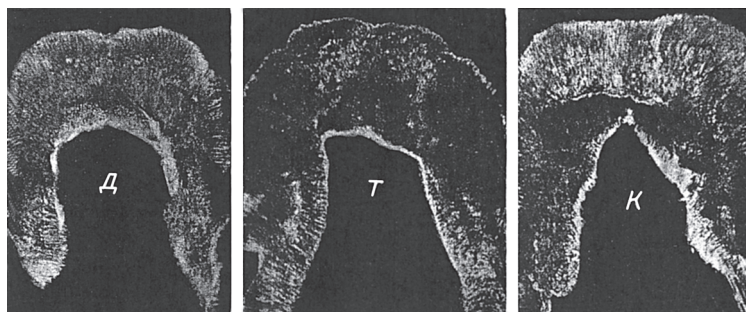


Рис. 49.

Отпечаток языка при произношении смычных согласных

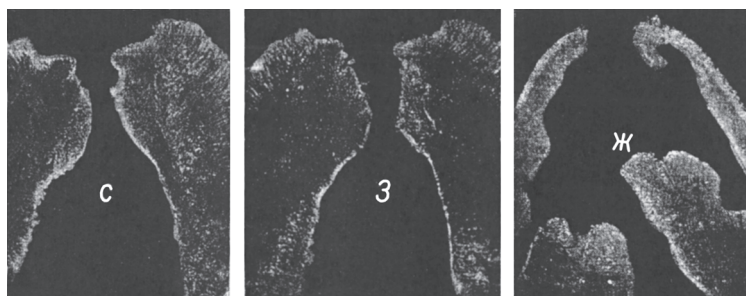


Рис. 50.

Отпечаток языка при произношении проторных согласных

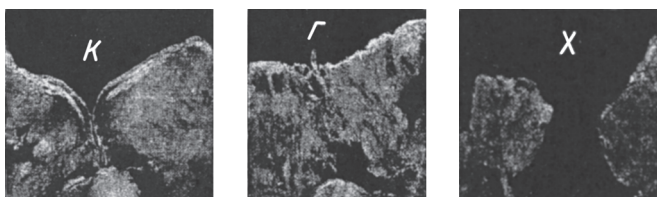


Рис. 51.

Отпечаток мягкого нёба при произношении нёбных согласных

ГЛАВА 4

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ДЛЯ ВОСПИТАНИЯ И РАЗВИТИЯ ГОЛОСА ПЕВЦА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВАХ

1. ГЛАВНЕЙШИЕ ВЫВОДЫ ИЗ ДАННЫХ ОБЪЕКТИВНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ГОЛОСА ПРИ ПЕНИИ

Изучение анатомии и физиологии голосового аппарата в состоянии покоя и во время голосовой функции и в особенности данные объективного исследования приводят к выводу, что процесс голосообразования при артистическом пении происходит при особых специальных условиях, при которых участвующие органы приходят в своеобразное состояние деятельности, отчего пение как физиологический акт не может быть сравниваемо с какими-нибудь другими функциями организма.

Удивительнее всего, что при выполнении одной и той же задачи у разных лиц механизм голосообразования может осуществляться чрезвычайно неоднородными мышечными движениями, которые могут иметь даже явно противоположное значение, причем это разнообразие относится как к органам дыхания, так и к гортани и надставной трубе, несмотря на то, что в анатомическом отношении у всех людей все голосовые органы принципиально построены одинаково и вариации в деталях устройства не вносят существенной разницы в функции. Если бы то же самое явление отмечалось по отношению ко всем другим органам человеческого тела, то вообще физиология не могла бы развиваться как научная

дисциплина. Но необходимо отметить, что продукт деятельности голосовых органов — звук голоса — подвержен значительным изменениям в тембровых оттенках в связи с изменениями в двигательном мышечном механизме; ясно, что при издавании неравноценных в акустическом смысле звуков нет сходства в мышечных движениях как в явлениях неоднородных.

Большое затруднение при изучении физиологии певческого голоса вносит то обстоятельство, что отдельные части голосового аппарата способны к изолированной и самостоятельной деятельности, с одной стороны, с другой — автоматически связаны друг с другом: эти сложные взаимоотношения исключают всякую возможность придавать какому-либо органу преимущественное значение в деле образования певческого голоса, и трудно подметить в общем хаосе двигательных возможностей какую-либо закономерность.

Но наряду с этим экспериментальная фонетика выдвигает несколько общих для всех положений, которые в значительной степени облегчают понимание голосообразовательного процесса и потому имеют очень важное практическое значение.

По отношению к дыхательному аппарату к числу наиболее важных выводов экспериментальной фонетики следует отнести вопрос о роли гладкой мускулатуры бронхиального дерева в деле поддержания внутрибронхиального давления во время фонации как основной силы. Установление этого факта дает ключ к разрешению многих явлений, которые раньше казались непонятными: так легко объясняется возможность фонации при полной неподвижности всех стенок брюшной и грудной полостей, возможность удержания равномерного и продолжительного давления во время издавания звука, фонация во сне, несоответствие между затратой воздуха при пении и степенью западения стенок груди и живота и пр. Ясно стало, что разнообразие записи дыхательных кривых при пении происходит вследствие наложения второстепенных движений, затуманивающих картину основного действия.

Вторым важным фактом является вывод, что для подкрепления силы гладкой мускулатуры, поддерживающей воздушное давление в бронхах, неослабляющий тонус грудобрюшной преграды оказывает наиболее полезное действие, между тем как всякая помощь со стороны поперечнополосатой произвольной мускулатуры, откуда бы она ни исходила, вредно отражается на тембре голоса и парализует роль диафрагмы. Взаимное компенсаторное замещение одних сил другими при записи движений стенок груди и живота дает чрезвычайно изменчивую картину кривых. Особенно чувствительно реагирует при этом область подложечки, западающая при самом минимальном ослаблении тонуса диафрагмы, в то время как даже привычное ухо еще не в состоянии отметить тембровых изменений голоса.

Сведение механизма, поддерживающего внутрибронхиальное давление при пении, к этим двум факторам заставляет предполагать, что стенки груди и живота, брюшной пресс, мышцы плечевого пояса и шейные играют лишь подсобную роль и все вместе составляют как бы футляр, в котором заложен звукопроизводящий аппарат (легкие, бронхи, трахея и гортань) и который таким образом несет почти пассивную функцию.

По отношению к гортани лабораторные данные привели к ряду выводов, с которыми нельзя не считаться на практике: так, стробоскоп показал, что голосовые связки у большинства певцов при фонации неравномерно сокращаются и неправильно колеблются, феномен утечки с несомненностью свидетельствует о недостаточном смыкании голосовой щели и о дефективном процессе голосообразования. Особенно ценен вывод из наблюдений, что между сомкнутой голосовой щелью и внутрибронхиальным давлением существует теснейшее взаимоотношение, совершающееся вполне автоматически: каждому напряжению связок соответствует определенное давление, иначе говоря, для каждого звука само собой устанавливается по рефлексу необходимое давление в бронхах: поэтому для усиления голоса или для повышения тона достаточно, если

импульс из мозговой коры дойдет до голосовых связок, в соответствии с их деятельностью давление в бронхах будет менять свою силу. Это наблюдение имеет большое практическое значение в том смысле, что предупреждает певца от применения всякого рода уловок и сноровок, которое все равно, как и всякое нарочито сделанное движение, не может увенчаться успехом, и чрезвычайно важно для певца, если он будет знать, что для того, чтобы удавались высокие тоны, необходимо по возможности совершенно освободиться от всех вспомогательных средств, применяемых при помощи произвольной мускулатуры, и предоставить выполнение задачи гладким мышцам бронхиального дерева — автомату.

Если автомат нарушается и на первый план выступает давление, как в духовом музыкальном инструменте, то помимо тембровых изменений в голосе отмечается ряд ненормальных явлений, среди которых особенно выделяются: плохая дикция, детонация вверх или вниз; так называемый «подъезд» к ноте, когда кажется, что звук как бы выдавливается; образование разного рода призвуков (квак), которые возникают вследствие того, что голосовые связки не могут в своей деятельности приспособиться своевременно к колебаниям внутрибронхиального давления; это же несоответствие между главными частями голосового аппарата порождает неровный, напряженный звук и служит причиной профессиональных болезней голоса.

Если давление автоматически следует за голосовыми связками, то последние освобождаются от всяких влияний и имеют возможность самостоятельно по импульсам из психических центров проявлять свою деятельность; в этом случае гортань можно сравнить с кистью художника, требующей верной руки и исключения излишних движений. Таким образом, творчество певца всецело зависит от превалирующей и руководящей роли голосовых связок над давлением на них воздуха.

Итак, общий вывод относительно функции гортани при пении может быть сформулирован таким образом: все свойства голоса — его сила, высота и тембр

воспроизводятся голосовыми связками, причем все остальные части голосового аппарата, лежащие выше и ниже гортани, в своей деятельности автоматически приспособляются к голосовому режиму основного источника звука — гортани; в силу разных условий у большинства певцов этот автомат часто нарушается.

Осуществление точного контакта между деятельностью голосовых связок и гладкой мускулатурой бронхов и легких без участия произвольной дыхательной мускулатуры легче всего удастся певцу при напевании с закрытым ртом, когда певец с легкостью и без изменения тембра голоса может петь в любом диапазоне. Но это пение без произношения гласных совершенно теряет свой характер, лишь только раскрывается рот и для голосовой функции вступают произвольные мышцы надставной трубы и дыхательные. При этом способе пения особенно легко проследить доминирующую роль гортани над другими частями голосового аппарата. При пении пиано или фальцетом певец инстинктивно стремится почти закрыть рот, освобождаясь от излишних движений.

По отношению к надставной трубе экспериментальные исследования показали, что эта часть голосового аппарата в своей функции не может рассматриваться в отдельности не в связи с дыхательными и гортанными мышцами; так, всякое нарушение взаимоотношений между силой смыкания голосовых связок и силой внутрибронхиального давления отражается на функции мышц надставной трубы; в свою очередь, сокращение мышц языка, губ, нижней челюсти, нёба может вызвать изменение в функциональной способности мышц гортани, отчего может измениться тембр голоса.

Особенно поразительна связь мягкого нёба с деятельностью диафрагмы: ослабление ее тонуса может сопровождаться носовым оттенком голоса. И здесь следует указать, что попытки для улучшения акустических свойств голоса придавать отдельным частям надставной трубы то или иное положение и форму обречены на неминуемую неудачу, так как частичное вмешательство сознания в акт по существу рефлекторный может

вредно повлиять не только на артикуляцию, но и на связанную с ней фонацию. Произношение каждой гласной и согласной сопровождается настолько сложным комплексом движений, что всякое добавочное действие скорее может привести к расстройству всего автомата, чем принести пользу: известно ведь, что чем более певец (начинающий) старается отчетливо произносить слова, тем они хуже удаются.

Таким образом, на основании экспериментальных данных можно прийти к заключению, что процесс образования голоса у певца чрезвычайно сложный нервно-мышечный акт, который выполняется многими органами под влиянием нервно-психических центров и может быть охарактеризован как сложный заученный рефлекс.

Разного рода индивидуальные условия, связанные с анатомическими, физиологическими, психическими, конституциональными и другими моментами, влияют на двигательную способность отдельных органов, в результате чего внешние и внутренние проявления этих движений принимают столь разнообразные формы.

Многие заученные и вынужденные движения того или другого органа имеют явно невыгодные для певческого голоса движения, поэтому при развитии и воспитании его необходимо выловить их и тренироваться в усвоении наиболее полезных. Но так как упражнение отдельного органа без связи с другими, как уже было указано, не может быть успешно, то развитие нужно вести в двух направлениях: во-первых, в смысле воспитания слуха — необходимо хотя бы приблизительно усвоить слуховой облик напеваемого звука, иначе говоря, без подражания вначале трудно обойтись, во-вторых в смысле усвоения основных движений, которые в процессе голосообразования имеют наибольшее значение; поэтому научиться поддерживать внутрибронхиальное давление лишь при помощи гладкой мускулатуры и тонуса диафрагмы должно составлять главнейшую задачу.

Что касается развития слуха, то здесь могут встретиться большие затруднения, так как у преподающих оценка звука бывает очень различна; но это не

должно смущать, потому что по мере приобретения навыка пользоваться описываемым типом дыхательных движений у учащегося постепенно разовьются такие звуковые возможности, о которых до этого нельзя было и предполагать. Ввиду сказанного подражание должно занимать лишь второстепенное место. Может быть, оно большее значение будет иметь в дальнейшем при развитии произношения гласных и согласных.

Усвоение механизма для поддержания воздушного давления в бронхах поставлено на первое место потому, что этот момент действительно имеет решающее значение: без давления не может быть звука, режим голосовых связок всецело связан с давлением, причем чрезвычайно важен вопрос о тех силах, которые создают это давление. Наконец дыхательные движения наиболее доступны для объективного наблюдения при современных методах исследования. Не нужно забывать также, что звучность голоса певца прежде всего зависит от рода и характера давящих на голосовые связки сил, с ними же связана ясность произношения гласных и согласных.

