

# АНАТОМИЯ ГОЛОСА

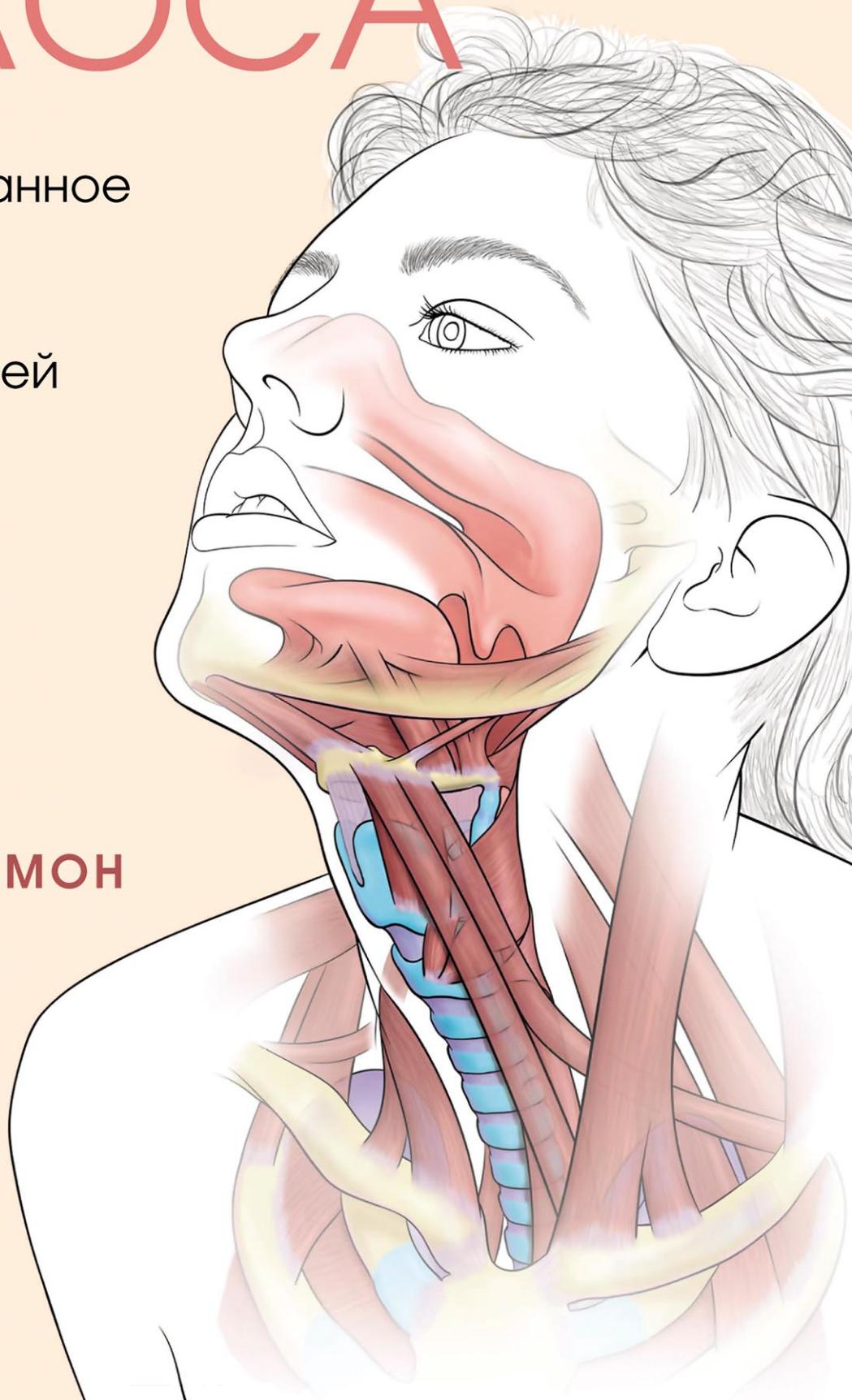
Иллюстрированное  
руководство  
для певцов,  
преподавателей  
по вокалу  
и логопедов

**ТЕОДОР ДАЙМОН**

врач с 35-летним стажем,  
специалист по дыханию  
и голосообразованию

**ДЭВИД БРАУН**

медицинский  
иллюстратор



**ТЕОДОР ДАЙМОН**

врач с 35-летним стажем, специалист по дыханию  
и голосообразованию

**ДЭВИД БРАУН**

медицинский иллюстратор

# АНАТОМИЯ ГОЛОСА

Иллюстрированное руководство  
для певцов, преподавателей  
по вокалу и логопедов



Москва  
2023

УДК 611.9:784  
ББК 28.707+85.314  
Д14

ANATOMY OF THE VOICE:  
AN ILLUSTRATED GUIDE FOR SINGERS, VOCAL COACHES, AND SPEECH THERAPISTS  
by Theodore Dimon

Copyright © 2018 by Theodore Dimon. All rights reserved.

Cover art and all illustrations by G. David Brown

«Published by arrangement with NORTH ATLANTIC BOOKS (USA)  
via Alexander Korzhenevski Agency (Russia)»

Научный редактор *Наталья Дмитриевна Чучуева*,  
к.м.н., доцент кафедры оториноларингологии  
ФГБУ ДПО «Центральная Государственная Медицинская Академия» УДП РФ

**Даймон, Теодор.**  
Д14      Анатомия голоса : иллюстрированное руководство для певцов,  
преподавателей по вокалу и логопедов / Теодор Даймон ; иллю-  
страции Дэвида Брауна ; [перевод с английского К. С. Мищенко]. —  
Москва : Эксмо, 2023. — 112 с. : ил. — (Медицинский атлас).

ISBN 978-5-04-171092-7

Первый в мире всеобъемлющий, иллюстрированный атлас, посвящен-  
ный анатомии голоса. Книга объясняет, как формируется звук, что помога-  
ет сделать его сильнее и глубже, почему мы теряем голос и можно ли его  
восстановить при развитии различных болезней. Красивое подарочное  
издание предназначено для профессионалов и более широкой публики,  
интересующейся механикой таинственной и сложной телесной системы,  
которую мы называем голосом.

УДК 611.9:784  
ББК 28.707+85.314

ISBN 978-5-04-171092-7

© Мищенко К.С., перевод, 2023  
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2023

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>ГЛАВА 1. АНАТОМИЯ ДЫХАНИЯ .....</b>	<b>8</b>
Суставы ребер .....	12
Движение ребер .....	13
Межреберные мышцы .....	14
Диафрагма .....	17
Движение диафрагмы .....	19
Диафрагма и брюшная полость .....	20
Мышцы живота .....	21
Вспомогательные дыхательные мышцы .....	23
Поддержка туловища разгибателями и сгибателями.....	24
Легкие и трахея .....	28
Емкость легких.....	30
<b>ГЛАВА 2. ГОРТАНЬ.....</b>	<b>32</b>
Каркас гортани .....	33
Структура гортани.....	33
Надгортанник .....	35
Перстнечерпаловидный сустав.....	35
Перстнешитовидный сустав .....	36
Эластический конус .....	37
Внутренняя часть гортани.....	38
Мышцы надгортанника .....	39
Строение голосовых складок.....	41
Внутренние мышцы гортани .....	42
Действие внутренних мышц гортани.....	45

Антагонистическая работа	49
перстнещитовидной и щиточерпаловидной мышц .....	49
Закрытие голосовой щели и сжатие в медиальных отделах	
(медиальная компрессия).....	50
Работа мышц гортани в грудном регистре.....	51
Работа мышц гортани в регистре фальцета.....	52
Работа мышц гортани в головном регистре .....	53
<b>ГЛАВА 3. НАРУЖНЫЕ МЫШЦЫ ГОРТАНИ .....</b>	<b>54</b>
Мышцы, подвешивающие гортань .....	54
Действие мышц, подвешивающих гортань, во время пения.....	58
Фальцет с опорой .....	60
Головной голос.....	61
Подъязычный аппарат.....	61
Мышцы подъязычной кости и челюсти .....	63
<b>ГЛАВА 4. РОТ И ГЛОТКА.....</b>	<b>67</b>
Мышцы рта и глотки.....	69
Функция неба.....	71
Мышцы неба .....	72
Изогнутое в виде арки небо .....	75
Язык и его функции .....	75
Положение языка во время пения.....	78
Низкая гортань и расширенная глотка .....	80
<b>ГЛАВА 5. ЛИЦО И ЧЕЛЮСТЬ.....</b>	<b>82</b>
Маска .....	83
Ноздри и полость носа .....	84
Мышцы в области носа .....	85
Глаза и лоб.....	85
Щеки .....	88
Челюсть и височно-нижнечелюстной сустав.....	90
Мышцы челюсти .....	92
Положение челюсти во время пения .....	92

<b>ГЛАВА 6. ЭВОЛЮЦИЯ ГОРТАНИ И ЕЕ ФУНКЦИЯ .....</b>	<b>95</b>
Происхождение гортани .....	95
Эволюция хрящей и мышц гортани .....	96
Наружные мышцы гортани и глотание .....	97
Небо, надгортанник и носовые ходы .....	98
Устройство голосовых складок .....	99
Глотка, вертикальное положение и человеческая речь .....	102
<b>ЭПИЛОГ .....</b>	<b>104</b>
<b>ОБ АВТОРЕ .....</b>	<b>105</b>
<b>ОБ ИЛЛЮСТРАТОРЕ .....</b>	<b>106</b>
<b>АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ .....</b>	<b>107</b>

# ВВЕДЕНИЕ

Эта книга была написана в качестве справочника для певцов, педагогов по вокалу, логопедов и студентов, изучающих голос, которым требуется подробная информация об анатомии голоса и о том, как он работает. Хотя в настоящее время доступно множество книг по пению и речи, лишь немногие из них знакомят читателя с базовой анатомией голоса в понятных и простых терминах, что и является целью данной работы. Читатели, знакомые с моей первой книгой о голосе «Твое тело, твой голос», знают, что я уже представил новый подход к теме создания голоса. Эта новая книга дополняет первый том, в который не были включены основы анатомии голоса.

При сведении воедино основных анатомических сведений о голосе первый вопрос, который возникает, — какую информацию следует включить. В этой книге я выделил пять основных систем, отвечающих за голосообразование.

Первая и во многих отношениях самая основная составляющая голоса — это дыхательная система. Хотя звук вырабатывается в гортани, это было бы невозможно без потока воздуха из легких. Именно этот воздушный поток обеспечивает необходимую энергию для приведения в движение голосовых складок и, соответственно, для воспроизведения звука. В первой главе мы рассмотрим анатомию дыхания.

Во второй главе исследуется вторая система — гортань, которая является физической структурой, имеющей самое прямое отношение к голосу. Ее роль в воспроизведении голоса и ее узкоспециализированные функции настолько важны, что они заслуживают

ключевого места в базовом справочнике по анатомии голоса. Гортань образует пространство для вибрирующих в процессе издания звука голосовых складок, сводя их вместе, когда мы хотим что-то сказать или пропеть, и разводя их в стороны, когда мы дышим обычным образом. Функцию гортани не так легко понять из-за сложной конструкции гортани, однако когда мы разбираем ее по частям и рассматриваем каждую из этих частей по очереди, она начинает обретать смысл.