Регистрирующие приборы в каждый момент показывают дыхательные движения; также можно объективно следить за утечкой, положением гортани и органов надставной трубы; таким образом в дело практического изучения голоса вводится новый физиологический критерий и вместе с тем точный контроль за голосовыми движениями.

2. СХЕМА МЕТОДИКИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ГОЛОСА ПЕВЦОВ

§ 1. Программу для развития голоса по отношению к дыханию можно было бы представить в виде следующей схемы:

1. Определение типа покойного дыхания.
2. Определение типа подготовки дыхания перед пением.
3. Определение типа дыхательных движений при фонации.

4. Методы установки парадоксального типа дыхания и подготовка к нему.

5. Изучение вдоха при парадоксальном дыхании.

6. Фонация при неподвижных стенках груди и живота.

Первые три пункта имеют целью установить, каким материалом придется располагать в данном случае. Исследование ведется при помощи пнеймографов и ярма, лучше движения регистрировать на закопченной бумаге кимографа, но также с успехом можно удовлетворяться одним зрительным наблюдением за рычагами записывающей капсулы. Один пнеймограф надевается на грудную клетку на уровне сосков, другой на живот на высоте пупка, бок же и подложечка исследуются ярмом. Нам уже известно, что ни один из трех типов покойного дыхания (грудное, смешанное и брюшное) не обеспечивает возможности пения с неподвижными стенками груди и живота, но все же данные исследования могут дать наводящие мысли для изменения дыхания и перевода одного типа в другой. Возможно большее уплощение кривых, т. е. уменьшение размаха дыхательных экскурсий, является всегда благоприятным признаком, так как оно приближается к тому типу дыхания, который совершается лишь силами одного легкого без участия грудной клетки.

Попутно исследуется способность учащегося переходить с одного типа дыхания на другой; опыт показывает, что в этом отношении у разных людей существуют большие возможности. Исследование подготовки к пению именно и имеет своей задачей установить привычный характер последнего перед фонацией вдоха, который предопределяет дальнейший механизм для поддержания давления в бронхах.

Затем определяются внешние движения стенок груди и живота во время пения. Установленный тип этих движений уже окончательно свидетельствует о характере сил, поддерживающих внутрибронхиальное давление. Как уже было указано, самым частым явлением при исследовании большинства певцов, как опытных,

так и начинающих, бывает падение кривых в связи с западением грудных и брюшных стенок. Реже на том или другом уровне туловища отмечается подъем кривой, или она переходит в горизонтальную линию. Где бы ни происходило западение, оно всегда служит указанием на ослабление тонуса диафрагмы, и особенно чувствительно реагирует на это ослабление ее область подложечки. Это настолько характерно для области подложечки, что для упрощения методики наблюдения совершенно достаточно пользоваться данными только одного ярма. Большую услугу также оказывает исследование с баллончиком, подсунутым под пояс на уровне пупка: выпирание передней стенки живота в этом месте служит признаком перевеса грудного давления над брюшным и слабого тонического напряжения диафрагмы.

Следующие три пункта — 4, 5 и 6-й — дают указания, благодаря которым можно научиться петь с неподвижными стенками груди и живота при помощи лишь гладкой мускулатуры бронхов совместно с тонусом диафрагмы. Для достижения этого одним из важнейших условий является установка в стадии подготовки такого типа дыхания, которое совершается силами самого легкого без активной помощи со стороны стенок груди и живота и при высоком стоянии диафрагмы.

Усвоение этого парадоксального типа дыхания — залог успеха в развитии голоса, вдох с уплощенными дыхательными экскурсиями предreshает характер механизма для поддержания внутрибронхиального давления при пении. Перейти от обыкновенного типа дыхания на певческое парадоксальное в большинстве случаев дело не легкое и без соответствующих указаний и часто длительной тренировки невозможное. Нередко очень трудно убедить певца в существовании этого типа, так как в первое время он очень утомителен, ощущается кажущаяся нехватка воздуха, хочется часто вдыхать и даже может наступить одышка: но все это — результат неопытности и принужденности движений, с течением времени всякие неудобства проходят бесследно.

Индивидуальные условия как физического, так и психического свойства имеют большое значение, у некоторых существует несомненное предрасположение для перехода без особых усилий к новому типу дыхания. Чем сильнее двигается при обыкновенном дыхании диафрагма, тем труднее достигнуть успеха, поэтому особенно неблагоприятны условия при брюшном и смешанном типах дыхания: но и чисто грудное или ключичное не всегда легко поддаются изменению.

Парадоксальное дыхание неосуществимо без специальных технических перестановок во всем туловище: обычно при покое мышцы тела находятся в привычном расслабленном состоянии, которое не препятствует свободному дыханию и не стесняет в движениях, для перехода же к парадоксальному, точно также как и к пению, необходима некоторая мышечная подготовка. Она происходит при некотором повышении брюшного давления, при сокращении мышц спины для выпрямления позвоночника, при отведении живота назад, при напряжении и повышении диафрагмы и при некотором расширении грудной клетки, в особенности на уровне диафрагмы.

Живот слегка втянут, брюшной пресс увеличен, возможно, что за счет поднятия и напряжения нижней тазовой диафрагмы, так как боковые его стенки не проявляют заметной деятельности; при слабом откидывании туловища назад ощущаются сокращения спинных мышц; в особенности большое значение имеют сокращения нижних зубчатых мышц, так как они отводят нижние ребра в стороны и расширяют грудную клетку в нижних частях, что содействует натяжению диафрагмы. Таким образом, высокое стояние диафрагмы происходит при чрезвычайно сложном комплексе мышечных движений туловища. Ясно, что при выполнении их легко ошибиться и вынужденным действием расстроить весь механизм.

Аналогичное состояние подготовки без вынужденного напряжения отдельных органов можно воспроизвести, если, хорошо выпрямившись, поднять обе руки вверх таким образом, чтобы пальцы каж-

дой руки обхватывали на голове противоположный локоть; при этом происходит непроизвольное втягивание живота (умеренное), легкое втягивание подложечки, расширение грудной клетки и поднятие диафрагмы, также ощущается сокращение мышц в области поясницы; усиленным сокращением последних мышц положение диафрагмы может достигнуть максимальной высоты и напряжения, так как одновременно с ними напрягается задняя мышечная зона ее, которая прикрепляется к 12-м ребрам и поддается произвольному движению. Получающееся при поднятии рук ощущение легкости вдоха и выдоха и расслабления грудных стенок объясняется улучшением легочного кровообращения: вены легких расширяются, отчего достигается ускоренный отток крови из вен головы и верхних конечностей. Второй прием, весьма уясняющий механизм подготовки к парадоксальному вдоху, очень легко исполним, если попытаться сделать вдыхательное движение при закрытом рте и носе: диафрагма активно принимает высокое положение и приходит в особое состояние тонуса, столь необходимое для поддержания внутрибронхиального давления при пении. Объективно отмечается умеренное втяжение подложечки и расширение нижней апертуры грудной клетки, субъективно ощущаются сокращения спинных мышц, задней мышечной зоны диафрагмы и тазовой диафрагмы. Вслед за этой подготовкой вдох, произведенный лучше через нос, обеспечивает последующее пение с неподвижными стенками груди и живота.

Тех же результатов в смысле поднятия диафрагмы и усиления ее тонуса можно достигнуть путем форсированного выдыхания, когда удаляется большая или меньшая часть резервного воздуха и просвет бронхиального дерева суживается. Прием этот полезен для борьбы с перегрузкой легких воздухом и незаменим при взятии высоких тонов, которые удаются тем лучше, чем меньше в легких остается запасного воздуха.

Третий прием, помогающий достижению описываемой подготовки, сводится к естественному или искус-

ственному увеличению брюшного пресса, благодаря чему диафрагма принимает высокое положение. Такого усиления брюшного пресса можно достигнуть, если на живот в лежачем положении положить тяжесть, в вертикальном же — стянуть его бинтом. Практика уже давно оценила этот прием: многие певцы надевают на живот пояс — бандаж, специально построенный для этой цели. Стягивание живота полезно для установки корпуса перед пением и во время его, благоприятствует изменению дыхательного типа, уменьшает глубину дыхательных экскурсий и содействует кровообращению в брюшной полости, особенно при застойных явлениях в ней, при склонности к ожирению и к опусканию брюшных органов. Большую услугу, далее, пояс оказывает певцу благодаря тому, что повышает мышечное и тактильное чувство в тех областях, которые вообще ощущаются нами расплывчато и неопределенно: для получения навыков при пении это повышение чувствительности может принести большую пользу (рис. 52).

Бандаж в форме расширяющегося спереди пояса накладывается на живот таким образом, что закрывает

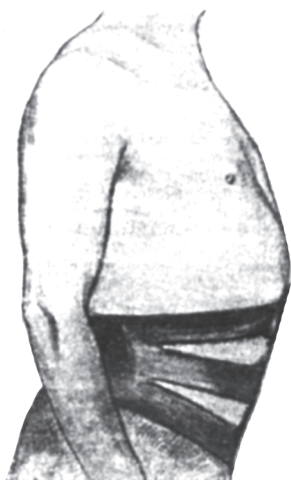


Рис. 52.
Пояс-бандаж

собой почти всю переднюю стенку его на пространстве от реберной дуги до уровня пупка или пальца на 2 ниже последнего; на спине он лежит между тазовыми костями и 12-ми ребрами, так что ширина пояса спереди около 20 см, а сзади — 8–10 см. Материал — крепкая ткань или кожа. Сила стягивания живота не должна быть значительна во избежание чрезмерного развития брюшного давления и ухудшения условий кровообращения, кроме того, тугое стягивание живота может нарушить взаимоотношение

и автоматизм между грудным и брюшным давлением во время фонации и привести к нежелательному изменению тембра голоса; по той же причине нельзя стягивать нижней части живота; не рекомендуется также сдавливать поясом нижнюю часть грудной клетки на уровне подложечки во избежание вредного влияния на тонус диафрагмы и на ее натяжение. Опыт показал, что при умелом пользовании поясом все без исключения певцы, как начинающие, так и в пожилом возрасте, очень быстро привыкают к стягиванию живота и всегда оценивают его полезное действие, так как при пении с поясом голос звучит сильнее и ярче вследствие развития более высоких обертонов, что, по-видимому, находится в связи с большим использованием тонуса диафрагмы.

Однако благоприятное действие пояса может быть легко сведено на нет и даже перейти во вредное не только от неправильного наложения пояса, но и во всех тех случаях, где нарушается автоматизм между отдельными частями голосового аппарата во время голосообразования.

Здесь особенно необходимо напомнить, что стягивание живота может парализовать действие тазовой диафрагмы, которая в таком случае отесняется вниз пассивно и теряет значительную часть своего влияния на давление в полости живота и в системе бронхов во время пения, отчего возможно развитие вспомогательных сил со стороны стенок груди и живота. Несомненно, что причина неудач в смысле перемены тембра при взятии высоких тонов, срыва голоса, неустойчивого пиано или его отсутствия и пр. заключается в нарушении равновесия сил брюшного пресса в зависимости от ослабления мышц тазовой диафрагмы: недостаток легко может быть исправлен путем фиксирования внимания на этом обстоятельстве.

Указанные приемы имеют значение в том смысле, что дают понятие об общей установке подготовки к пению, не подчеркивая нарочито каких-либо изолированных движений, к чему обычно имеется большая склонность у начинающих певцов. Искусственное втягивание

или выпячивание живота или подложечки, а также выставление вперед грудной клетки или малейшее ее напряжение и всякие уловки и сноровки без общей объединяющей связи не могут быть полезными ни в каком случае.

После усвоения навыков в принятии подготовительного положения можно приступить к упражнениям во вдохе: сделать вдох при неподвижной или при поднимающейся диафрагме с очень незначительными пассивными расширениями грудной клетки после обыкновенного привычного покойного дыхания, как уже было сказано, нелегко. Не теряя положения, принятого при подготовке, делают так называемый «высокий вдох» (по ощущению), т. е. вдох, приближающийся к грудному типу, однако от последнего он отличается тем, что сопровождается незначительными экскурсиями стенок грудной клетки и полной неподвижностью подложечки и стенок живота; диафрагма при этом может подниматься или оставаться на месте, но ни в коем случае она не должна опускаться. Движения грудной клетки — несомненно пассивного характера и зависят от активного расширения легких за счет увеличения просвета всего бронхиального дерева, так как присасывающее значение диафрагмы и боковых стенок груди почти исключается. Одновременно со вдохом тазовая диафрагма напрягается или поднимается, благодаря чему устанавливается внутрибрюшное давление и поддерживается контакт между обеими диафрагмами. Если тазовая диафрагма расслаблена, грудобрюшная преграда опускается и высокий вдох трудновыполним.

Особое ощущение высокого вдоха объясняется полным расширением сверху лежащих бронхиальных стволов, при покойном обычном дыхании слабее наполняемых воздухом. Таким образом высокий вдох обеспечивает равномерное растягивание всего бронхиального дерева.

Всякое давление на грудную клетку или естественное ее напряжение, выпячивание и стеснение затрудняют взятие высокого вдоха. Так, труднее его сделать

лежа на боку и особенно на животе; наоборот, он легко удается в лежащем на спине положении, когда грудная клетка расслаблена, подложечка втянута, а диафрагма поднята. Основное при этом вдохе — это высокое стояние и неподвижность диафрагмы, а следовательно, и всей области подложечки, что очень наглядно видно при исследовании с ярмом и свидетельствует о правильно взятом вдохе.

Существует чрезвычайно тесное соотношение между подготовкой и высоким вдохом; так, последний неосуществим при слабом тоне диафрагмы и низком ее стоянии; если сделан неправильно вдох, немедленно нарушается подготовка и расслабляется диафрагма, таким образом, между вдохом и подготовкой всегда должно быть взаимодействие; лишь только оно расстраивается, к механизму, поддерживающему внутрибронхиальное давление, неизбежно присоединяются вспомогательные силы со стороны стенок груди и живота, и автоматизм между самопроизвольно сокращающейся гладкой мускулатурой бронхов и деятельностью гортани теряется: в голосе отмечаются изменение тембра, форсировка, исчезновение высоких обертонов и пр.

Подобное расстройство взаимоотношений между подготовкой и высоким вдохом особенно легко происходит при пении без пауз: при быстром выдыхательном движении после израсходования воздуха высокий тип вдоха обычно переходит в грудной при одновременном ослаблении тонуса верхней и нижней диафрагм и падении внутрибрюшного давления, при этом искусственное усиление брюшного пресса не ведет к успеху, так как голос меняет окраску и делается напряженным. Поэтому у певца нередко лучше звучат первые фразы или после длинной паузы, когда пение начинается при внимательной подготовке.

Одной из самых частых ошибок при пении без остановок именно и является грудной вдох при пониженном или повышенном брюшном прессе. У хорошо натренированного певца однообразный высокий вдох

автоматически восстанавливает первоначальную подготовку, благодаря чему поддерживаемое гладкой мускулатурой внутрибронхиальное давление на головные связки предохраняется от влияния со стороны произвольных мышц грудной клетки и живота. Наблюдая певцов с подобным механизмом вдоха, невозможно уловить типа их дыхания; как известно, это обстоятельство нередко порождало споры о дыхательных возможностях великих артистов (Рубини).

При самом максимальном расширении бронхов количество вдыхаемого воздуха равно примерно объему его при обычном покоем дыхании, если не расширяется грудная клетка и не сдвигается диафрагма, т. е. около 500 куб. см. Это максимальный предел для вдоха, благодаря которому устраняется всякая возможность перебора воздуха и перегрузки им дыхательных путей, что, как известно, служит причиной напряженного, бестембрового голоса и неудач при взятии высоких тонов. Устанавливаемая таким образом мера для количества вдыхаемого воздуха при пении разрешает спорные вопросы по этому поводу и должна иметь большое практическое значение. Необходимо указать, что в начале занятий этим типом вдоха не удастся набирать полное количество воздуха, и на почве недостаточного расширения бронхов и неполного развития деятельности гладкой мускулатуры голос поющего не обладает достаточной силой и яркостью.

Эксперимент показывает, что при помощи специальных упражнений и навыка можно воспроизводить певческий звук голоса достаточной силы и красоты, пользуясь для поддержания внутрибронхиального давления лишь неподдающимся учету остаточным воздухом и воздухом, введенным в легкие при расширении гладкой мускулатуры бронхов, следовательно, в том случае, если вдох был сделан после предварительного полного выдоха.

Вопросом, дышать ли через нос или рот, не имеет принципиального и практического значения, так как безразлично, каким образом попал воздух в легкие.

500 куб. см воздуха с одинаковой легкостью проникают в бронхи, так как оба отверстия ноздрей шире, чем просвет голосовой щели и воздух с одинаковой скоростью доходит в легкие как через нос, так и через рот. По-видимому, целесообразнее дышать через нос, если в нем нет патологических изменений, потому что это естественнее для человека; кроме того, дыхание носом происходит всегда бесшумно. Замечено, что высокий вдох лучше удается при дыхании через нос, между тем как через рот очень легко сделать перебор воздуха, испортить парадоксальный тип дыхания, сдвинуть диафрагму вниз и активно расширить грудную клетку.

Подготовка и высокий вдох с непривычки как вновь заученные движения утомительны, но с течением времени по освобождении от излишних напряжений они делаются приятными и могут осуществляться в течение продолжительного времени. Обычно наблюдается, что после первого правильного вдоха второй и следующие особенно при пении фраз переходят в грудной тип с большей или меньшей потерей тонуса диафрагмы, отчего после каждого вдоха звук голоса меняется в своей окраске. Главная причина подобного расстройства дыхательных движений и напряжения грудной клетки заключается в слишком большом накоплении в легких резервного воздуха, препятствующего полному сокращению гладкой мускулатуры бронхов при выдохе и затрудняющего расширение просвета бронхиального дерева при вдохе.

Заканчивая главу о практическом усвоении формулы — подготовка и высокий вдох, — необходимо сделать некоторые замечания: высокий вдох как акт вполне сознательный и для воспроизведения требующий определенного напряжения внимания и бдительности противоречит тому принципу певческого голосообразования, по которому весь этот акт в части, касающейся механизма воздушного давления на голосовые связки, должен быть вполне автоматичным; поэтому упражнения на вдохе таким способом следует рассматривать лишь как педагогический прием, который очень

облегчает освобождение от влияния на дыхательный процесс всякого рода произвольных мышц и помогает затем перейти к автоматическому вдоху лишь при помощи гладкой мускулатуры бронхиального дерева.

Как уже было указано раньше, при этом вдохе, протекающем без всякого волевого участия, все стенки груди и живота остаются неподвижными (парадоксальный тип дыхания); таким образом, усвоение высокого вдоха нужно рассматривать как преддверие для приучения себя пользоваться лишь автоматическим вдохом при определенной установке подготовительного состояния всего организма певца.

Лишь при самопроизвольном вдохе, не стесненном какими-либо активными движениями дыхательных мышц (как это бывает при непринужденной разговорной речи), можно избежать излишних движений при поддержании внутрибронхиального давления во время издавания звука голосом; гортань и голосовые связки могут передавать в звуках душевные переживания лишь в том случае, если воздушное давление в трахее и бронхах будет следовать за активной деятельностью гортанных мышц, а не наоборот; это возможно только при точном автоматическом взаимоотношении между голосовыми связками и гладкой мускулатурой бронхов.

Практики-певцы инстинктивно чувствуют вред от применения всякого рода приспособлений и уловок при дыхании, вот почему нередко приходится слышать о ненужности специальных упражнений для развития дыхания при пении; научная разработка этого вопроса показывает, однако, что дойти до свободного и естественного дыхания при пении возможно лишь путем длительной тренировки в отвыкании от множества произвольных дыхательных движений, которыми мы беспрепятственно пользуемся в условиях обычной жизни. Отсюда вывод, что дыхательная гимнастика для певца должна быть чрезвычайно ограничена определенными условиями и должна быть направлена скорее в сторону уничтожения движений в той или иной дыхательной области, чем в сторону их развития.

Все сказанное одинаково относится к мужчинам и женщинам.

§ 2. Лишь только получены необходимые навыки, можно приступить к упражнениям с фонацией.

На любой из 5 основных гласных можно вести занятия, но необходимо помнить, что условия давления воздуха в бронхах для каждой гласной неодинаковы: меньше всего оно при *А* и больше всего при *И*, целесообразнее выбрать гласную со средним давлением, следовательно, *Е* или *О*. Опыт показал, что наибольшая звучность голоса выдерживается на гласной *Е*, она чаще других поется без утечки.

После подготовки и высокого вдоха певец поет эту гласную на одном из средних тонов, не делая никаких дыхательных усилий, но произнося ясно и отчетливо гласную. Вызванный таким образом звук сначала не имеет привычной тембровой окраски, не отличается силой, кажется певцу не своим и нередко приводит его в уныние.

Этот так называемый «примарный» звук (практиков) не обладает вполне развитыми свойствами певческого голоса потому, что при недостаточно усвоенном высоком вдохе просвет бронхиального дерева неравномерно расширяется во всех своих частях и мало принимает воздуха, отчего гладкая мускулатура не в состоянии развернуть всю свою мощь. С акустической стороны в таком звуке недостает высоких обертонов, которые затем постепенно появляются по мере овладения дыхательным механизмом, и голос приобретает силу, звучность и высокие обертоны.

Одним из необходимых условий для выработки указанных свойств голоса, а также для сохранения их на высоких тонах (что особенно трудно удается), является удержание силы брюшного пресса на определенной уже раз принятой при подготовке высоте. Как уже было указано выше, это осуществляется сокращением мышц промежности и отведением живота назад.

Лишь только будет установлено, что напеваемая гласная поется при неподвижных стенках груди и живота, можно перейти к следующему более высокому

или низкому тону. В короткое время певец овладевает первой октавой. С течением времени переходят к более высокому диапазону. Если не меняется тип подготовительной установки и высокого вдоха, тембр не меняется при взятии более трудных для пения так называемых переходных тонов, а впоследствии и предельно высоких. При этом самым важным требованием является освобождение от всякого напряжения со стороны груди и живота, в противном случае на почве усиления внутрибронхиального давления легко получить квак и форсировку голоса или во всяком случае нарушение однородности звучания голоса.

Таким образом, количество воздуха при пении высоких и нижних тонов остается одно и то же, давление же в бронхах автоматически меняется в соответствии с деятельностью голосовых связок, поэтому необходимо, чтобы со стороны центральной нервной системы подавались точные импульсы, т. е. необходимо заботиться при каждой ноте о ясном произношении гласной, ибо расплывчатость психической энграммы вызывает неопределенное давление, а отсюда и недостаточную звучность голоса. Кроме гамм, рекомендуется петь арпеджио и другие упражнения. Так как певец все время имеет на себе пневмограф и ярмо, то контроль дыхательных движений происходит непрерывно.

Натренировавшись на гласной *Е*, можно переходить на другие гласные в порядке их трудности для пения. Гласная *И*, как требующая максимального давления в бронхах и более сложной артикуляции, удастся хуже других, зато на гласной *У* легче сохранить звучность на высоких звуках. Со временем по мере усвоения голосовых приемов очень полезно пение гласных попеременно с сохранением однородности звука: само собой разумеется, что это требование может быть выполнено лишь при точной выдержке механизма внутрибронхиального давления.

Со стороны руководителя должно иметь место педантичное наблюдение не только за звуком, но и за по-

ведением регистрирующих приборов. На первом плане всегда должна быть борьба с развитием подсобных компенсирующих движений со стороны дыхательных органов: причина глухого, беззвучного, крикливого, открытого и пр. голоса лежит в замене основных сил второстепенными, которые так легко и незаметно для поющего выступают на сцену особенно при взятии высоких тонов.

Склонение всего корпуса вперед, как это делают некоторые певцы при пении высоких тонов, понижает тонус диафрагмы, между тем как другие движения, как легкое отклонение туловища назад, вытягивание вперед рук, способствует натяжению ее.

§ 3. Сделать практические указания о деятельности гортани на основании экспериментальных и лабораторных данных гораздо труднее, так как методы исследования в этой области менее разработаны. Они касаются функции голосовых связок и положения всей гортани в целом.

Сознательно владеть движениями мышц гортани, как внешними, так и внутренними, можно только до некоторой степени; нельзя изолированно сократить ту или другую мышцу, все ее движения подчиняются общему импульсу, получаемому от мозговых центров, и действуют сообща. Но ряд местных условий может оказывать существенное влияние как на деятельность голосовых связок, так и на положение всей гортани. К числу таких моментов относится особенно давление воздуха со стороны трахеи и мышечные сокращения соседних органов, языка, нижней челюсти, шеи и пр. Звук голоса очень чувствительно реагирует на эти влияния изменением тембра, что в пении имеет решающее значение.

Практическое значение стробоскопии ограничивается сложностью технических приспособлений и вынужденностью положения исследуемого, поэтому этот метод не годится для пользования в повседневной работе преподавателя.

Лучше дело обстоит с исследованием на утечку воздуха от недостаточного смыкания голосовых

связок при помощи оливы, вставляемой в ноздрю, и кимографа можно точно определить, на какой гласной и согласной происходит этот дефект. Так как утечка главным образом связана с перегрузкой внутрибронхиального давления во время фонации, то бороться с ней нужно методами, указанными выше, что и удастся быстро с переменой дыхательного типа. Еще доступнее для занятий употребление цилиндра с качающимся на волоске листочком слюды, отклонения которого свидетельствуют о вытекании воздуха в форме струи. Утечка во всех случаях говорит о ненормальных условиях голосообразования.