Сама гортань подвешена в сети мышц, иногда называемых наружными мышцами гортани, которые двигают эту структуру, когда мы глотаем, и помогают ей функционировать. Они составляют третью систему, которую мы рассмотрим. Хотя роль этих мышц в глотании хорошо изучена, их роль в голосообразовании в значительной степени недооценена и понимается неправильно. Мы рассмотрим функцию этих мышц в третьей главе.

Четвертая основная система — это голосовой тракт, который состоит в основном из глотки, но также включает полость рта и гортани. Именно здесь мы преобразовываем исходящие из гортани звуки в речь. Здесь же происходит усиление звука от вибрирующих голосовых складок. Поскольку речевой тракт не имеет фиксированной формы, а может изменяться в зависимости от того, как мы используем такие структуры, как рот, язык и небо, он составляет важнейшую часть вокального обучения. Мы подробно рассмотрим эти элементы в четвертой главе.

Поскольку лицо также несет практическую функцию при обучении вокалу, я включил пятую

главу, описывающую мышцы лица, связанные с постановкой голоса. Сюда же я включил челюсть, поскольку она имеет непосредственное отношение к данному разделу.

В последней главе мы рассмотрим функцию и эволюцию гортани в частности и голоса

в целом. Из-за сложности устройства гортани почти невозможно понять, почему она именно такая, какая есть, не имея представления о том, как она развивалась, что, в свою очередь, помогает прояснить некоторые ее особенности.

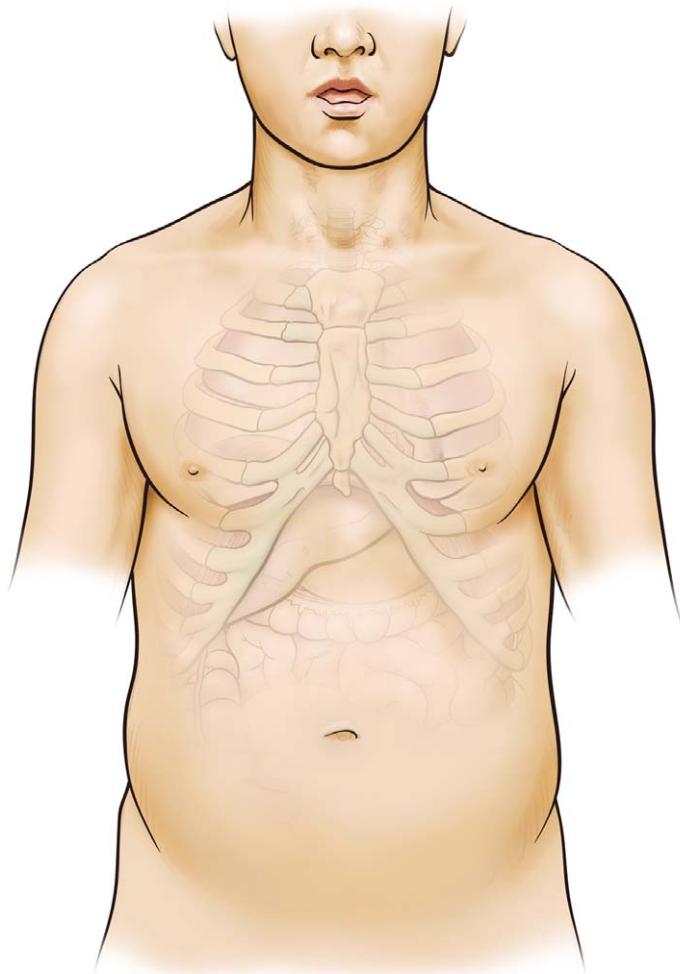
# ГЛАВА 1

## АНATOMИЯ ДЫХАНИЯ

Дыхание является одним из важнейших процессов в нашей жизни. В течение всего дня, на протяжении всей нашей жизни, мы вдыхаем воздух, чтобы обеспечить клетки всего тела кислородом, а затем выводим из легких углекислый газ, чтобы избавить организм от отходов, образующихся в результате клеточной деятельности. Кроме того, дыхание — это тот источник энергии, который приводит в движение голосовые складки, создавая звук. Для того, чтобы это произошло, мы не делаем обычный выдох, а изменяем свое дыхание

таким образом, чтобы иметь возможность воспроизводить устойчивые звуки речи и песни.

Хотя нередко под дыханием мы подразумеваем поток воздуха, проникающий внутрь нашего тела и выходящий из него, в действительности мы дышим не за счет того, что что-то делаем с воздухом, а за счет изменения размера грудной клетки. За счет увеличения и уменьшения пространства в грудной полости воздух поступает в грудную клетку и выходит из нее через нос или рот. Этот простой обмен воздухом и есть то, что мы называем дыханием.



Есть два способа увеличения и уменьшения размера грудной полости. Во-первых, ребра, образующие грудную полость, способны подниматься по принципу ручки ведра за счет движения в суставах, где они прикрепляются к позвоночнику; это действие увеличивает объем грудной клетки (рис. 1-1). Самые верхние ребра соединяются спереди с грудиной; ребра, расположенные ниже, образуют под ней арку;

последние два ребра, — плавающие ребра, — ни к чему не прикрепляются спереди. Из-за такого строения не все ребра двигаются одинаковым образом или в одинаковой степени. Но большинство ребер приподнимаются и несколько расширяются, тем самым увеличивая пространство внутри грудной клетки; когда они возвращаются в свое нижнее положение, это пространство вновь уменьшается.

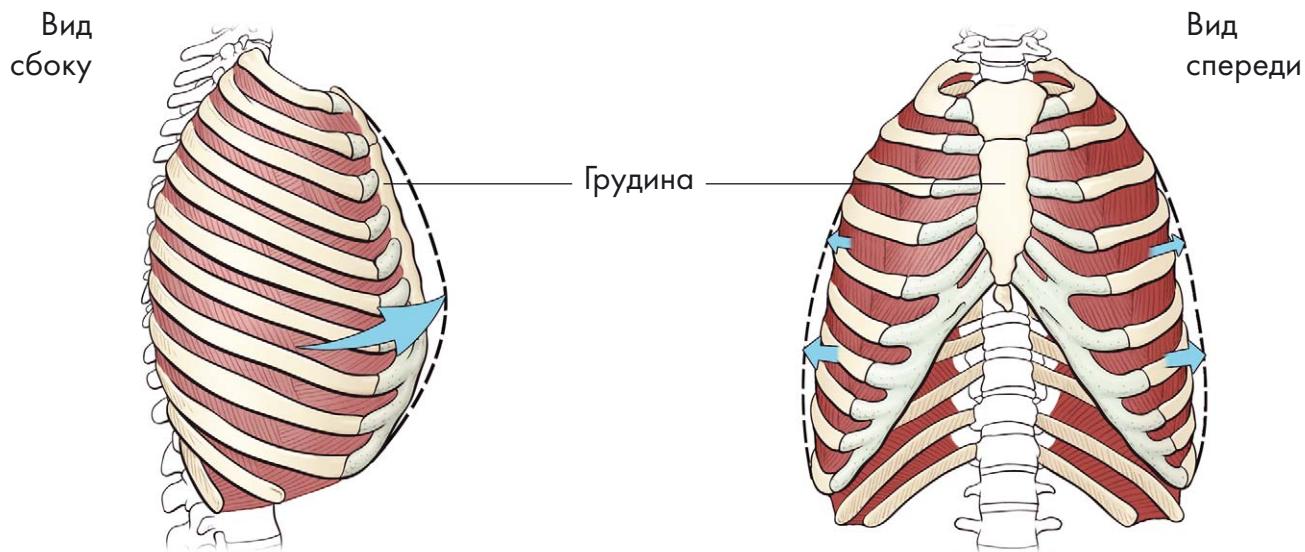


Рис. 1-1. Движение грудной клетки

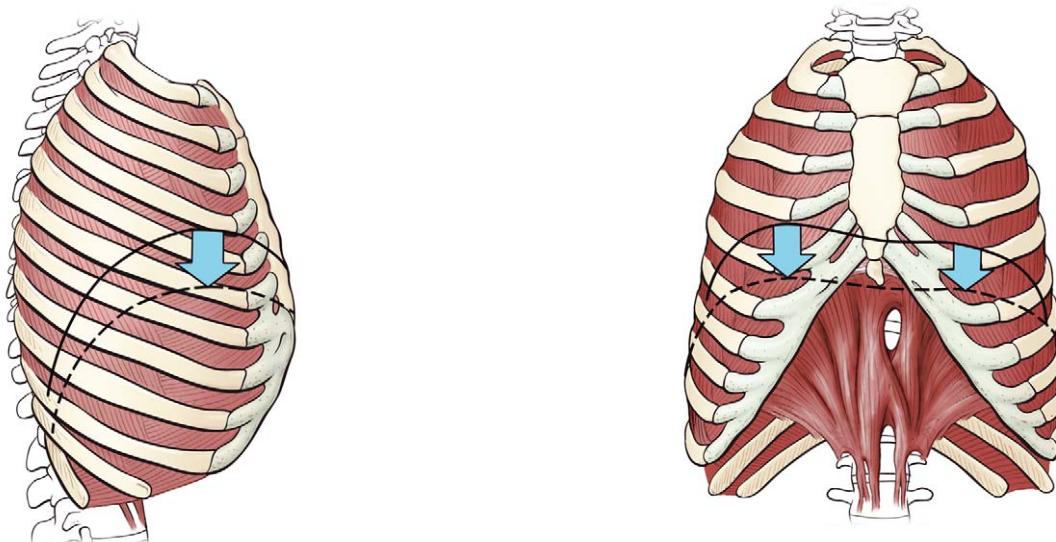


Рис. 1-2. Движение диафрагмы

Во-вторых, дно грудной полости отделено от расположенного ниже содержимого брюшной полости куполообразной мышцей диафрагмы, которая, сокращаясь, может уплощаться и тем самым увеличивать объем нижней части грудной полости (Рис.1-2). При подъеме и раскрытии

ребер диафрагма сокращается и опускается; грудная полость увеличивается, и воздух устремляется внутрь, заполняя легкие. Когда ребра возвращаются в нормальное положение, диафрагма расслабляется и поднимается, воздух вытесняется наружу, и мы делаем выдох.

## Позвоночник и грудная клетка

Основным каркасом дыхательной системы являются позвоночник и грудная клетка. Позвоночник состоит из 24 позвонков — пяти поясничных, 12 грудных и семи

шейных. С каждой стороны 12 грудных позвонков есть ребра, образующие грудную клетку (Рис. 1-3).