Не меньшее значение имеют некоторые выводы о функции голосовых связок на основании теоретических предпосылок. Так, необходимо вспомнить, что тембр и все характерные оттенки певческого голоса образуются в гортани, они связаны со строением и функцией голосовых связок, а также что судьба окраски голоса предreshается взаимодействием между сомкнутыми связками и мышечными группами, поддерживающими давление в системе трахеи и бронхов. Таким образом, на гортань нужно смотреть как на самую главную часть голосового аппарата, где зарождаются все обертоны и свойства певческого голоса. Даже момент, влияющий на силу голоса, находится в голосовых связках, а не в увеличении на них воздушного давления, как это происходит в язычковых инструментах типа гармоний: импульс, идущий из мозговых центров для усиления звука, приводит связки в соответствующую деятельность, а вслед за этим автоматически поднимается и давление в бронхах. Лишь только сомкнулась голосовая щель между давлением в бронхах и голосовыми связками, устанавливается автомат, который очень легко может быть нарушен в ущерб окраске голоса всякими произвольными напряжениями мышц, откуда бы они ни исходили; чаще всего они вызываются со стороны стенок груди и живота, мышц шеи и надставной трубы.

Эти знания избавят учащегося от многих бесполезных и излишних упражнений и направят его внимание

в сторону более детального изучения и анализа на самом себе взаимоотношений между связками и дыхательным аппаратом.

Положение гортани во время пения находится под влиянием целого ряда факторов, поэтому исследование ее движений имеет значение постольку, поскольку можно установить зависимость их от функции других органов. На положение гортани влияет сила воздушного давления в трахее, с одной стороны, и сокращение прикрепленных к ней мышц шеи и головы — с другой.

При воспитании певческого голоса следует обращать внимание на поведение гортани, особенно при пении гласных. У певцов, развивающих высокое давление в бронхах, гортань стремится подняться вверх, между тем как при пении с неподвижными стенками груди и живота она остается в малоподвижном, так называемом индифферентном положении и в случае, когда давление при пении высоких тонов автоматически поднимается, гортань, идя навстречу этому повышению, опускается. Таким образом, по данным исследования положения гортани можно до некоторой степени судить о механизме поддержания внутрибронхиального давления. Отсюда видно, что наблюдение положения гортани углубляет контроль за техникой голосообразования; в этом его практическое значение.

§ 4. Практические указания о функции надставной трубы будут скудны. При развитии голоса певца необходимо помнить, что надставная труба является неотъемлемой частью всего голосового аппарата: ее функция может быть рассматриваема только в связи с другими частями. Вот почему нельзя серьезного значения придавать всякого рода советам о положении и форме губ, языка, щек и мягкого нёба. Все эти органы действуют заодно и при этом выполняют очень сложную работу по импульсу, идущему из мозговых центров, и одновременно с деятельностью голосовых связок. Поэтому только психологический подход может решить эту трудную задачу, следовательно, без подражания

артикуляции здесь обойтись невозможно, подобно тому как ребенок не может научиться правильно артикулировать, не слыша образца. Здесь нужно указать, что больше пользы будет подражать звуковому образу, чем внешним формам и движениям. Этот способ обучения на почве уже приобретенных навыков дыхания и фонации, как показывает опыт, дает наилучшие и скорые результаты, так как попытки навязывать определенные движения приводят к развитию излишних и вредных мускульных напряжений, которые не проходят бесследно по отношению к функции голосовых связок.

Следует заметить, впрочем, что в большинстве случаев излишние движения в области надставной трубы являются не причиной, а следствием, так как они возникают в качестве компенсирующих средств при нарушении равновесия сил между дыхательным, фонаторным и артикуляционным аппаратами. Так, при повышенном давлении в трахее в бронхах сильно напрягается нижняя челюсть или горбится язык, и никакие сноровки не помогают бороться с этим злом, пока не будет устранена причина.

С другой стороны, произношение некоторых согласных расстраивает механизм, поддерживающий давление в бронхах, отчего меняется тембр следующей за ней гласной. Так, неблагоприятно могут действовать на звук певца согласные, произношение которых связано с выдвиганием языка вперед, следовательно при *Д, Т, С, Н*; при твердых согласных это нарушение больше, чем при мягких, в сочетании с гласной *Е* оно сильнее выражено, чем с другими гласными. Изменение тембра происходит вследствие уменьшения бронхиального давления от поднятия гортани и возмещения этого падения компенсирующими мышечными движениями со стороны грудных и брюшных стенок при ослаблении тонуса диафрагмы (ибо кривая подложечки дает падение). При записи на фонографе на этих звуках всегда чувствуется некоторая форсировка, исчезание высоких обертонов и появление шумовых призвуков, не гармонирующих с основным тоном: ясно слышится шум,

треск, шипение и пр. Особенно резко выступают эти негармонические обертоны при передаче фонографом без рупора. Так как произношение и других согласных требует также смещения языка, а вместе с ним и гортани в большей или меньшей степени, то в начале обучения пению целесообразно вести упражнения без присоединения согласных и разрабатывать голос на чистых гласных.

§ 5. В настоящее время связывание вопроса о тембре и окраске голоса с функцией надставной трубы сильно поколеблено, и если выдвинутая теория о месте образования гласных в ротовой полости почти никем не оспаривается, то нельзя сказать с точностью, насколько надставная труба влияет на возникновение певческих свойств голоса. Мнение, что тембр зависит от резонансовых условий полостей носа, рта и глотки, ничем не доказывается, а основывается лишь на теоретических предположениях, что каждая полость может быть резонатором. Между тем не подлежит никакому сомнению, что окраска голоса певца всецело зависит от условий давления в бронхах и от специального режима голосовых связок, в пределах которых и зарождаются все обертоны, в выше же лежащих полостях надставной трубы нет благоприятных условий для усиления отдельных гармонических тонов ввиду ограниченности размеров и мягкости стенок; наоборот, здесь все устройство predisposes к затуханию звуковых волн и ослаблению или полному выпадению обертонов.

Если все-таки и можно допустить резонанцию в полостях надставной трубы, то усиление звука может быть настолько ничтожно, что не имеет практического значения.

Было уже указано, что опускание мягкого нёба и соединение носовой полости с ротовой и глоткой вредно отражается на голосе, так как в носовых ходах отфильтровываются высокие обертоны. Простой способ при помощи выслушивания через резиновую трубку очень легко дает возможность следить за входением звуковых волн в полость носа, и его всячески

следует рекомендовать при обучении пению, тем более что жужжание в носу при выслушивании трубкой всегда есть признак недостаточного тонуса диафрагмы.

§ 6. В голосе самое важное тембр, по окраске его оценивается качество голоса и определяется его род. Как известно, установить род голоса певца в некоторых случаях трудно, так как искусственное выдвигание при помощи разного рода мышечных сокращений тех или других обертонов может резко менять характер голоса; так, нередко тенор поет баритоном, и, наоборот, меццо хочет петь контральто или сопрано, и наоборот и т. д. Вводимая система обучения под контролем регистрирующих приборов вполне гарантирует правильное определение голоса, так как легко выявляет все лишние компенсирующие движения, вызывающие насильственное изменение голоса. И было бы ошибочно судить о роде голоса по форме голосовых связок, так как основные свойства голоса зависят не только от их длины, ширины и толщины, но и от производимого на них воздушного давления со стороны трахеи, а также от деятельности надставной трубы, которая тесно связана с мышцами гортани.

В заключение остается несколько остановиться на особых явлениях в певческом голосе, которые часто встречаются в практике пения: на трели, вибрации и тремолировании.

Трель есть ряд быстро следующих друг за другом звуков, которые разнятся между собой в тоне или полутоне, причем чаще бывает акцентирован более низкий тон. Она образуется во время голосообразования при особых ритмических дрожательных движениях гортани в вертикальном и горизонтальном направлениях; эти движения гортани сопровождаются подобными же колебаниями языка и мягкого нёба. Критерием для хорошего качества трели является число колебаний и сотрясений в секунду; чем чаще и равномернее трель, тем лучше она звучит и тем выше школа певца.

Качества трели находятся в большой зависимости от механизма, поддерживающего воздушное давление

в трахее и бронхах: чем равномернее давление, тем лучше трель. Понятно, что лучшие певцы, при графической записи дающие горизонтальные линии и следовательно не нарушающие вспомогательными движениями автоматизма между гортанными мышцами и гладкой мускулатурой бронхиального дерева, обладают особенно красивой трелью. У певцов, поющих с западением стенок груди, живота и подложечки, трель сопровождается сотрясением всего дыхательного аппарата, отчего при записи с пневмографами или с ярмом на всех кривых отмечаются неправильной формы зубцы — признак неустойчивости внутрибронхиального давления. В этих случаях трель близко подходит по характеру к тремоляции.

Трель — принадлежность колоратурных голосов.

В и б р а ц и я в голосе в известных границах составляет украшение для звука и придает ему впечатление теплоты и одухотворенности. Сущность вибрации заключается в колебании высоты и силы тонов и обертонов, входящих в состав голоса. Физиологическую причину вибрации связывают с периодическими изменениями напряжения голосовых связок, однако, эти изменения настолько тонки, что их не удается зафиксировать методами объективного исследования. Естественно предполагать, что характер воздушного давления в бронхах при образовании вибраций играет наиболее важную роль, чем другие части голосового аппарата, так как между связками и давлением требуются очень точные соотношения. Красивые вибрации наблюдаются у выдающихся голосов.

Тремолирование, в противоположность трели и вибрации, является большим недостатком певческого голоса, оно находится в связи с неравномерными сокращениями и напряжениями мышц, участвующих в образовании голоса, и зависит от грубых колебаний высоты тона и его силы при выдерживании звука. Особенно большое значение имеет для возникновения тремолирования вступление в действие вспомогательных дыхательных мышц, вслед за которыми ослабевает тонус

диафрагмы и расстраивается автоматизм гортанных и артикуляционных мышц.

Как физиологическое явление тремолирование наблюдается при душевных волнениях, страхе, гневе, боли и пр.; в пении оно является в результате функциональной слабости голоса, например при фонастении, а чаще вследствие разных погрешностей в технике голосообразования. У начинающих певцов тремолирование может быть при исполнении трудных непосильных заданий, а у опытных и даже знаменитых случайно встречается в трудных местах исполнения. Характерно для тремолирования несоответствие колебаний высоты тона и силы, например ослабление силы тона при одновременном повышении его и наоборот. От трели оно отличается нетвердыми интервалами, неритмичностью и неясной разницей акцентированного тона.

Предлагаемая схема системы обработки голоса не может дать исчерпывающих указаний для практической работы преподавателя, она расставляет лишь вехи на трудном пути учащихся пению. Эта схема является первой попыткой применить лабораторные данные на деле; основанная на научных выводах из эксперимента, она дает в руки педагога новые приемы и вводит его в круг нового понимания процесса голосообразования, но, конечно, не может вполне разрешить и разъяснить все противоречия современных теорий и споров по этому еще далеко не разработанному вопросу.

Схема не вступает в конфликт ни с какой из существующих школ пения и не вносит непримиримости, — напротив, невольно объединяет многие разноречивые взгляды, разрушая укоренившиеся предрассудки и необоснованные мнения практиков пения. Принципы, на которых построена схема, покоятся на научных физиологических основаниях и могут быть оспариваемы лишь с точки зрения различных толкований явлений. Научный подход к вопросам голосообразования позволяет в схеме пользоваться обычной в физиологии терминологией и этим делает их доступными и для понимания непосвященных в тонкости вокального искусства.

Схема рассматривает процесс пения лишь как физиологическое явление, и в случаях, где ей приходится сталкиваться с выполнением художественных задач, она не может ставить запретные рамки или предъявлять определенные требования к творчеству певца, однако необходимо указать, что рекомендуемый механизм голосообразования не искусственно выдуман, а взят из самой жизни: им пользуются (или приближаются к нему) наиболее выдающиеся певцы с большим артистическим опытом; понятно, что для выражения разных оттенков в голосе они могут и должны прибегать к всевозможным приемам, не ставя себе никаких технических преград. Здесь дело идет лишь о развитии и воспитании голоса, а не о пении как искусстве. Таким образом, схема имеет целью дисциплинировать мышечные движения во время пения и подготовки к нему в смысле освобождения от излишних, ненужных и вредных для голоса влияний и сведения произвольной деятельности мышц к автомату.

В схеме не было надобности останавливаться на многих вопросах, которым практики певцы придают большое значение. Так, не упоминается о резонаторах, о регистрах, об атаке, об открытых и закрытых нотах и пр.

Вопросы о «резонаторах» и о «прикрытии звука» встают перед певцом в связи с вопросом об образовании тембра голоса. Совершенно неосновательно (только в теоретических рассуждениях) возникновение оттенков голоса приписывается так называемым верхним и нижним резонаторам как полостям, в которых действительно может происходить усиление звуков. Но насколько реально значение этой «резонации», еще никем не доказано, субъективные же ощущения звуковых колебаний в той или другой части тела неубедительны. Между тем объективные методы исследования показали, что тембр голоса певцов связан главным образом с мышечной деятельностью с возможно большим освобождением работы гладкой мускулатуры бронхов для поддержания внутрибронхиального давления от помощи произвольных поперечнополосатых дыхательных

мускулов и с наиболее полным осуществлением автоматизма в работе между всеми частями голосового аппарата. Разные оттенки голоса, в том числе и закрытые звуки, в большей степени зависят от участия тонуса верхней и нижней диафрагмы, чем от размера или формы полостей рта, носа, глотки, бронхиального дерева и пр.