12 ребер, расположенных с каждой стороны туловища, соответствуют 12 грудным позвонкам позвоночника. Первые семь ребер

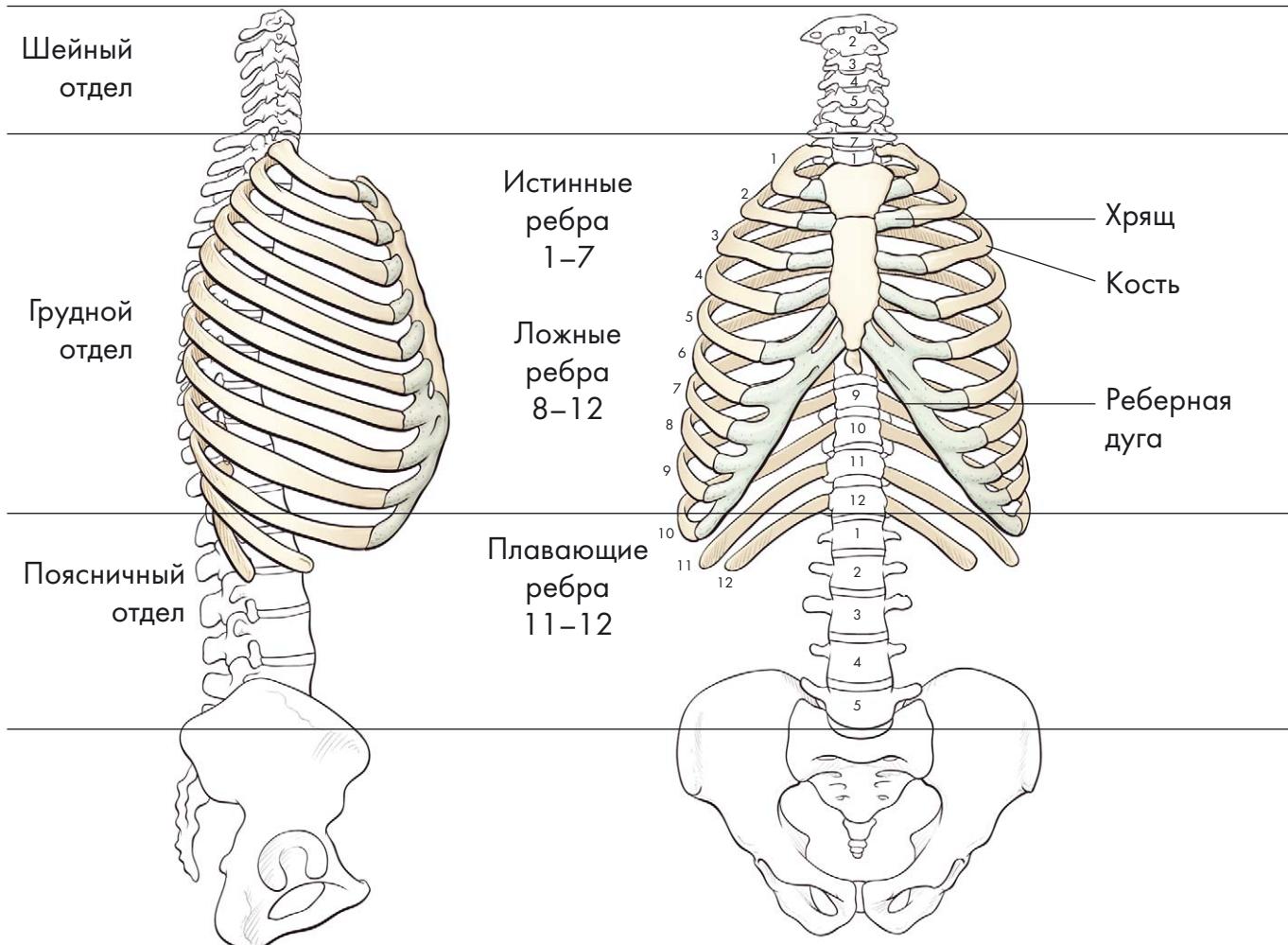


Рис. 1-3. Грудная клетка и позвоночник

прикрепляются спереди к грудине — они называются истинными ребрами. Остальные пять ребер называются ложными ребрами, поскольку они не прикрепляются непосредственно к грудине, а соединяются друг с другом, образуя дугу, называемую реберной дугой, которую можно легко прощупать под грудиной. Последние два ребра называются плавающими ребрами, так как они ни к чему не прикрепляются спереди. Ребра, прикрепляющиеся к грудине и реберной дуге, имеют не полностью костную структуру. На концах этих ребер кость переходит в хрящ, так что соединение ребер с грудиной и реберной дугой является хрящевым

и обеспечивает достаточную эластичность. Реберная дуга также состоит из хрящей.

Внутри грудной клетки находятся легкие и сердце. Сердце находится сразу за нижней частью грудиной и немногого левее; легкие находятся по обе стороны от сердца. Диафрагма образует нижнюю границу грудной клетки (Рис. 1-4); сердце и легкие лежат выше диафрагмы, а все остальные основные внутренние органы лежат ниже диафрагмы, которая образует границу между этими верхним и нижним отделами туловища. «Диафрагма» — название, которое дали этой мышце греки, на самом деле является описательным термином: он означает «перегородка».

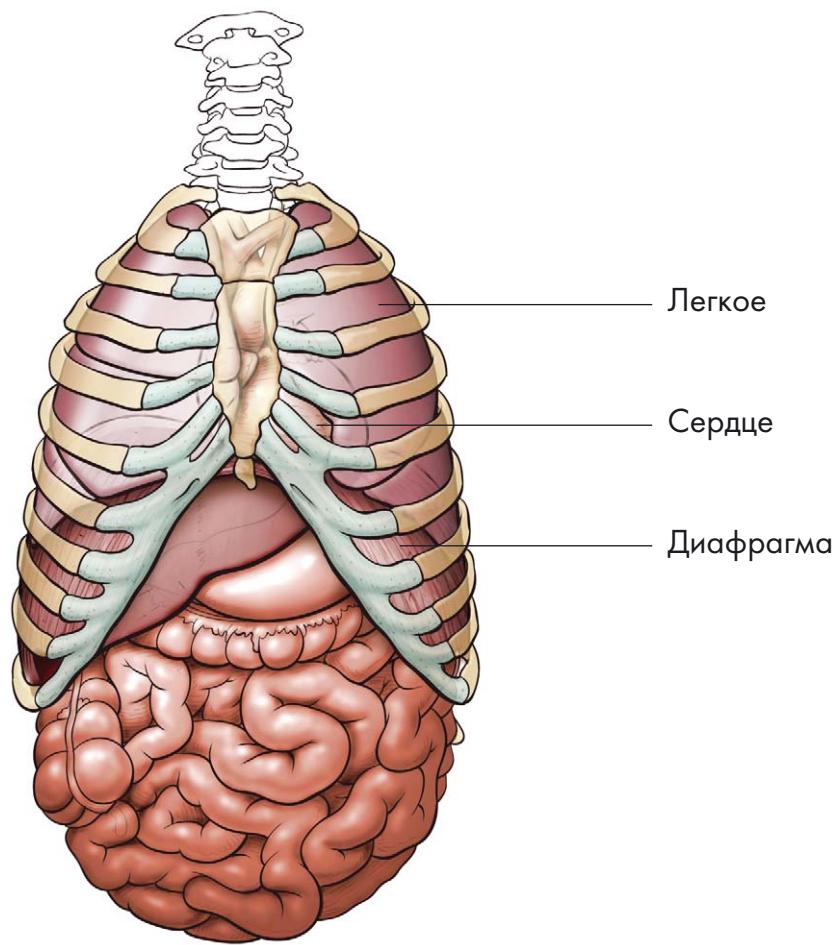


Рис. 1-4. Диафрагма как перегородка между содержимым грудной и брюшной полостей

## Суставы ребер

Каждое из 12 ребер движется относительно позвоночника, с которым они образуют реберно-позвоночные суставы (Рис. 1-5). Каждое ребро сочленяется с позвоночником в нескольких местах. Во-первых, головка ребра сочленяется с нижней частью тела вышележащего позвонка и верхней частью тела другого, нижележащего, позвонка, а также с диском между двумя позвонками. Во-вторых, шейка ребра сочленяется с поперечным отростком нижнего из этих двух позвонков.

В каждом из этих сочленений ребро прочно закреплено несколькими связками, допускающими ограниченное вращение в суставе, что тем не менее приводит к довольно большой амплитуде движения всего ребра. Некоторые ребра имеют более простое сочленение, но главное помнить, что ребра сочленяются с позвоночником, чтобы обеспечить движение, необходимое для дыхания.

В передней части грудной клетки ребра заканчиваются и превращаются в хрящи. Это обеспечивает некоторую гибкость в передней

части ребер. Участки, где кость становится хрящом, образуют скользящие суставы, которые позволяют ребрам совершать некоторое движение относительно грудины, благодаря чему и грудина, и ребра имеют определенную степень подвижности и возможности смещения вперед при подъеме и опускании ребер.

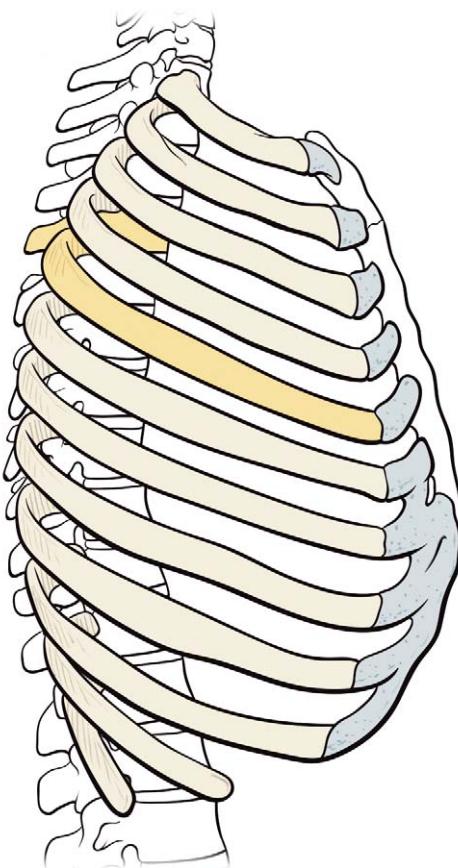


Рис. 1-6. Типы ребер

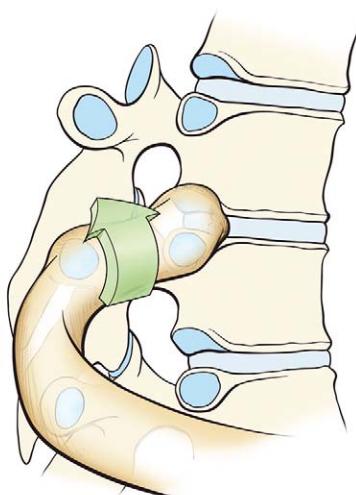


Рис. 1-5. Реберно-позвоночный или реберный сустав в области позвонка T5

Не все ребра идентичны (Рис. 1-6). Верхнее ребро короткое, плоское и округлое. Мы часто думаем, что верхние ребра почти такие же большие, как и средние. Однако самое верхнее ребро, образующее вход в грудную клетку, или в верхнюю апертуру грудной клетки, довольно маленькое — его длина

составляет всего треть ширины плечевого пояса. Именно через это отверстие трахея, пищевод и другие структуры проходят от шеи вниз в грудную клетку. Следующее ребро крупнее, но по форме похоже на первое. По мере того, как мы продвигаемся вниз, ребра увеличиваются в длину вплоть до седьмого ребра, после чего снова начинают уменьшаться. Они также расположены под наклоном вниз, соответствуя мышцам туловища, которые также расположены под углом и огибают туловище по спирали. Последние два плавающих ребра, которые намного короче предыдущих, очень подвижные,

поскольку не прикреплены ни к чему спереди; их функция в основном заключается в том, чтобы обеспечить место прикрепления для диафрагмы.

Сзади ребра не расходятся прямо в стороны, образуя грудную клетку; в действительности они уходят назад под углом, достигая остистых отростков позвонков. Это означает, что между остистыми отростками и задней частью ребра с обеих сторон имеется зазор. Этот промежуток заполнен продольными мышцами-разгибателями, которые придают спине плоский вид.

## Движение ребер

Движение ребер имеет важное значение для дыхания. Поскольку ребра расположены под углом вниз, они свисают ниже точки сочленения с позвоночником. Когда мы вдыхаем, ребра, вращаясь в месте сочленения с позвоночником, двигаются подобно ручке ведра, слегка приподнимаясь (Рис. 1-7). Это вращение приподнимает боковые части ребер, что увеличивает латеральный размер грудной клетки. Кроме того, оно смещает переднюю часть

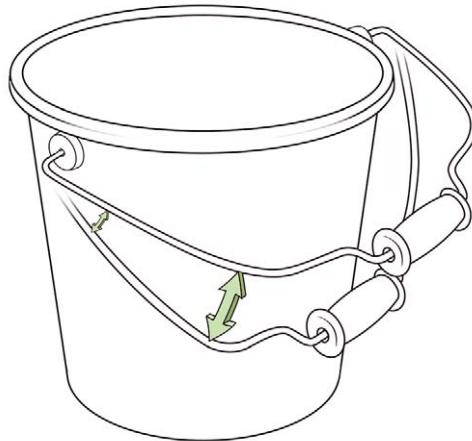


Рис. 1-7. Ребра двигаются по принципу ручки ведра.

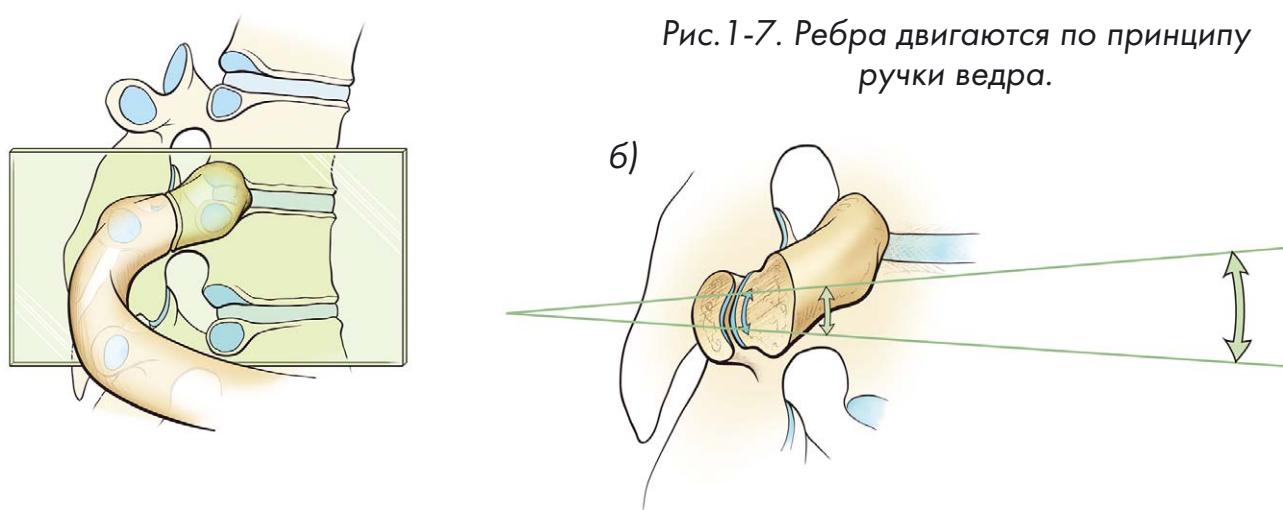


Рис. 1-8. а) Движение ребра в суставе:  
а) Сагиттальный срез реберного сустава; б) Амплитуда движения ребра

ребра вперед по мере его движения вверх, что также увеличивает переднезадний размер грудной клетки (Рис. 1-8). Эти движения увеличивают пространство внутри грудной клетки, что способствует поступлению воздуха в легкие. Конечно, не все ребра двигаются одинаково:

движение первых ребер весьма незначительно, а по мере продвижения вниз эта амплитуда будет, как правило, увеличиваться. Последние два плавающих ребра, никаким образом не прикрепленные к грудине, обладают наибольшей подвижностью.

## Межреберные мышцы

Различают два слоя реберных, или межреберных мышц, непосредственно отвечающих за движения ребер при дыхании

(Рис. 1-9). Есть 11 наружных межреберных мышц, по одной между каждым из 12 ребер. Они берут начало у нижней границы

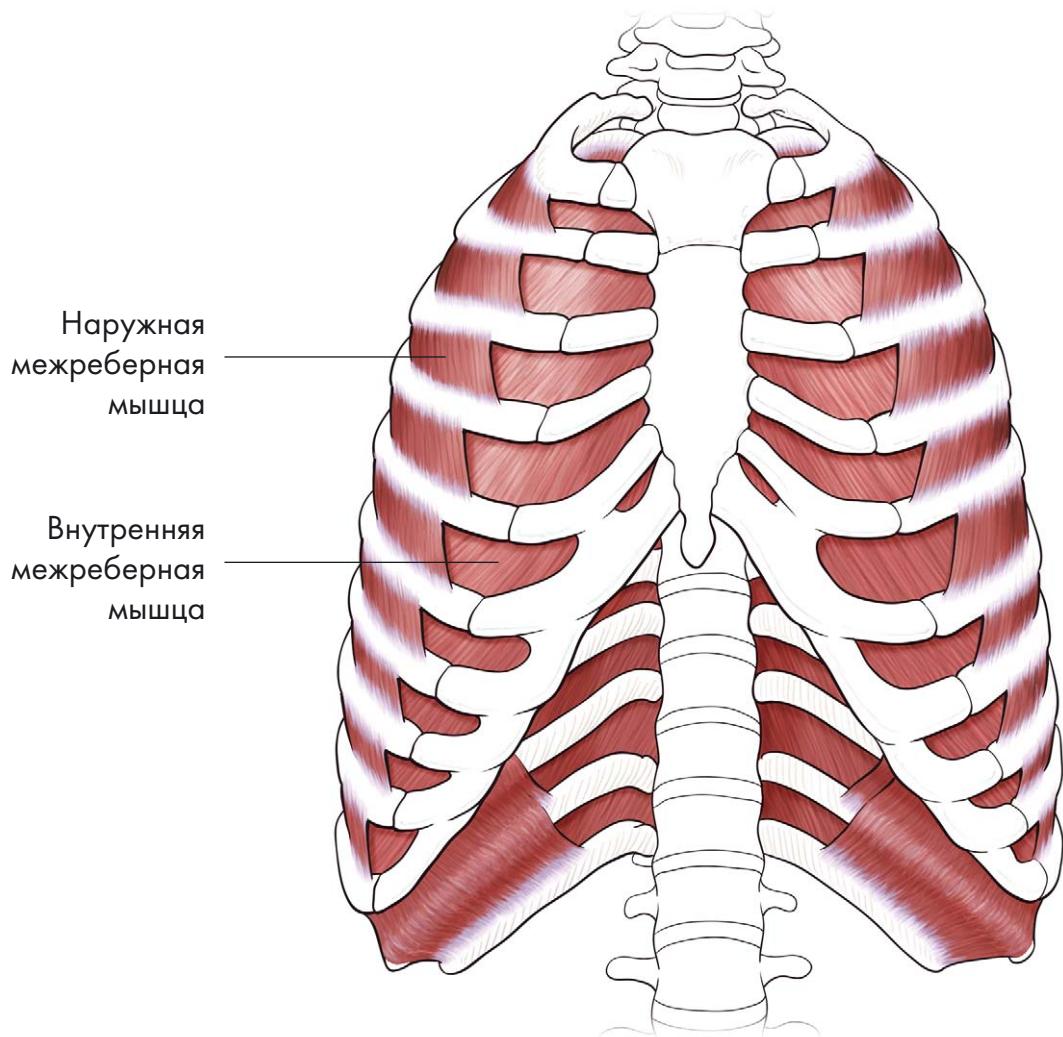


Рис. 1-9. Наружные и внутренние межреберные мышцы

ребра и прикрепляются к верхней границе нижележащего ребра, проходя под наклоном вниз и вперед. Под этим слоем находятся 11 внутренних межреберных мышц, которые берут начало на внутренней поверхности ребра и идут под наклоном вниз и назад,

прикрепляясь к нижележащему ребру и имея противоположное направление относительно наружных межреберных мышц.

Наружные межреберные мышцы в основном поднимают ребра, увеличивая ширину грудной клетки и способствуя вдоху. По углу наклона