Близко к резонанции примыкает и вопрос о «регистрах» голоса, которые также характеризуются изменением тембра: у громадного большинства певцов при пении гаммы вверх на определенных нотах, часто подряд на нескольких, в голосе отмечается перемена — это и породило, между прочим, термины «грудной», «головной», «средний» и пр. регистры. В главе о методах исследования было уже сказано, что указанные изменения в голосе вполне объясняются перестройкой механизма, поддерживающего давление в бронхах при пении и вызванных этой перестройкой изменениях в мускульном режиме голосовых связок. Если работа гладкой мускулатуры бронхов и тонус диафрагмы протекает в необходимом контакте и изолированности, тембр голоса не меняется на всем диапазоне певца: как известно, это обстоятельство певцу ставится в большую заслугу. Таким образом, в схеме этот вопрос отпадает сам собой.

Термин «маска» в пении предложен певцами-практиками на основании ощущения звуковых колебаний поющим на лице в том месте, на которое надевается маскарадная маска. Остается совершенно невыясненным, от чего зависит локализация звуковых колебаний у некоторых певцов в этой области, от особенного ли резонирования в полостях рта и носа или вследствие богатства обертонами звука, зарождающегося в гортани, и его звонкости. Следовательно, здесь дело опять сводится к тембровой окраске, происхождение которой заставляет искать причину звучности голоса в целом комплексе явлений и не приравнивать ее к одним местным условиям, что совершенно не согласуется с принципами, проводимыми в схеме.

Если придерживаться высказанного в схеме мнения, что при зарождении голоса давление автоматически приспособляется к силе и напряжению голосовых связок, т. е. что сначала происходит смыкание связок, а потом возникает давление воздуха на них сообразно с разными условиями их деятельности, то вопрос о так называемой «атаке» звука теряет всякий смысл. Твердый, мягкий и придыхательный способы взятия звука могут быть осуществлены при полном замыкании голосовой щели без утечки воздуха при соответствующих импульсах на связки со стороны психических центров.

Схема почти умалчивает о субъективных ощущениях, получаемых певцом во время издавания звука со стороны разных органов и от мышечного чувства, так как они легко могут направить внимание по ложному пути и неправильно истолковываться; необходимо к этому прибавить, что наиболее сильно воспринимаются ощущения от произвольных движений второстепенных для голосообразования мышц, с которыми как раз и борется предлагаемая система, между тем как основные факторы, связанные с деятельностью гладкой мускулатуры бронхов, диафрагмы и гортани, сами по себе почти не оставляют следа в сознании. Следует также заметить, что практическое значение субъективных ощущений при пении должно быть ничтожно, так как они опаздывают от звука и, следовательно, не могут играть руководящей роли ни в какой степени и, кроме того, чрезвычайно легко забываются.

В тесной связи с ощущениями при пении находится термин «опора», который имеет широкое распространение среди практиков. Опора — перевод итальянского *orroggiare la voce*, что значит поддерживать голос. В литературе не указываются объективные признаки, точно определяющие это понятие, и оно толкуется произвольно на основании своеобразных самоощущений во время пения, главным образом его связывают с мускульным чувством от движений диафрагмы и стенок груди и живота. Некоторые рассматривают опору как чувство,

которое дает ориентацию относительно выдыхательного напряжения грудной клетки, благодаря чему можно регулировать трату воздуха; по мнению других, опереть звук — значит ввести в круг сознания певца ощущение от деятельности диафрагмы. Понятно, что в схеме этот неопределенный и неясный термин не мог найти места.

ГЛАВА 5

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БОЛЕЗНИ ГОЛОСА ПЕВЦОВ

Под профессиональными болезнями голоса певцов подразумеваются такие заболевания, которые происходят под влиянием длительной без отдыха голосовой деятельности, перегрузки чрезмерной работой одних мышц за счет других и переутомления нервно-мышечной системы в результате грубых погрешностей в технике голосообразования, между тем как внешние условия профессионального труда играют лишь второстепенную роль. Поэтому к этому разряду болезней нельзя отнести разного рода катаральные воспаления слизистых оболочек дыхательных путей, которые могут развиваться при неблагоприятных условиях труда артистов, ораторов, учителей и пр. в пыльных, сырых и холодных помещениях. Здесь поражение верхних дыхательных путей следует считать за случайное явление (простуда), возможное при всякой специальности, временную же или постоянную потерю голоса при этом не всегда легко связать с профессией; однако необходимо указать, что подобные простудные острые и хронические болезни нередко служат предрасполагающим моментом для возникновения и профессиональных заболеваний голоса.

Что касается основного причинного момента, то перегрузка работой и переутомление могут относиться как к отдельным органам, так и ко всему голосовому аппарату в целом и находятся в тесной зависимости от усвоенной плохой школы пения, неумелого пользования голосовыми средствами и несоответствия между двигательной деятельностью и психофизическими особенностями данного индивидуума.

Проявление профессиональных болезней большей частью отмечается в области гортани и голосовых связок с объективными изменениями или без них; нередко больные жалуются только на неприятные ощущения в горле, на разного рода парестезии и на расстройство голосовой функции, между тем как доступными методами исследования невозможно заметить каких-либо нарушений. Ввиду этой неопределенности клинической картины в большинстве случаев бывает затруднительно ответить, в какой части голосового аппарата нужно искать причину заболевания и в чем она заключается. Теоретически рассуждая, больше всего вероятно, что причина расстройства голосовой функции должна находиться в наиболее важных и ответственных местах голосового аппарата; к таковым относятся голосовые связки и механизм, поддерживающий внутрибронхиальное давление воздуха.

Мы видели, что нормальная функция голоса поддерживается автоматическими взаимоотношениями между голосовыми связками и гладкой мускулатурой бронхов и тонусом диафрагмы и что в эти взаимоотношения очень легко вступают в качестве дополнительных и компенсирующих силы, исходящие из произвольных поперечнополосатых мышц грудной клетки и брюшного пресса, мы отмечали также, что степень участия этих сил колеблется в весьма широких пределах, в результате чего голосовые связки могут пострадать или от чрезмерного на них давления воздуха со стороны трахеи, или от напряжения не в соответствии с испытываемым давлением. Продолжительная работа голосом при неравномерном и непостоянном давлении воздуха при непрерывном приспособлении голосовых связок для удержания акустического равновесия гибельно отражается на голосе.

При всех профессиональных болезнях голоса отмечается слабое участие диафрагмы в поддержании внутрибронхиального давления, резкое падение стенок грудной клетки во время держания тона, слабость или, наоборот, ненужное усиление брюшного пресса.

Подобные хаотические условия дыхательных движений очень часто наблюдаются у молодых людей в начале их певческого стажа, и мы нередко бываем свидетелями того, как эти певцы среди самого расцвета жизненных сил в возрасте около 30 лет начинают жаловаться на разные расстройства в голосе, теряют бывшие выдающиеся его качества и принуждены воздерживаться не только от пения, но и от разговорной речи. Смотря по выносливости голосового аппарата в одних случаях расстройства наступают раньше, в других позднее, но все же сопротивление организма делается слабее: певец должен часто прибегать к отдыху.

Как следствие нарушения нормальной установки соотношений между дыхательными движениями и сомкнутыми голосовыми связками, в особенности в результате перегрузки давления в бронхах, развивается недостаточная деятельность гортанных мышц, несмыкание связок и как защитное приспособление утечка воздуха через щель между связками. По этой же причине все тело гортани под напором давления снизу имеет стремление подниматься вверх, что, в свою очередь, ведет к излишним и вредным напряжениям со стороны мышц надставной трубы, к сведению языка, судорожным движениям нижней челюсти и к опусканию мягкого неба; все эти вынужденные движения тормозят условия голосообразования, приводят к глухому, не звонкому голосу и служат, таким образом, причиной для усиленных мышечных движений и для преждевременного переутомления.

Итак, причина почти всех профессиональных заболеваний голоса главным образом лежит в повышении внутрибронхиального давления во время фонации вследствие наслоения второстепенных сил на основную, связанную с автоматическим сокращением бронхиальной и легочной гладкой мускулатурой, вследствие расстройства автомата, с деятельностью голосовых связок и надставной трубы. Но несмотря на однородность вызывающей причины, формы заболеваний бывают различны, причем только в некоторых случаях можно

проследить последовательный переход из одной в другую.

Различают острые и хронические заболевания.

1. Острое воспаление слизистой оболочки верхних дыхательных путей — довольно частое заболевание и локализуется обычно внутри гортани именно на голосовых связках; последние при исследовании зеркалом кажутся более или менее покрасневшими, но сохраняют в полной мере свои движения. Больной жалуется на осиплость, хрипоту, сухость, щекотание в горле и болезненные ощущения при попытке петь. Все эти явления сильнее выражены, если краснота распространяется по всей внутренней поверхности гортани.

Причину болезни обыкновенно больной указывает сам, связывая ее с недавней проделанной большой голосовой работой, с форсированным пением и пр. От этого заболевания следует отличать покраснение связок и гиперемию слизистой гортани, физиологически появляющиеся после усиленной функции; эта рабочая гиперемия проходит через несколько часов под влиянием отдыха.

Лечение — полный покой всему голосовому аппарату, запрещение даже разговорной речи до восстановления нормального вида голосовых связок; полезно также назначение наркотических и отхаркивающих средств; очень успокаивает пульверизация слабо вяжущими веществами или вдыхание паров воды с ментолом.

2. Хроническое воспаление верхних дыхательных путей также чаще всего отмечается на голосовых связках, краснота принимает стойкий характер и часто распределяется на них неравномерно: то они краснеют в передних частях, то ближе к черпаловидным хрящам; особенно характерно для этой голосовой болезни появление красноты в виде узких полосок по самому внутреннему краю голосовых связок. Одновременно с этими конгестиями иногда на связках ясно видны кровеносные сосуды в форме варикозных расширений, возвышающихся над поверхностью слизистой. В связи с воспалительным состоянием внутренние края связок

делаются неровными и кажутся как бы расслабленными, вялыми, утолщенными, закругленными, иногда удвоенными. На задней стенке гортани заметны складки и утолщения. Необычная для обыкновенного ларингита гиперемия является самым частым и большей частью единственным внешним признаком заболевания голоса в ранней стадии развития.

Причина болезни — длительное напряжение голоса при плохой технике дыхания. Симптомы хронического профессионального ларингита могут быть выражены слабо в форме хрипоты, изменения тембра, выпадения высоких тонов, болевых ощущений и пр., в других же случаях эти симптомы дополняют более серьезные признаки расстройства голоса.

Среди хронических заболеваний нижних дыхательных путей на почве голосового напряжения большое практическое значение имеет хронический трахеит — протекающий с обильным выделением и скоплением под связками слизи, отчего больной постоянно должен прибегать к отхаркиванию; болезнь опасна для певца в том смысле, что предрасполагает к растяжению стенок трахеи и бронхов, к полной потере певческого голоса. Трахеит является последствием слишком повышенного давления воздуха под связками во время издавания голоса.

Лечение хронических заболеваний верхних и нижних дыхательных путей, приобретенных на почве профессии, возможно только в том случае, если будет устранена производящая причина, т. е. при непереносимом условии изменения техники голосообразования в отношении главным образом механизма дыхания и освобождения от лишних добавочных движений при поддержании внутрибронхиального давления. Если удастся выполнить эти требования — хронические болезни исчезают сами собой без всякого другого лечения, в упорных случаях оказывают пользу назначения вяжущих и прижигающих средств в форме смазываний и вливаний, например 2–3 % ляпис, 1–2 % хлористый цинк и др.

3. Близко в этой категории заболеваний примыкают кровоизлияния в толщу слизистой оболочки или в мышцу, наступающие нередко при сильном напряжении голоса, по-видимому, в случаях, когда голосовые связки внезапно должны выдержать чрезмерный напор воздуха со стороны трахеи. Некоторые авторы допускают даже возможность разрыва мышц голосовых связок, как это наблюдается у певцов при взятии высоких тонов. Само собой разумеется, что подобное усиление давления воздуха может быть развито только при помощи произвольной мускулатуры грудной клетки и брюшного пресса при грубом нарушении автоматизма между давлением и выносливостью голосовых связок.

Прогноз таких апоплексий большей частью благоприятный, но при повторении он может быть сомнительным до полного исчезновения и рассасывания крови, так как не всегда легко удастся избежать производящей причины, т. е. изменить технику пения. Нередко вслед за геморрагией на голосовых связках певцов находят узелки.

Единственное рациональное лечение сводится к абсолютному молчанию иногда в течение многих дней, а затем обязательной является осторожность при пении и забота о перемене механизма дыхания.

Подобные же кровоизлияния бывают и в слизистую оболочку трахеи или в гладкую мускулатуру ее задней стенки: внезапно наступает потеря голоса, даже шепота и иногда на долгое время, между тем как голосовые связки остаются совершенно нормальными. Этнологическим моментом в этих случаях также служит высокое внутрибронхиальное давление (крик). Предсказание для голоса певца после такого кровоизлияния всегда сомнительно, так как на почве его может развиваться рубцовое перерождение стенок трахеи и нарушиться их сократительная способность.

4. Одним из важных и частых признаков профессионального заболевания голоса являются узелки певцов. Эти образования величиной с булавоочную головку

сидят большей частью на свободных краях обеих голосовых связок, реже на одной, на границе передней и задней их частей. До сих пор еще считается загадочным не только их происхождение, но и анатомическое строение. Одни принимают их за железистые образования, другие за эпителиальные, и все-таки большинство авторов рассматривает их как продукт хронического воспаления. Удовлетворительного объяснения о расположении узелков на определенном месте связок не найдено. Самым распространенным мнением является предположение, что на типичном месте их образования находится узловой пункт или вибрационный центр связок, но против этого возражают, что как раз здесь пункт покоя и следовательно в этом месте связки при фонации делают самые малые экскурсии. Стробоскопические исследования показали, что связки наибольшие размахи делают в задних частях.

Цвет узелков обычно не отличается от цвета связок — белый, розовый или красноватый.

В связи с разными взглядами на происхождение и сущность узелков причину их развития относят не только к воспалительным изменениям, но и к сильным напряжениям мышц гортани, вынужденных при фонации выдерживать слишком большое воздушное давление со стороны трахеи. Такую хроническую травматизацию возможно допустить при продолжительной голосовой работе, при неудовлетворительной голосовой технике, при пении выше своего диапазона и пр. Чаще они встречаются у женщин (колоратура), затем у теноров, баритонов, реже у басов.

Появление узелков всегда служит тревожным сигналом, указывающим на непосильную работу голосом, однако во многих случаях они могут совершенно не влиять на красоту голоса и чистоту тонов и обнаруживаются при случайном исследовании. В начальных стадиях вовсе не страдает форте. С другой стороны, у целого ряда певцов наступают тяжелые нарушения голоса в виде сипоты, хрипоты, исчезновения филировки и пиано, срывания голоса на некоторых нотах и, наконец,

полной потери звучности. Субъективных болевых ощущений обычно не бывает.

О судьбе узелков не всегда можно высказаться определенно: если они остаются на месте, то в конце концов заставляют их обладателя отказаться от своей профессии, в других же случаях они самопроизвольно рассасываются, если прекращается злоупотребление голосом или хотя бы незначительно улучшаются или изменяются условия голосообразования, например при переходе от одного преподавателя к другому. Также хорошо действует молчание в течение нескольких месяцев.

При лечении узелков необходимо расчет вести на их исчезновение под влиянием улучшения вокальной техники, для чего было бы полезно экспериментальным путем выявить все грубые погрешности голосообразования, в особенности в области дыхания. Местное лечение медикаментами обычно не помогает. По использовании всех средств иногда приходится прибегать к хирургическому вмешательству, но это крайнее средство не всегда приносит желаемые результаты в смысле восстановления прежних качеств голоса, поэтому большинство авторов высказывается против операций на узелках.

К профессиональным болезням далее относится группа так называемых функциональных расстройств голоса, сопровождающихся изменением деятельности со стороны нервно-мышечного аппарата, причем видимая анатомическая основа может совершенно отсутствовать или выражаться в форме гиперкинеза и гипокинеза.

5. Представителем болезней, связанных с повышенной деятельностью мышц, может служить фонаторная судорога голосовой щели — *disphonia spastica*, — болезнь, родственная заиканию; в страдании участвуют не только гортанные мышцы, но дыхательные и артикуляционные. Она принадлежит к координированным профессиональным неврозам, появляется преимущественно у ораторов, командиров, учителей, но может быть и у певцов, особенно у неврастеников, и усиливается вследствие душевных возбуждений. В более легких случаях звуки голоса представляются сдавленными

и удлинненными, слоги раздваиваются, слова кажутся растянутыми и как бы рассеченными. Речь становится затрудненной и сопровождается оживленными мимическими движениями не только лица, но и конечностей и туловища. При усилии издать звук может наступить полная афония вследствие спастического спазма голосовой щели. Часто болезнь протекает одновременно с узелками певцов.

Причиной болезни может быть каждый вредно действующий на голос момент, особенно предъявляемая к нему непосильная работа. Предсказание благоприятное, но обнаруживается склонность к рецидивам при малейшей погрешности.

При лечении рекомендуется покой, психотерапия, упражнения дыхания. Противопоказаны электризация и голосовая гимнастика ввиду и так повышенной возбудимости мышц.

В противоположность этим случаям при гипокинезах мышцы голосового аппарата проявляют недостаточную деятельность. О сущности подобных заболеваний мы можем высказаться на основании констатирования парезов гортанных мышц при ларингоскопии и акустического анализа голоса, теряющего свои былые свойства. Несомненно, что при этом страдают и мускулы надставной трубы и дыхательные, так как с гортанью они связаны теснейшими взаимоотношениями. Если в течение продолжительного времени голосовые связки находятся в условиях усиленной деятельности и выдерживают чрезмерное давление воздуха со стороны трахеи и бронхов, при рабочей нагрузке свыше индивидуальных сил и при дефективной технике, то отдельные мышцы или группа мышц начинают проявлять признаки слабости, выражающиеся в неполном смыкании голосовой щели. Слабая степень пареза может быть незаметна при исследовании зеркалом, при грубых же нарушениях движений связок, когда голосовая щель меняет форму и зияет, можно высказаться о функции отдельных мышц. Так, при парезе передней перстнещитовидной мышцы голосовые связки недостаточно натягиваются и голос

детонирует и теряет высоту, а при усилении быстро устает. Взятый тон не может быть долго выдержан вследствие быстрого утекания воздуха. Особенно сильное напряжение требуется при двустороннем парезе, когда заметно поражается и разговорная речь, делаясь монотонной и грубой. При одновременном страдании внутренних щиточерпаловидных мышц голосовые связки болтаются, как парус, и дело доходит до полной афонии. Хотя задние перстнечерпаловидные мышцы — главным образом дыхательные, однако и их парез может вызвать расстройство в голосе, так как они фиксируют задние концы связок. При заболевании поперечной мышцы голосовая щель не закрывается в дыхательной хрящевой части, отчего при фонации требуется большое напряжение дыхательных мышц вследствие большой утечки воздуха. Выпадение или ослабление функции каждой отдельной мышцы чревато последствиями еще и потому, что вместе с нею расстраивается деятельность и ее антогониста и таким образом отражается на работе не только гортанных, но и более отдаленных от нее мускулов, связанных с голосообразованием.

За парез нередко ошибочно принимают временную или случайную недостаточность сокращения той или другой мышцы. От профессиональных парезов необходимо отличать нарушения движения, вызванные воспалительными процессами в гортани, имея в виду, однако, что они также развиваются и поддерживаются усиленной голосовой работой. Истерия и изнуряющие общие болезни способствуют возникновению профессиональных болезней голоса и часто затрудняют постановку правильного диагноза.

Лечение профессиональных парезов сводится к устранению причинного момента, а так как последний большей частью зависит от большего, чем нужно, внутрибронхиального давления, то прежде всего необходимо обратить внимание на дыхательный процесс во время пения и соответствующими указаниями добиться уничтожения излишних добавочных движений; далее нужно рекомендовать отдых от вокальной работы, приме-

нять общую укрепляющую терапию, полезно назначать электризацию в разных видах и массаж.

6. Фонастения. У многих певцов болезненные признаки в голосе появляются гораздо раньше, чем мы можем обнаружить какие-либо изменения объективно зеркалом или услышать ухом. Первые симптомы болезни отмечаются самим певцом: он чувствует, что голос его стал менее вынослив, быстро устает, утомляется от самой незначительной голосовой работы, чего раньше не было. Если больной делает над собой усилие и продолжает петь, то появляется ряд парестезий в виде царапанья, щекотания и жжения в горле, ощущения сухости и боли, которая ощущается не только в гортани, но и в разных местах шеи и груди; далее, голос понемногу начинает отказываться служить: исчезает пиано, особенно на высоких нотах, певец, даже обладающий абсолютным слухом, детонирует то вверх, то вниз, тремолирует; затем нарушается чистота тона, постепенно меняется тембр голоса; при дальнейшем развитии болезни певцу становится трудно брать высокие тоны и форте, и, наконец, он совершенно не в состоянии издавать певческие звуки голоса; речь же долгое время остается нетронутой, но в конце концов и в ней появляется хрипота и быстрая утомляемость. Больной теряет разговорный голос и испытывает чувство страха перед каждой фонацией.

Объективно во всех стадиях болезни можно вовсе не найти изменений или удастся отметить все перечисленные выше расстройства вплоть до узелков и парезов; кашель и склонность к отхаркиванию слизи — постоянные спутники болезни.

Сущность описываемого болезненного состояния сводится к расстройству голосовой функции и к ее слабости без механического повреждения мышц; здесь функциональное страдание предшествует анатомическим изменениям, и всегда имеется элемент травматизации от усиленных голосовых занятий. Данные исследований еще не дают точных указаний на локализацию болезненного процесса; и нельзя еще ответить на вопрос, в какой мере

расстройство зависит от нарушений в дыхании, фонации или артикуляции. Однако нет никаких оснований искать причину болезни исключительно в изменении со стороны гортанных мышц, ибо известно, что фонастения возникает главным образом на почве грубых погрешностей в механизме, поддерживающем внутрибронхиальное давление во время издавания звука.

Большинство авторов происхождения фонастении сравнивает с развитием профболезней у рабочих мышечного труда, также протекающих без объективных изменений, причем главными факторами для образования парезов и неврозов считает давление, растяжение и перенапряжение. Все эти моменты могут иметь место во время пения и речи, когда голосовые связки должны отвечать чрезмерным замыканием голосовой щели на слишком большое давление воздуха на них снизу. Несоответствие между этими двумя силами ведет к расстройству координации движений во всем голосовом аппарате. По аналогии с рабочими парезами конечный результат фонастении выливается в форму интерстициальных изменений к дегенеративных перерождений в мышечной ткани. Другое мнение связывает возникновение фонастении с усталостью в нервных мозговых центрах и заменой автоматических движений произвольными, мышцы же страдают вторично. Роль нервных влияний можно рассматривать двояко: с одной стороны, наряду с мышечной усталостью идет психическое утомление, с другой — на почве нервного возбуждения возникает расстройство мышечной деятельности.

Кроме чисто профессиональных условий, на развитие фонастении оказывает влияние ряд предрасполагающих моментов: 1) общие болезни, как анемия, хлороз, утомление, пониженное питание, нервное переутомление, ослабленное здоровье после перенесенных тяжелых болезней, невропатическая конституция; 2) все нарушения равновесия организма, как менструации, беременность, мутация голоса и пр.; 3) острые и хронические заболевания верхних и нижних дыхательных путей; 4) психические состояния: заботы, горе,

волнения, истерия, неврастения и пр. и 5) количественное и качественное злоупотребление голосом. В этом же смысле могут действовать местные явления; сюда относятся: малая и слабо развитая гортань, прирожденная слабость гортанных мышц, плохо развитые морганиевы желудочки, перекрещивание черпал, косое стояние гортани, асимметрия голосовых связок или косое их расположение, недостаточный механизм надгортаника, гипертрофия язычной железы и другие конституциональные аномалии. Однако необходимо указать, что ни один из этих признаков не характерен для фонастении и истинную причину всегда надо искать в погрешностях вокальной техники.

7. От этой формы фонастении следует отличать псевдофонастению — ложную форму, которая протекает иначе, имеет другую этиологию и требует иных лечебных мер. Это расстройство голоса наблюдается часто в начале учения пению, когда вследствие непривычной работы еще не установился автоматизм между отдельными частями голосового аппарата и сознательные движения преобладают над автоматом. Сюда можно отнести невроз ожидания и страха перед выступлением публично. Сюда же принадлежит слабость голоса в связи с мутацией, а также нарушение его при помехе функции, вызванной болями, общим утомлением, ослаблением мускульного чувства, психической подавленностью и пр. аналогично с псевдопараличами.

Выделяют еще острую форму фонастении, которая наступает при длительном пении без привычки или при непрерывном продолжительном чтении, — болезнь быстро излечивается отдыхом, в противном же случае переходит в хроническую.

Жертвой фонастении нередко делаются молодые начинающие певцы, которые, не овладев в достаточной степени техникой певческого голосообразования, предъявляют к голосу большие требования не только в смысле злоупотребления продолжительностью голосовой работы, но в особенности в смысле исполнения тяжелых для неразработанного голоса музыкальных произведений.

Следует при этом отметить, что субъективно певец может не чувствовать никаких затруднений при пении как нижних, так и высоких тонов, которые ему обычно удаются с легкостью и без всяких усилий. Поэтому болезнь является полной неожиданностью и часто приводит певца в полное отчаяние. Интересно отметить далее, что фонастенией заболевают лица с очень хорошими, подчас выдающимися голосами, певцы весьма одаренные, не знающие преград для вокального исполнения. Природная красота тембра голоса при любом механизме голосообразования скрадывает все технические недостатки в голосе в ущерб методическому его развитию; в этих случаях трагедия гибели голоса усугубляется тем обстоятельством, что и педагог нередко считает голос достаточно подготовленным для артистического пения и потому не может дать руководящих указаний для воспитания и развития его. Время наступления расстройства голоса индивидуально различно, часто оно развивается в самом цветущем возрасте (около 30 лет).