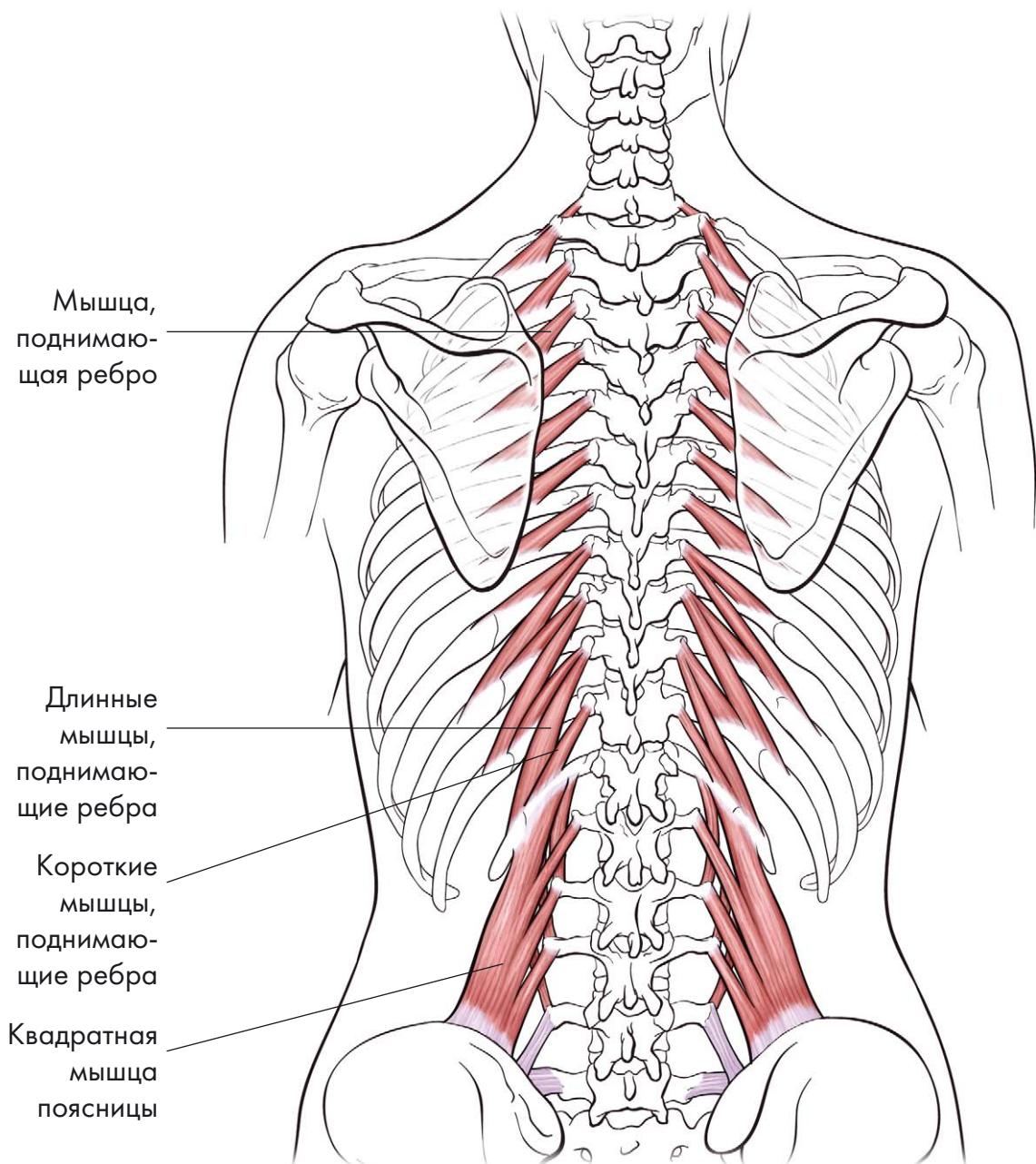


Рис. 1-10. Мышцы, поднимающие ребра;  
мышца, поднимающая ребро, и квадратная мышца поясницы

мышцы, вы можете увидеть, каков будет эффект сокращения. Когда верхние ребра удерживаются или фиксируются на месте расположенным выше лестничными мышцами (см. Рис. 1-22), сокращающиеся волокна тянут вверх нижележащие ребра, поднимая их и тем самым увеличивая общий объем грудной клетки.

Наоборот, внутренние межреберные мышцы действуют в противоположном направлении, своим сокращением опуская ребра и тем самым активно облегчая выдох.

Мышцы, поднимающие ребра, берут начало от поперечных отростков позвонков и, проходя под углом вниз, прикрепляются к ребрам

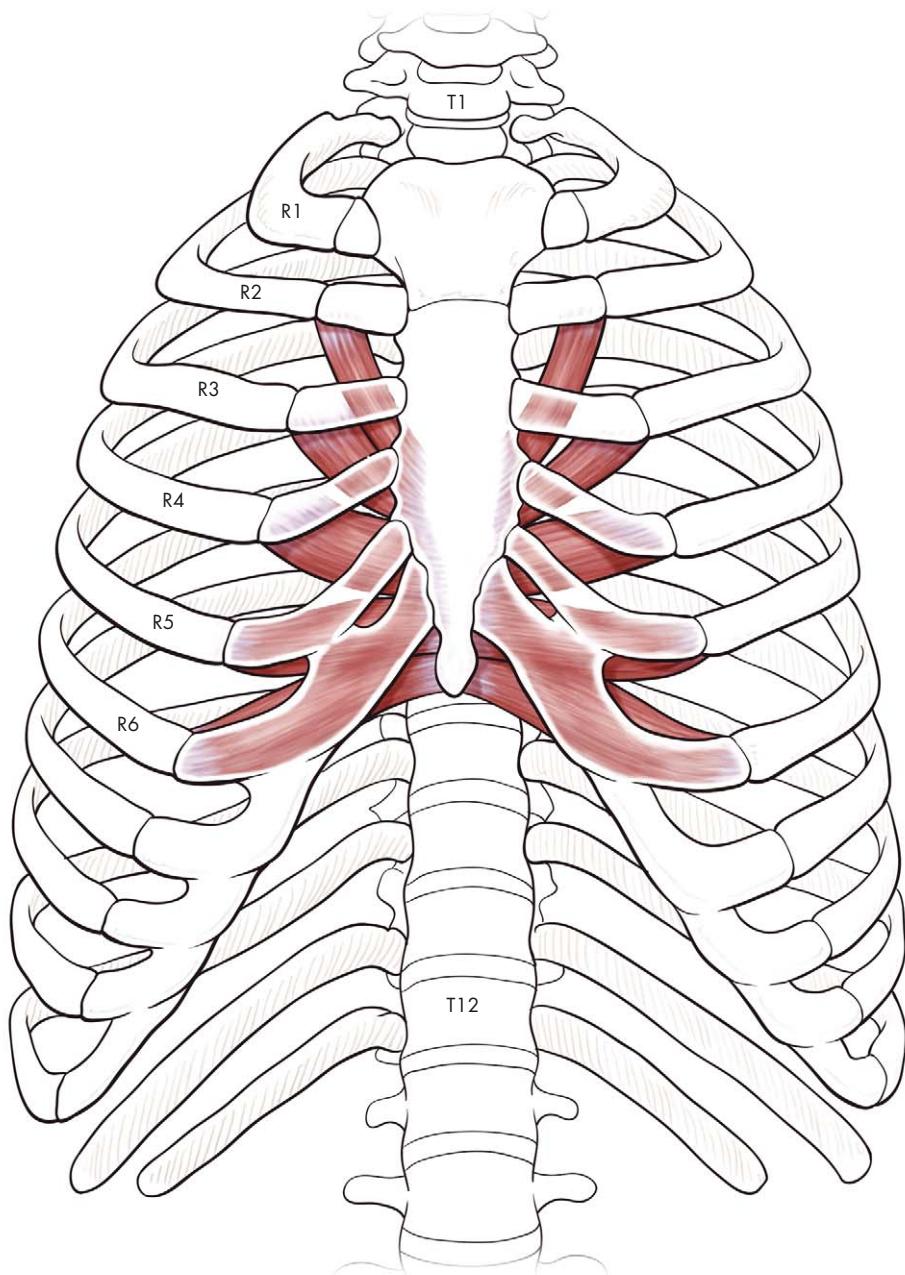


Рис. 1-11. Поперечная мышца груди

снизу (Рис. 1-10). Эти мышцы, как следует из их названия, помогают наружным межреберным мышцам поднимать ребра. Когда квадратная мышца поясницы и мышцы, поднимающие ребра, функционируют правильно, нижняя часть спины становится эластичной и наполненной, а плавающие ребра двигаются свободно. Это скоординированное удлинение и расширение в спине способствует большей подвижности ребер, которые благодаря этому могут расширяться и двигаться более свободно.

## Диафрагма

Диафрагма является основной дыхательной мышцей (Рис. 1-12). Это большая куполообразная мышца, разделяющая грудную и брюшную

Поперечная мышца груди расположена на внутренней поверхности нижнего отдела грудины (Рис. 1-11). Ее волокна простираются вверх и наружу, как растопыренные пальцы руки, и прикрепляются к реберным хрящам второго, третьего, четвертого, пятого и шестого ребер. Эту мышцу, которая при сокращении способствует форсированному выдоху, вы иногда можете почувствовать как сжатие во внутренней части грудной клетки; она способствует ригидности грудной клетки у многих людей, которые фиксируют грудную клетку в приподнятом состоянии при разговоре и дыхании.

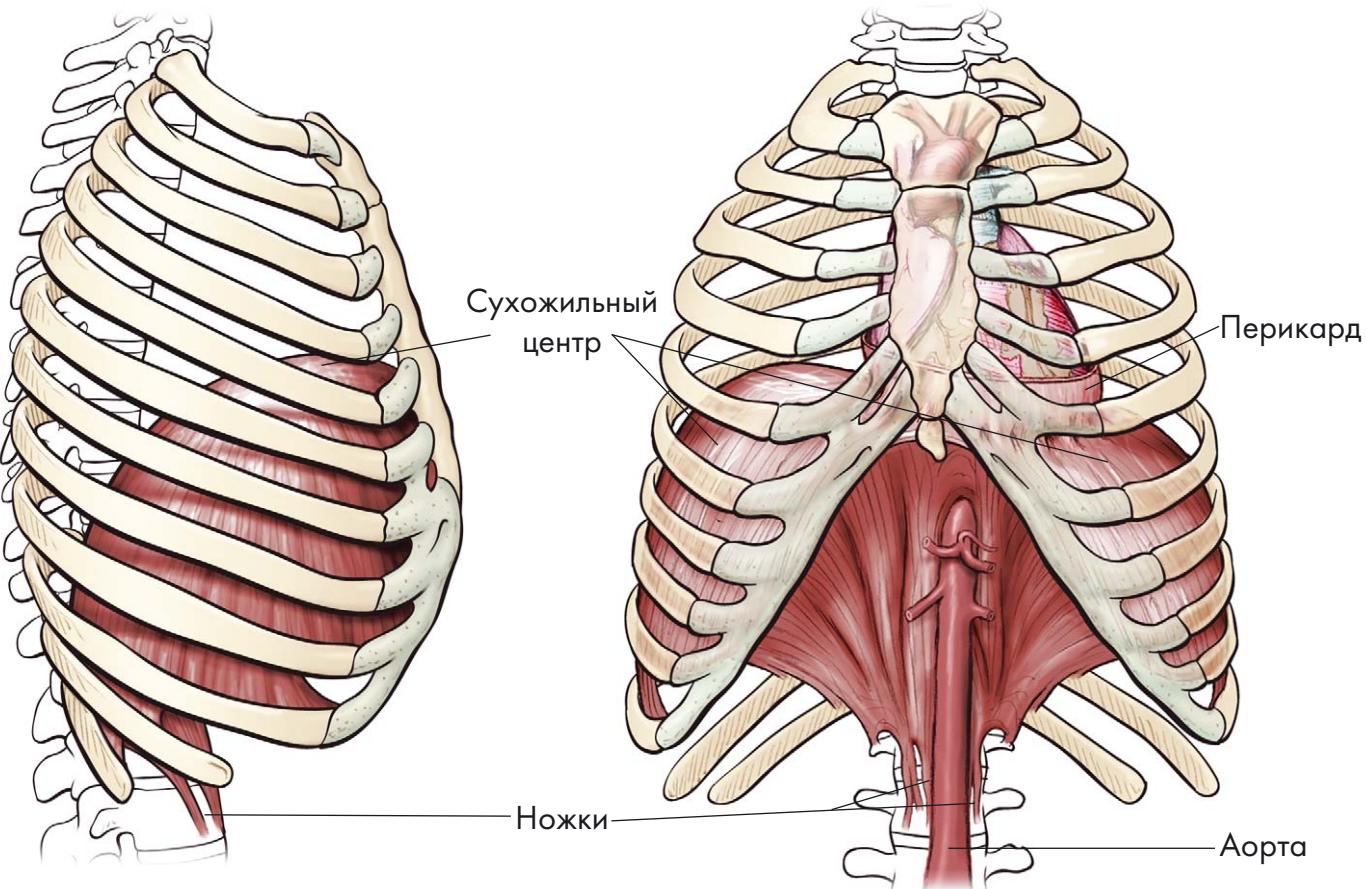


Рис. 1-12. Диафрагма

и всей окружности нижней апертуры грудной клетки и сходятся вверх, в вершину сухожильного центра, образуя два купола по обе стороны от этого сухожильного центра. Ее самое большое и самое низкое прикрепление — это сухожилие, называемое ножками, которое берет начало с обеих сторон поясничного отдела позвоночника, от которого мышца словно веером поднимается вверх.

Другие порции диафрагмы исходят от сухожилия в нижней части грудинь, от реберной

дуги, образованной шестью или семью нижними ребрами, и от связки, охватывающей поясничный отдел от первого или второго поясничного позвонка до самого нижнего плавающего ребра. От этих точек мышечные волокна диафрагмы дугой поднимаются вверх, образуя на ее вершине центральный сухожильный апоневроз. Сердце расположено прямо над диафрагмой, между окружающими его с обеих сторон легкими. Волокна перикарда — оболочки, окружающей сердце, переплетаются с волокнами этого

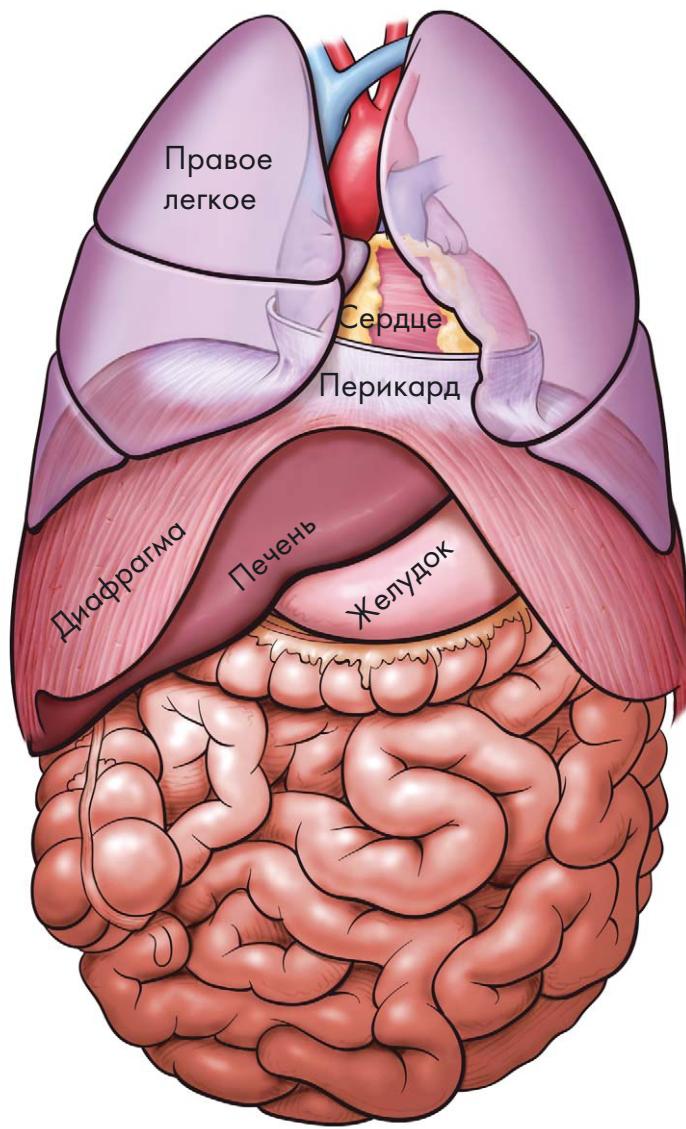


Рис. 1-13. Рисунок диафрагмы, показывающий расположение сердца сверху и внутренних органов снизу. При вдохе диафрагма толкает эти органы вниз

сухожильного центра, так что они фактически соединяются. Сухожильный центр также расходится в стороны, образуя вершину каждого купола, так что центральный сухожильный листок на вершине диафрагмы имеет три части, или лепестка.

Поскольку диафрагма образует верхнюю границу брюшной полости, она в буквальном смысле располагается над внутренними органами — печенью справа и желудком и селезенкой слева (Рис. 1-13). Форма диафрагмы на самом деле представляет собой

двойной купол, причем правый купол выше левого, чтобы вместить печень, так что она выглядит как несколько кривобокий гриб. Сквозь нее из грудной клетки в брюшную полость проходят аорта, пищевод и полая вена (крупный кровеносный сосуд, возвращающий кровь к сердцу). В состоянии покоя куполы диафрагмы в самой высокой своей точке находятся примерно на уровне пятого ребра. Во время глубокого вдоха они опускаются на один-два дюйма примерно до уровня нижней части грудины (см. Рис. 1-2).

## Движение диафрагмы

Диафрагма — чрезвычайно активная и трудолюбивая мышца, которая при нормальном дыхании ритмично сокращается каждые несколько секунд, чтобы обеспечить постоянную подачу воздуха в легкие. Как мы видели, вся верхняя часть диафрагмы состоит из сухожильной ткани и поэтому пассивна. Сократительная часть диафрагмы образована мышечными

волокнами, которые проходят от этого центрального сухожильного листка вниз по всей его окружности к местам своего прикрепления по окружности грудной клетки. Когда диафрагма сокращается, эти мышечные волокна имеют тенденцию уплощать сухожильный центр и тянуть его вниз; это увеличивает пространство в нижней части грудной клетки, способствуя

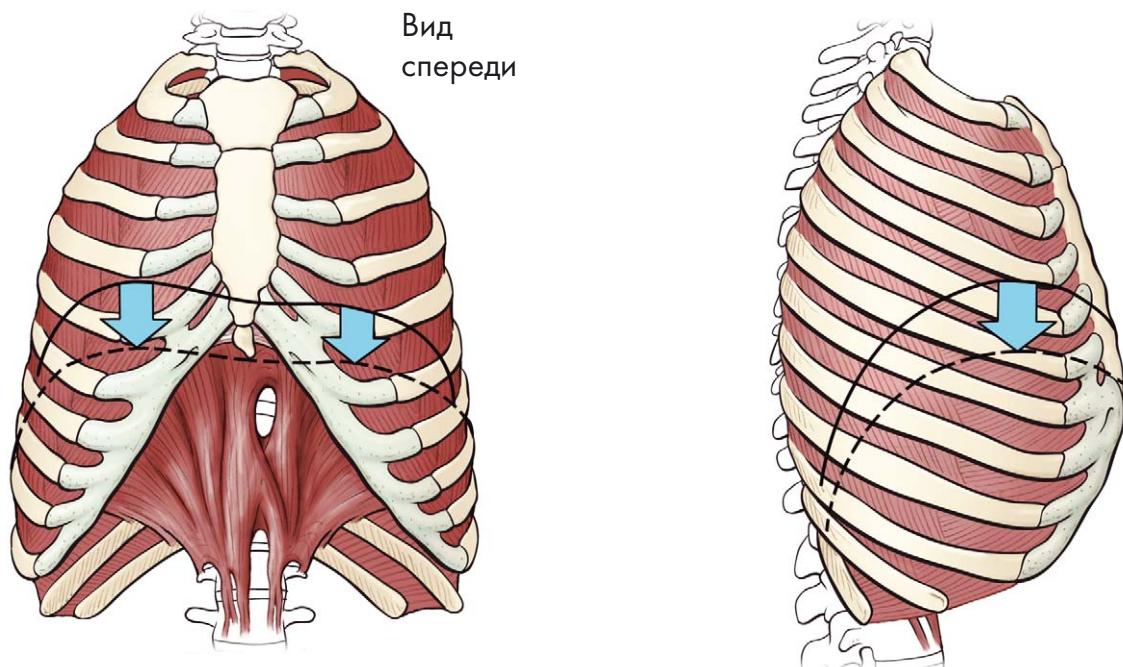


Рис. 1-14. Вид спереди и сбоку на диафрагму и ее движения во время дыхания

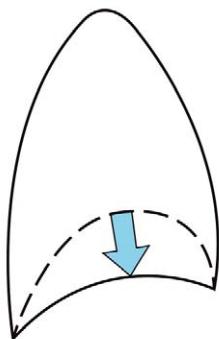


Рис. 1-15.  
Диафрагма  
опускается

Вид сбоку

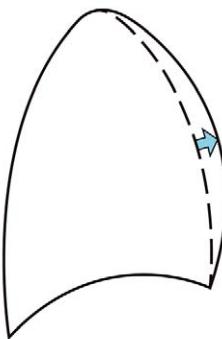


Рис. 1-16.  
Диафрагма  
опускается, а ребра  
поднимаются

поступлению воздуха в легкие (Рис. 1-14 и 1-15). При этом ребра поднимаются вверх, что также способствует расширению пространства внутри грудной полости и поступлению

воздуха в легкие (Рис. 1-16). Обратите внимание, что активное движение диафрагмы происходит вниз, а не вверх, как ошибочно думают многие (возможно, потому что при вдохе ребра поднимаются вверх). Диафрагма не способствует выдоху воздуха и не «поддерживает» дыхание непосредственным образом; она возвращается в свое более высокое положение в результате эластической тяги ее мышечных волокон.

При спокойном или поверхностном дыхании диафрагма опускается примерно на 1,5 см, или полдюйма, и до 6 или 7 см, или 2,5 дюймов, при тяжелом дыхании или форсированном вдохе. Поскольку большая часть этого движения происходит в куполах по обе стороны от сухожильного центра, при нормальном дыхании сам сухожильный центр двигается мало.

## Диафрагма и брюшная полость

Поскольку диафрагма расположена над брюшной полостью, на ее работу влияет содержимое брюшной полости и мышцы живота. Абдоминальная область действует подобно наполненному жидкостью эластичному контейнеру. Когда диафрагма сокращается, то при расслабленном животе ее опускание выталкивает содержимое брюшной полости наружу. Если же мышцы живота сокращаются, внутренние органы не могут двигаться наружу, и движение диафрагмы вниз ограничивается. Сухожильный центр действует как фиксированная точка, от которой сокращающиеся мышечные волокна диафрагмы тянут за собой нижние ребра, тем самым поднимая их и расширяя нижнюю часть грудной полости (Рис. 1-17). Таким образом, мышцы живота могут помогать действию диафрагмы. Однако певцы, которые слишком озабочены дыханием или прилагают чрезмерные усилия для поддержания дыхания, могут в конечном итоге перегрузить диафрагму,

в результате чего она становится хронически зажатой. Со временем это приводит к раскрытию ребер и деформации нижней части грудной клетки.

При нормальном дыхании вдох происходит активно, а выдох — пассивно. Когда мы вдыхаем, ребра приподнимаются, а диафрагма активно опускается, поскольку происходит сокращение мышц. Когда мы выдыхаем, стенки грудной клетки и диафрагма, а также расширенная легочная ткань сжимаются за счет эластической тяги и пассивно вытесняют воздух из легких. Напротив, когда мы с силой выталкиваем воздух из легких, сокращение внутренних межреберных мышц и брюшных мышц активно сжимает ребра, вытесняя воздух наружу.