Лечение фонастенией сводится к устранению всех причинных моментов, и особое внимание должно быть обращено на дыхательный механизм, поддерживающий внутрибронхиальное давление. У всех фонастеников отмечается слабость тонуса диафрагмы, которая оттесняется вниз и часто почти совсем выключается из участия в поддержке давления в грудной клетке. Исследование при помощи ярма указывает на резкое, иногда катастрофическое западение подложечки при одновременном спадении стенок груди. В гортани отмечается утечка воздуха часто в самой сильной степени, высокое ее стояние, в надставной трубе, сведение языка, напряжение до судорог нижней челюсти, гримасы лицевых мышц, неестественная придача ротовому отверстию необычных форм и пр. Без борьбы с указанными явлениями всякое другое лечение приносит мало пользы. В первую очередь необходимо количественно ослабить вокальную работу, но полного молчания, как при узелках, не требуется; назначение электризации, массажа и разного рода гимнастики приносит пользу не столько

само по себе, сколько от перемены усвоенной методики пения и осторожности при профессиональной работе голосом: даже минимальные успехи в борьбе с излишними движениями со стороны дыхательного аппарата могут дать большие благоприятные результаты.

8. Преждевременное изнашивание голоса в условиях профессионального труда может быть не только от местных изменений в самом голосовом аппарате, но и от действия более общих причин, которые развиваются в организме под влиянием процесса голосообразования. Сюда особенно нужно отнести расстройство местного и общего кровообращения. Было уже указано, что у некоторых певцов общее кровяное давление при пении чрезвычайно резко поднимается и превышает нередко значительно физиологическую норму его стояния даже при самом тяжелом физическом труде. Такое высокое давление крови совпадает с теми случаями, когда резко поднимается внутрибронхиальное давление при пении со слабым тонусом диафрагмы и с развитием лишних дополнительных добавочных дыхательных движений. Подобно тому, как у лиц тяжелого физического труда болезни сердца в форме миокардита превалируют над другими заболеваниями, так и у певцов, которые в течение годов взвинчивают искусственно высоту кровяного давления, быстрее изнашивается организм при явлениях дегенеративных процессов в сосудистой и нервной системах. Нет сомнения, что на этой же почве нарушения кровообращения, особенно при венозных застоях (покраснение лица), увеличивается предрасположение к заболеванию легких, бронхов и трахеи, каковые болезни могут быть профессионального происхождения и привести к преждевременной потере голоса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Atmung*. Handbuch der normalen und Pathologischen Physiologie, Bd 11, 1925.
2. *Barth*. Die functionellen Stimmstörungen und ihre Behandlung. Berl. med. Woch., 1907.
3. *Barth*. Atembewegungen insbesondere bei d. Stimmbildung. Beiträge z. Anat. Physiol. und Path., Bd 21.
4. *Barth*. Diskussion neben Phonetik. Verhandl. des III Internat. Laryngo-Rhinologen-Kongresses, 1911.
5. *Bataille*. Nouvelles recherches sur la phonation, 1861.
6. *Barth*. Physiologie, Pathologie und Hygiene der menschlichen Stimme, Leipzig, 1911.
7. *Biaggi*. Dysphonies professionnelles chez les chanteurs. Arch. internat. de Laryng, 1925, т. IV.
8. *Bert P.* Leçon sur la physiologie comparée de la respiration, Paris, 1870, p. 352–356.
9. *Бехтерев*. Заднее двухолмие как центр слуха и голоса. Неврол. вестн., 1895. т. III.
10. *Bittorf*. Münch. Med. Wochenschr, 1910, 23.
11. *Botey*. Les maladies de la voix chez les chanteurs, 1899.
12. *Brunner und Trühwald*. Studien über Stimmwerkzeuge und die Stimme von Taubstummen. Zeitsch. f. Hals-Nasen-u. Ohrenheilk., I, 1922.
13. *Gastex*. Maladies de la voix, 1902.
14. *Biebandt*. Über die Kraft des Gaumensegelverschlusses. Monatschr. f. ges Sprachheilk., 1910.
15. *Czermack*. Über das Verhalten des weichen Gaumen beim Hervorbringen der reinen Vocale, Wien, 1857.
16. *Castex*. Hygiène de la voix parlée et chantée, 1899.
17. *Donders*. Physiologie des Menschen, 1856, S. 391.
18. *Dietlen*. Zur Lage des norm. Herzens. Arch. f. Klin. Med., 1906.
19. *Диллон Я.* Функция диафрагмы. Бол. мед. энцикл. Т. 9. С. 164.
20. *De-la-Camp*. Beiträge zur Physiologie der Zwerchfellatmung. Zeitschr. f. Klin. Med., 1903, Bd 40.
21. *Duchenne*. Mouvements de la respiration, Paris, 1866.

22. Эрбштейн М. Диагностика и лечение профболезней голоса. Ежемес. 1915, стр. 36.

23. Escate. De l'hémorragie sous — muquese de cordes vocales par effort vocal. Annal. de Malad. d'oreille, 1927, т. 46.

24. Eppinger. Allgemeine und spezielle Pathologie des Zwerchfelles, Wien, 1911.

25. Einthoven. Über die Wirkung der bronchialmuskeln und über Asthma nervosum. Pfl. Arch., т. 51.

26. Есуноев К. Бронхи. Бол. мед. энцикл., т. IV, стр. 64.

27. Gutzmann H. Physiologie der Stimme und d. Sprache, 1928.

28. Gutzmann H. Zur Prophylaxe der phonastischen Störungen. Zeitschr. f. Hals-Nasen, Bd 12, S. 253.

29. Gutzmann. Vorlesungen über die Störungen der Sprache. Sprachheilkunde, 1924, 3 Aufl.

30. Gutzmann und Loewy. Über den intrapulmonalen Druck und Luftverbrauch bei der normalen Atmung. Pfl. Arch., 1920, Bd 180.

31. Gutzmann. Stimmgebung und Stimmpflege, 1920.

32. Giesswein. Die Resonanzbeziehungen zwischen Stimme und Brustorganen. Beiträge zur Anat. Physiol. Bd 22.

33. Giesswein. Über die Resonanz der Mundhöhle und der Nasenräume ins besonderen der Nebenhöhlen der Nase, 1912.

34. Giesswein. Über Brustresonanz. Verhandl. d. ges. Halsärzte, 1921, Berlin, 1911.

35. Gougenheim et Larmoyez. Physiologie de la voix et de chant, 1900.

36. Gelle. Les deux voies de la phonation et le jeu du voile du palais. Arch. internat. de Laryng, 1908.

37. Halerlah A. Vergleichende Untersuchungen über das Bau d. Zwerchfelles, Dresden, 1911.

38. Hartmann. Über den Verschluss des Gaumensegels. Zentrall. f. med. Wiss. 1887.

39. Hofbauer. Atmungspathologie und-therapie, 1921.

40. Heitzenberger K. Das Zwerchfell in gesundem und krankem Zustande.

41. Heinitz. Experimentelle Untersuchungen über Kehlkopf- und Zungenbeinlage beim Singen. Vox, 1916, S. 36.

42. Honigsmann F. Искусственный паралич диафрагмы и его значение для терапии. Мед. изд. «Врач», 1925.

43. Hultkranz. Über die respiratorischen Bewegungen des menschlichen Zwerchfelles. Arch. f. Physiologie, 1891, Bd 11.

44. Hoffmann Cl. Beiträge z. Frage des Asynchronismus zwischen costaler und abdominaler Atmung bei der Phonation. Vox, 1919, H. 5.

45. Hopmann. Untersuchungen über die bei gesungenen Vocalen an Kopf und Hals auftretenden Vibrationen. Monatschr. f. ges. Sprachheilk., 1909.

46. *Horner A.* Der Blutdruck des Menschen, Wien, 1913.
47. *Flatau.* Zur Behandlung der Sprachschwäche (Rheseastenia). Die Stimme, Bd 16, S. 146.
48. *Flatau.* Zur Erkennung der Stimmchwäche (Phonastenia cantotum) Monatsch f. Ohrenheilk., Bd 58.
49. *Fröschels.* Über die Behandlung einiger häufiger Stimmstörungen. Wien. Klin. Woch., Bd 38, 1925.
50. *Fröschels.* Über die Beziehungen zwischen Phonastenia und Störungen der Sprechstimme, Monatschr. f. Ohrenh., Bd 60, S. 281.
51. *Fröschels.* Symptomatologie der wichtigen Sprach- und Stimmstörungen. Wien. Med. Woch., Bd 72, № 47.
52. *Fröschels.* Ein Apparat zur Feststellung von wilder Luft. Zeitschr. f. Hals-Nasen... 1922, Bd 1.
53. *Fröschels.* Über Atmungstypen bei Kunstsänger, Monatschr. f. Ohrenh., 1923. H. 2.
54. *Fröschels.* Singen und Sprechen, Leipzig, 1920.
55. *Fröschels und Stockert.* Untersuchungen über Kehlkopfbewegungen beim Singen. Monats. f. Ohrenh., 1921.
56. *Fröschels.* Zur Frage der Nasenresonanz. III Internat. Verhand., 1911.
57. *Фельдман А. К.* вопросу о профессиональных заболеваниях голоса среди певцов. Оздоровление труда и революция быта, 1927, вып. 18.
58. *Fellenz.* Über Mutationsstörungen der Stimme bei beiden Geschlechtern. Z. f. HNO, Bd 16. 1926.
59. *Fich.* Über die Athemmuskeln. Arch. f. Anat., 1897.
60. *Fletscher.* Respiratorische Bewegungen der Bronchialrohren. Centralb. f. Nasen-Laryng. 1906, S. 69.
61. *Иванов Э. Н.* О центрах мозговой коры и подкорковых узлов для движения голосовых связок и обнаружения голоса. Диссерт. 1899.
62. *Imhofer.* Über Rheseastenia. Zeitschr. f. Laryng. Foliaotolar, 1926.
63. *Imhofer.* Über Sängerknötchen. Zeitschr. f. Laryng, 1923.
64. *Imhofer.* Neuere Erfahrungen über Phonastenia-behandlung mit besonderer Berücksichtigung der Sangtherapie und der Stannung. Monats. f. Ohrenh. Bd. 55. S. 116.
65. *Imhofer.* Sängerknötchen und Phonastenia. Centralb. f. HNO, Bd 3.
66. *Joachim.* Beiträge zur Physiologie des Gaumensegels, Zeitschr. f. Ohrenh., 1887.
67. *Заседателев Ф.* Научные основы постановки голоса, 1929.
68. *Зернов Д.* Руководство описательной анатомии человека. 1910.

69. *Зернов Д.* Роль упругих сил грудной клетки в акте дыхания. Мед. обозр., 1880.

70. *Kostin.* Zur Frage nach dem Zwerchfelltonus. Zentralb. f. Physiol., 1904.

71. *Краузе.* Внутривентриальное давление в пределах поддиафрагмального пространства и надчревя и его значение в хирургии печени и желудка. Новый хирург. архив, 1924. Т. V, С. 516.

72. *Krause.* Zur Frage der Localisation des Kehlkopfes an der Grosshirnrinde Berl. Klin. Woch., 1890, № 25.

73. *Katzenstein.* Über Sängerknötchen. Zeitsch. f. Laryng., 1923.

74. *Klunge.* Die phonasthenische Form und die Tonbildung. Stimme, 1919.

75. *Kelemen.* Über die Phonasthenia. Centralb. f. HNO, Bd IX, S. 110.

76. *Кульчицкий Н. К.* Основы гистологии животных и человека 1909, стр. 258–259.

77. *Kickhefel.* Die funktionelle Bedeutung des Nervensystems für die Sprache unter physiol. und pathol. Verhältnissen. Zeits. f. Laryng, Bd 13, S. 175.

78. *Katzenstein.* Über Brust-Mittel und Falsettstimme. Beitr. z. Anat. Physiol. 1910.

79. *Katzenstein.* Über Probleme und Fortschritte in der Erkenntniss der Vorgänge bei menschl. Lautgebung. Beiträge z. Anat. Physiol., 1910, Bd. III.

80. *Landois.* Физиология человека, 1912.

81. *Laborrague.* Principales directives théoriques et pratiques de l'éducation de la voix chantée. Annales d'oto-laryng., 1931, № 3.

82. *Лурия.* О роли чувствительных нервов диафрагмы в иннервации дыхания. 1902.

83. *Litten.* Zwerchfellphänomene und ihre Bedeutung für die Praxis. Wien Kl. Woch., 1895, S. 79. ‘

84. *Loebell H.* Neuere Ergebnisse der Stimm- und Lautfortschung. Zentralbl f. HNO, Bd 15, H. 9, 1930.

85. *Luciani.* Physiologie des Menschen, 1905, S. 336.

86. *Левидов И.* Функциональное расстройство голоса певцов как результат нерационального его воспитания. Сб., посвященный С. А Бруштейну. 1928, стр. 884.

87. *Малютин Е.* Стробоскопия в фонииатрии и в вокальной педагогике, 1929.

88. *Малютин Е.* Экспериментальная фонетика и научные основы постановки голоса, 1924.

89. *Малютин Е. Н.* Гармонический электровибратор. Труды 2-го всесоюзного съезда, 1924.

90. *Mermod.* Голос и его гигиена, 1914.