Во время голосообразования активны как мышцы вдоха, так и мышцы выдоха. Когда мы набираем воздух в легкие и собираемся выдохнуть, стремление воздуха вырваться из легких настолько велико, что для того, чтобы

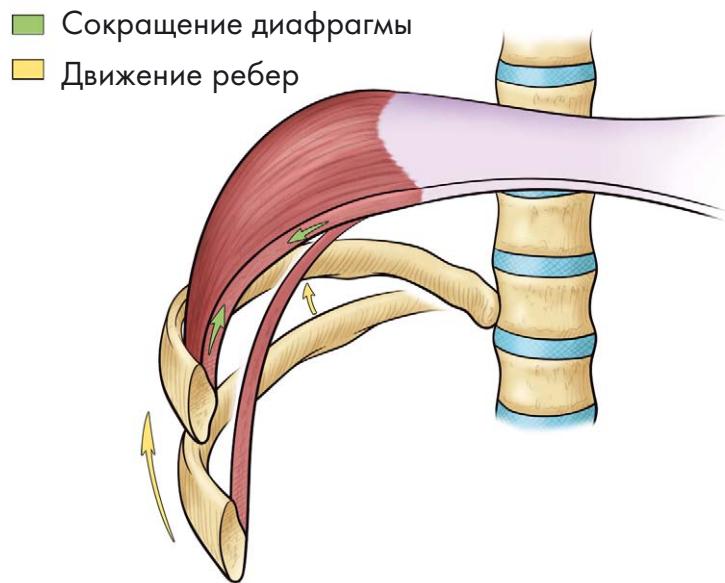


Рис. 1-17. Работа диафрагмы относительно движения ребер (помощь в подъеме ребер)

уравновесить эту силу и создать контролируемый, пригодный для фонации поток воздуха, силы вдоха должны активным образом уравновешивать пассивные силы выдоха. Чтобы справиться с этой задачей, внутренние межреберные мышцы и диафрагма поддерживают тонус и возвращаются в состояние покоя медленно, чтобы контролировать отток воздуха. Действие диафрагмы также препятствует опусканию ребер, особенно если мышцы выдоха активно работают над выталкиванием воздуха. Таким

образом, диафрагма противодействует стремлению к выдоху, сохраняя ребра в расширенном положении, помогая «поддерживать» дыхание.

Мышцы выдоха также задействуются в пении, если легкие и грудная клетка сократились до исходного размера, а певцу все еще нужно издавать звук; в этом случае активно используются дыхательные мышцы живота и груди, помогая сжимать ребра и прижимать внутренние органы к диафрагме, тем самым выталкивая больше воздуха.

## Мышцы живота

Мышцы абдоминальной области переходят в рёберные мышцы, идущие в таком же направлении и под таким же углом (Рис. 1-18). Есть три слоя мышц живота, которые соответствуют наружным и внутренним межреберным мышцам и попечной мышце груди, проходящей за грудиной. Наружная косая мышца живота берет свое начало у восьми нижних ребер; ее волокна идут вниз,

прикрепляясь к краю таза или гребню подвздошной кости, и наклонно вниз и вперед к апоневротической ткани, которая заканчивается на белой линии живота (Рис. 1-19а). Эта мышца является продолжением наружной межреберной мышцы грудной клетки.

Внутренняя косая мышца живота начинается от паховой связки, гребня подвздошной кости

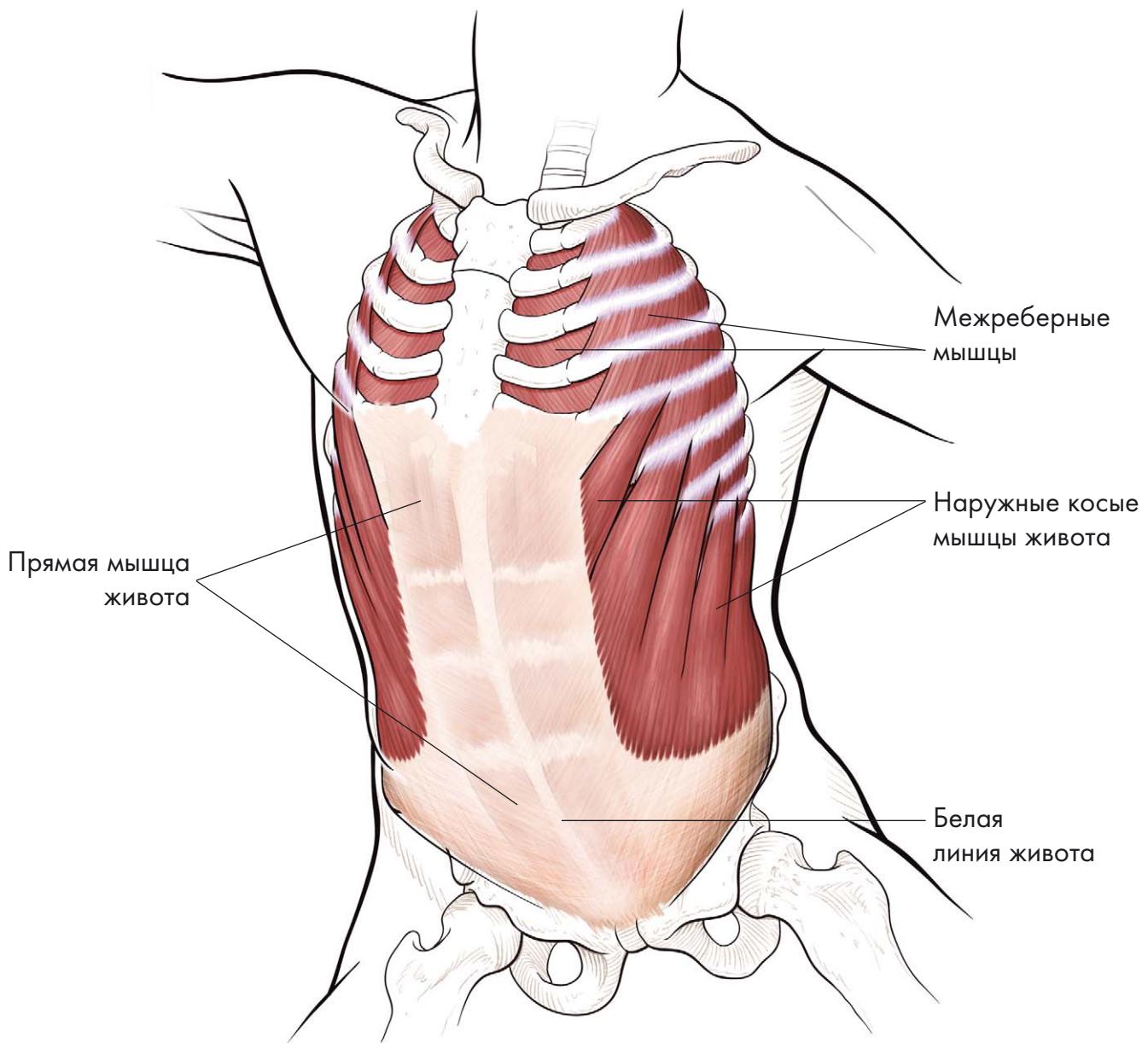


Рис. 1-18. Межреберные и косые мышцы туловища

и грудопоясничной фасции (Рис. 1-19б). Ее волокна расходятся веером и прикрепляются к лобковой кости, белой линии живота и трем нижним ребрам. Ее продолжением являются внутренние межреберные мышцы грудной клетки.

Третья и самая глубокая мышца, соответствующая поперечной мышце груди, — это поперечная мышца живота (Рис. 1-19в). Она берет

свое начало на гребне подвздошной кости, поясничной фасции и ребрах и идет, как следует из названия, горизонтально вокруг живота. Она заканчивается в апоневротической ткани, соединяющей белую линию живота и лобковый симфиз.

Прямая мышца живота представляет собой продольную мышцу, вертикально охватывающую

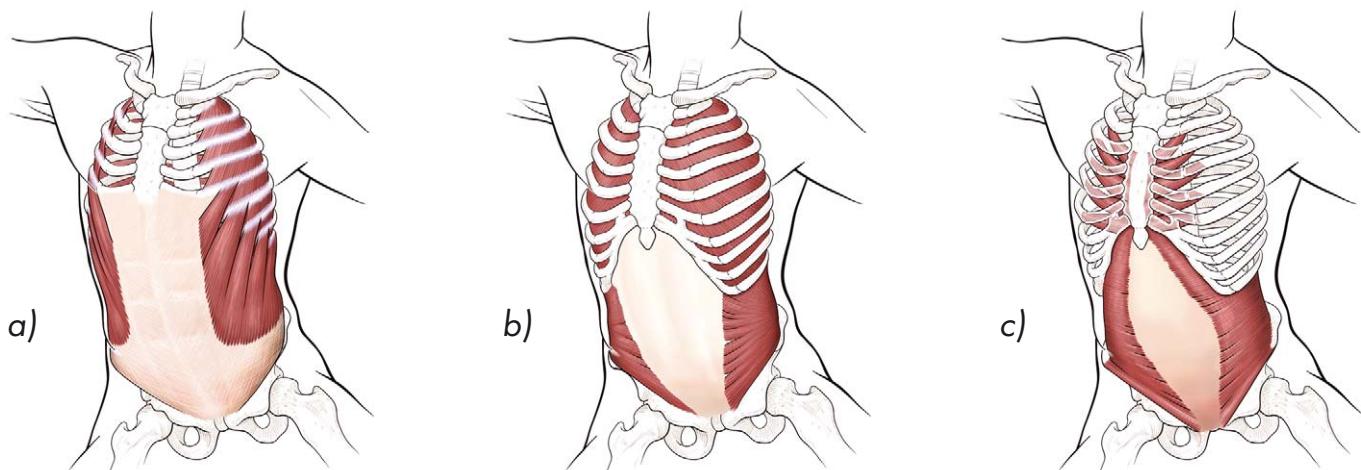


Рис. 1-19. а) Наружная косая мышца живота; б) Внутренняя косая мышца живота;  
в) Поперечная мышца живота

переднюю часть живота (Рис. 1-20). Она берет начало у лобкового симфиза и проходит вертикально вверх по обеим сторонам белой линии живота под небольшим углом наружу, прикрепляясь к пятому, шестому и седьмому ребрам; она заключена в сухожильную оболочку

(влагалище), образованную косой и поперечной мышцами живота. Воздействуя на грудную клетку, эта мышца сильно сокращает или сгибает переднюю часть тела (как при выполнении сит-апов); она также сильно сокращает нижнюю часть грудной клетки.

Все мышцы живота активно задействованы во время форсированного выдоха. Во время голосообразования диафрагма не расслабляется сразу, она сохраняет напряжение, чтобы воздух высвобождался медленно; как мы только что видели, мышцы живота поддерживают напряжение брюшной полости наряду с диафрагмой.