91. *Меерович О. К.* вопросу о профилактике так наз. узелков певцов гортани в связи с этиологией и патогенезом. Сб., посвященный С. А. Бруштейну, 1928.

92. *Михайлов А.* Die Anwendung der Kathoden-Generatoren der Schall und Diatermie-Frequenz für Heilzwecke. Zeitschr. f. die ges. Physlkol. Therapie, 1925, Bd 30, H. 5.

93. *Mink P.* Physiologie der oberen Luftwege, Leipzig, 1920.

94. *Möller I.* Klin. Beobachtungen über die Bedeutung der Nasalresonanz für den Gesang. Beiträge z. Anat., Bd 22.

95. *Mounier.* Du massage et de l'électrisation, les troubles de la voix parlée et chantée. Arch. intern. de laryng., T. 28, p. 945.

96. *Мюзегольд.* Акустика и механика человеческого голоса, Госизд., 1925.

97. *Marx L.* Über funktionelle Stimm- und Sprachstörungen und ihre Behandlung. Münch. Med. Woch., 1916. Bd 42.

98. *Mosso.* Über die Atliembewegungen. Arch. f. Physiologie, 1878.

99. *Marage.* Petit manuel de physiologie de la voix, 1911.

100. *Nagel.* Handbuch der Physiologie, Bd IV, 1909.

101. *Nadoleczny.* Die Sprach- und Stimmstörungen im Kindesalter, 1926, S. 2.

102. *Nadoleczny.* Untersuchung über den Künstgesang, Berlin, 1923.

103. *Nadoleczny.* Phonetik des Künstgesangs. Die Stimme, XXIII H. 3.

104. *Nadoleczny.* Die Untersuchung und Behandlung von Stimmstörungen der Redner und Sänger. Klin. Med. Woch., Bd 22.

105. *Nadoleczny.* Die funktionelle Störungen der Stimme und Sprache. Handbuch d. innere Mediz., 1926, Bd V.

106. *Nadoleczny M.* Physiologie der Stimme und Sprache. Handbuch d. Hals-Nasen Denker und Kohler, Bd I, 1925.

107. *Némai I.* Über die Verschluss der menschlichen Stimmritze. Arch. f. Laryng., 1916, H. 3, S. 347.

108. *Némai I.* Menschen- und Tierstimme in ihrem Verhältnis zum anatomischen Bau des Kehlkopfes. Arch. f. Laryng., 1913, H. 3.

109. *Nicaise.* Physiologie de la trachée et des bronches. Cong. franc, de chirurgue, 1889.

110. *Nadoleczny.* Athembewegungen und Athemvolunien beim Singen. Verhandl. d. III Intern. Laryng. Congress, 1911.

111. *Pancocelli-Calzia G.* Experimentelle Phonetik, 1921.

112. *Pieniazek.* Über die Ursache und Bedeutung der näselnden Sprache. Wien. med. Blätter, 1879.

113. *Piltan A.* Etude sur la respiration des chanteurs. Rend. d. séances de l'Acad. d. sciences, 1886, v. 103.

114. *Prevost M.* Le nodule vocal chez le chanteur. Loric. de med. de Lyon, 1926.

115. *Propping.* Bedeutung des intraabdominalen Druckes. Arch. f. Klin. Chirurg, 1910, Bd 92.

116. *Pielke W.* Über «offen» uiid «gedeckt» gestingene Vokale. Passow-Schaefers Beitr., S. 1912.

117. *Quirin.* Über das Vorhalten des norm. und pathol. gesteigerten Abdominal-Druckes. Arch. f. Klin: Med., 1901, Bd 71.

118. *Работнов Л.* К вопросу об образовании голоса у певцов — об утечке. Арх. клин. и эксперим. медиц., 1922, № 1.

119. *Работнов Л.* Новые данные по физиологии голоса певцов. Арх. клин. и экспер. медиц., 1924, № 5–6.

120. *Работнов Л.* О функции мягкого нёба при пении. Русск. отоларингология. 1924.

121. *Работнов Л.* О движениях брюшной и грудной стенок при пении. Журнал, ушн., носов. и горл. бол., 1925, № 1–2.

122. *Работнов Л.* О взаимоотношении между внешними движениями грудной и брюшной стенок и диафрагмой при пении. Журн. ушн., носов. и горл. бол., 1927, № 1–2.

123. *Работнов Л.* О влиянии фонации на общее кровяное давление. Журн. ушн., нос. и горл. бол., 1928.

124. *Работнов Л.* О взаимоотношении типов дыхательных движений при покое и пении. Там же. 1929.

125. *Работнов.* Профессиональные болезни голоса. Журн. ушн., носов. и горл. бол., 1929.

126. *Работнов.* Голос и речь. Бол. мед. энцикл., т. VII, 1929.

127. *Rohrer.* Über Pleuradruck. Klin. Woch., 1923, № 24.

128. *Руднев В.* О патологическом и нормальном дыхании. Одесса, 1907.

129. *Rohrer.* Der Stroemungwiderstand in den menschlichen Atemwege. Pfl. Arch. 1915, Bd 162.

130. *Riegel.* Die Atembewegungen. Würzburg, 1873.

131. *Rethi.* Die Bedeutung des Zwerchfelles für Sprache und Gesang. Jahresber. d. Öster. ges. f. exper. Phonetik, 1915.

132. *Rethi.* Die Zwerchfellbewegungen bei Sprechen und Singen. Dent. Med. Woch., 1922, № 46.

133. *Rethi.* Über Nasenresonanz. Die Stimme, 1912.

134. *Rethi.* Zur Kenntniss der motorischen Innervation des weichen Gaumens. Wien. med. Woch., 1911.

135. *Ржевкин С. Н.* Слух и речь в свете современных физических исследований, Госизд, 1928.

136. *Schilling.* Die Untersuchungsmethoden der Stimme und Sprache. Handbuch der Hals-Nasen... Denker u. Köhler, Bd 1, S. 861.

137. *Schilling.* Ueber die Deckung des Gesangstones. Deut. med. Woch., 1913, № 8.

138. *Schilling*. Untersuchungen über die Atembewegungen beim Sprechen und Singen. Monats. f. Ohrenh., 1925, № 1–6.

139. *Schilling*. Der Diaphragmograph. Vox, 1922, № 1–2.

140. *Schilling*. Zur Frage der Einatmungsbewegungen beim Sprechen. Die Stimme, Bd 18.

141. *Schilling*. Gesang und Kreislauf. Zeitsch. f. HNO, Bd 3.

142. *Schilling*. Die Zwerchfellbewegungen beim Sprechen und Singen Deut. Med Woch., Bd 48.

143. *Schilling*. Untersuchungen über das Stauprincip. Zeitsch. f. HNO, Bd 1, 1922.

144. *Stern H.* Zur Diagnose der Phonastenie. Zeitsch. f. HNO, Bd 3.

145. *Stern H.* Die Notwendigkeit einer einheitlichen Nomenklatur für die Physiologie, Pathologie und Pädagogik der Stirame. Monats. f. Ohrenh., 1928.

146. *Stern H.* Klinik und Therapie der Krankheiten der Stimme. Monats. f. Ohrenh., Bd 58, S. 805.

147. *Stern H.* Die Phonastenie. Wien. med. Woch. Bd. 76, 1926.

148. *Stern H.* Die physiol. Grundlagen elner richtigen Stimmbildung. Monats. f. Ohrenh., 1911, № 4.

149. *Смирнов И.* Влияние статической гимнастики органов дыхания на размеры грудной клетки и изменение вида дыхания. 4-й сборник работ Ин-та физкул., 1927.

150. *Skramlik E.* Physiologie des Kehlkopfes. Hand. d. HNO, Denker u. Kohler Bd 1, 1925.

151. *Sewall u. Pollard*. On the relation of diaphragmatik and costal respiration. Jour. of physiol., 1890, Bd XI.

152. *Симановский Н. П.* Стробоскоп и его применение при изучении колебаний голосовых связок. Вестн. ушн., нос. и горл. болезней, 1911 г., стр. 321.

153. *Scheier*. Die Bedeutung des Roentgen Verfahrens für die Physiologie der Stimme, Arch. f. Laryng., 1909, Bd 32.

154. *Sokolowsky*. Zur Charakteristik der Vokale. Zeitsch. f. HNO, 1923, H. 6.

155. *Sokolowsky*. Ueber Behandlung der Sängerknötchen. Zeitsch. f. Laryng., Bd 12, S. 240.

156. *Stumpf*. Die Sprachlaute, Berlin, 1926.

157. *Scripture E.* Anwendung der graphischen Methode auf Sprache und Gesang, Leipzig, 1927.

158. *Sokolowsky R.* Pathologische Physiologie des Stimmapparates des Menschen. Handb. d. norm. und path. Physiologie, Bd V, H. 2, 1931.

159. *Tendeloo*. Studien über die Ursache der Lungen-Krankheiten. Wiesbaden, 1902.

160. *Trendelenburg*. Objective Klangaufzeichnungsmittels des Kondensatormikrophones. Zeitsch. f. technische Physik., 1924, 6.

161. *Wenckebach*. Ueber pathol. Beziehungen zwischen Atmung und Kreislauf beim Menschen. Volkm. Samml. Klin. Vorträge, 1907.

162. *Winkler*. Beziehungen zwischen abdomin. Druck und Respiration. Pflüg. Arch. 1903, Bd 98.

163. *Zumsteeg*. Über die habituellen Stimmstörungen, 1917.

164. *Чучмарев*. Психофизиологическое изучение речи. Врачебное дело, 1925, № 3.

165. *Шатерников М.* Дыхание. Бол. мед. энцикл., т. IX, с. 584.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА.....	6
ВСТУПЛЕНИЕ.....	10
ГЛАВА 1	
О МЕХАНИЗМЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ПОКОЙНОМ ДЫХАНИИ	13
1. Анатомия и физиология дыхательного аппарата	13
2. Внешние движения стенок груди и живота.....	39
3. Методы исследования внешних дыхательных движений	44
ГЛАВА 2	
О МЕХАНИЗМЕ ГОЛОСООБРАЗОВАНИЯ.....	49
1. О голосовой функции нижних дыхательных путей	51
2. О голосовой функции гортани.....	65
3. О голосовой функции надставной трубы	75
4. О центрах речи и пения	84
ГЛАВА 3	
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОЛОСОВОГО АППАРАТА	86
1. Исследование движений стенок груди и живота при пении	87
2. Исследование функций гортани	135
3. Исследование функций надставной трубы	149
ГЛАВА 4	
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ДЛЯ ВОСПИТАНИЯ И РАЗВИТИЯ ГОЛОСА ПЕВЦА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВАХ	167
1. Главнейшие выводы из данных объективного исследования голоса при пении	167
2. Схема методики для развития голоса певцов.....	173
ГЛАВА 5	
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БОЛЕЗНИ ГОЛОСА ПЕВЦОВ	199
ЛИТЕРАТУРА	214

Леонид Дмитриевич РАБОТНОВ
ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ И ПАТОЛОГИИ
ГОЛОСА ПЕВЦОВ
Учебное пособие

Издание второе, стереотипное

Leonid Dmitriyevich RABOTNOV
THE BASICS OF PHYSIOLOGY AND PATHOLOGY
OF THE SINGER'S VOICE
Textbook

Second edition, stereotyped

Верстка *Д. А. Петров*
Корректоры *О. В. Гриднева, Е. В. Тарасова*

ЛР № 065466 от 21.10.97
Гигиенический сертификат 78.01.07.953.П.007216.04.10
от 21.04.2010 г., выдан ЦГСЭН в СПб

Издательство «ПЛАНЕТА МУЗЫКИ»
www.m-planet.ru; planmuz@lanbook.ru
196105, Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, д. 1.
Тел./факс: (812) 336-25-09, 412-92-72;

Издательство «ЛАНЬ»
lan@lanbook.ru; www.lanbook.com
196105, Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, д. 1.
Тел./факс: (812) 336-25-09, 412-92-72

Подписано в печать 29.03.16.
Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 84×108^{1/32}.
Печать офсетная. Усл. п. л. 11,76. Тираж 100 экз.

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленных материалов
в типографии «Т8».

**«Издательство
ПЛАНЕТА МУЗЫКИ»**



**КНИГИ «ИЗДАТЕЛЬСТВА
ПЛАНЕТА МУЗЫКИ»
МОЖНО ПРИОБРЕСТИ
В ОПТОВЫХ КНИГОТОРГОВЫХ
ОРГАНИЗАЦИЯХ**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

ООО «Лань-Трейд»
192029, Санкт-Петербург, ул. Крупской, 13,
тел./факс: (812)412-54-93,
тел.: (812)412-85-78, (812)412-14-45,
412-85-82, 412-85-91;
trade@lanbook.ru
www.lanpbl.spb.ru/price.htm

МОСКВА

ООО «Лань-Пресс»
109263, Москва, 7-я ул. Текстильщиков, 6/19,
тел.: (499)178-65-85;
lanpress@lanbook.ru

КРАСНОДАР

ООО «Лань-Юг»
350901, Краснодар, ул. Жлобы, 1/1,
тел.: (861)274-10-35;
lankrd98@mail.ru