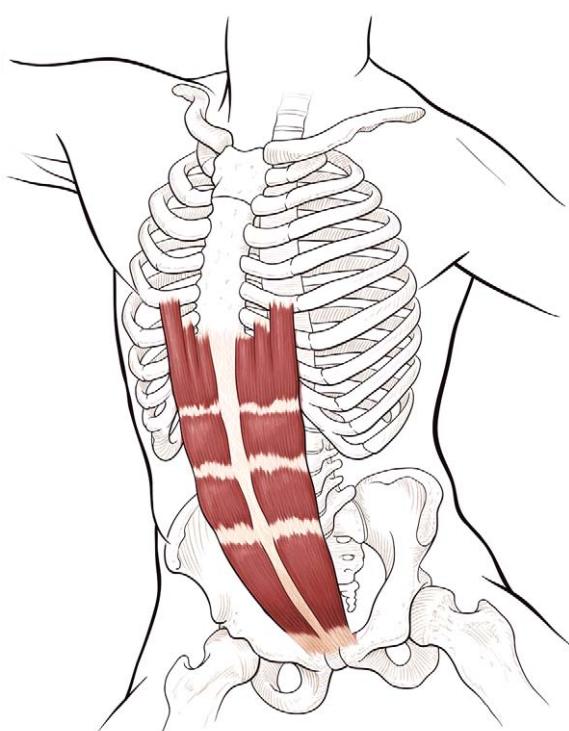
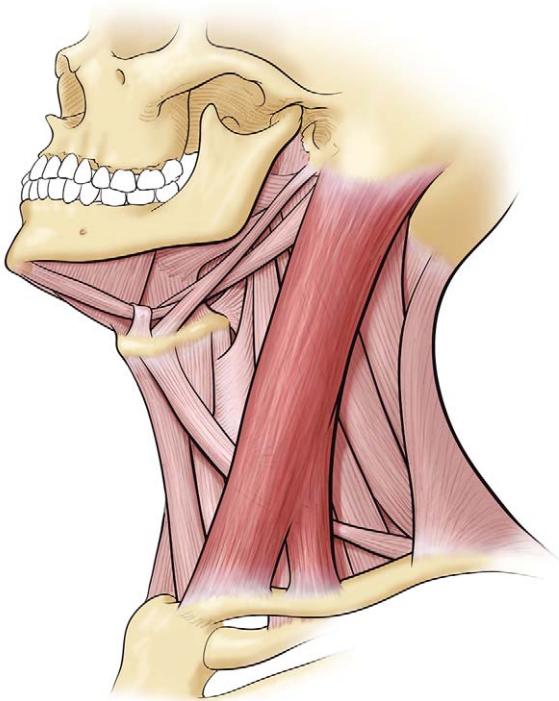


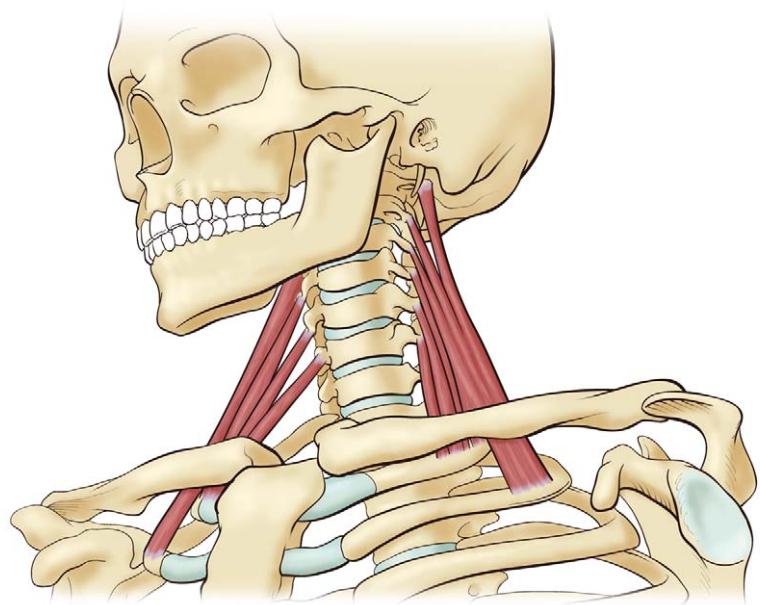
Рис. 1-20. Прямая мышца живота

## Вспомогательные дыхательные мышцы

Можно выделить несколько вспомогательных дыхательных мышц. Первая — грудино-ключично-сосцевидная мышца (Рис. 1-21), которая берет начало двумя своими головками от грудины и от ключицы и прикрепляется к сосцевидному отростку черепа. Эта мышца является сгибателем головы и шеи и способствует вращению головы. Как и лестничные мышцы, она считается вспомогательной мышцей дыхания



*Рис. 1-21. Грудино-ключично-сосцевидная мышца*



*Рис. 1-22. Лестничные мышцы*

и заметно сокращается при форсированном вдохе.

Лестничные мышцы, которые берут начало от поперечных отростков шейных позвонков и прикрепляются к первым двум ребрам, также иногда считают мышцами дыхания. Они поддерживают ребра и участвуют в форсированном вдохе (Рис. 1-22). Однако в действительности верхние ребра, будучи достаточно короткими,

широкими и неподвижными, не очень способствуют дыханию; эти мышцы действуют в большей степени как элементы, обеспечивающие прочность при растяжении и поддержку грудной клетки в верхней части позвоночника, и в этом смысле их функция больше заключается в обеспечении поддержки при растяжении дыхательного аппарата, нежели чем в содействии самому дыханию.

## Поддержка туловища разгибателями и сгибателями

Хотя межреберные мышцы являются основной движущей силой ребер во время дыхания, правильная работа всей нашей системы поддержки вертикального положения является важной основой координированного дыхания. Эту систему можно разделить на три функциональные группы, важнейшую из которых составляют два самых глубоких слоя постуральных мышц,

оказывающих поддержку туловищу в целом. Первый и самый глубокий слой составляют мелкие постуральные мышцы, воздействующие на позвонки по всей длине позвоночника; их функция заключается в обеспечении удлинения и поддержки позвоночника. Второй слой включает крестцово-остистые мышцы, или мышцы, выпрямляющие позвоночник,

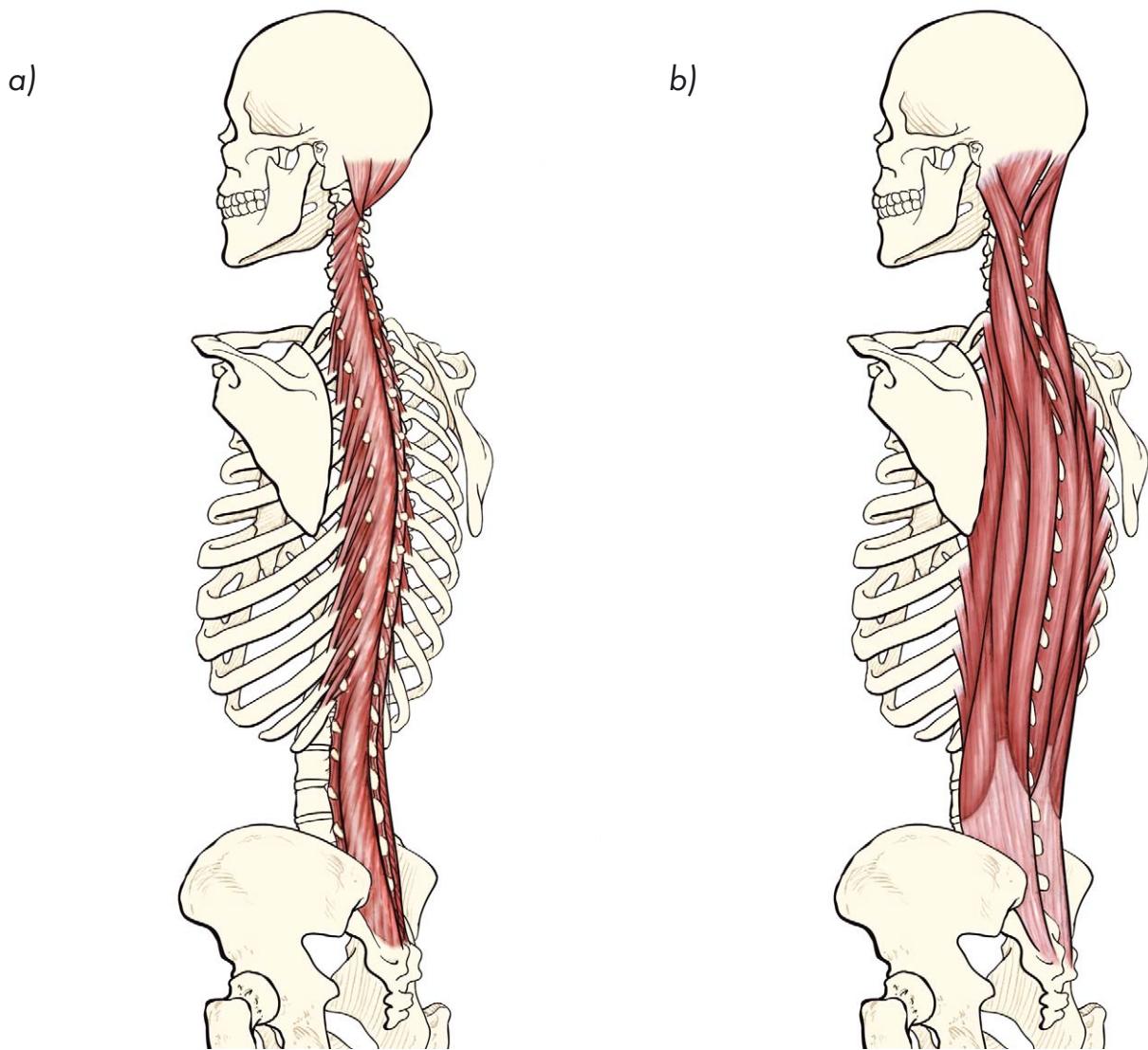


Рис. 1-23. а) Глубокие постуральные мышцы; б) Группа крестцово-остистых мышц

которые образуют большие мясистые пучки, прикрепляющиеся к ребрам и идущие вертикально вверх по всей длине позвоночника. Их функция заключается в поддержании вертикального положения туловища, не допуская его прогиба вперед. Правильная работа этих мышц обеспечивает свободное движение ребер; чрезмерное напряжение этих мышц будет фиксировать ребра и мешать дыханию (Рис. 1-23).

Вторая ключевая группа мышц в нашей системе поддержки вертикального положения состоит из грудино-ключично-сосцевидной

мышцы и других ключевых передних сгибателей, таких как прямая мышца живота, которые обеспечивают поддержку грудной клетке в целом при растяжении. Грудино-ключично-сосцевидная мышца является важной мышцей, поддерживающей грудную клетку и переднюю часть тела (Рис. 1-24). В рамках этой системы поддержки межреберные мышцы можно считать внутренними мышцами дыхания: они обеспечивают непосредственное действие, но функционируют должным образом лишь в контексте более обширной системы

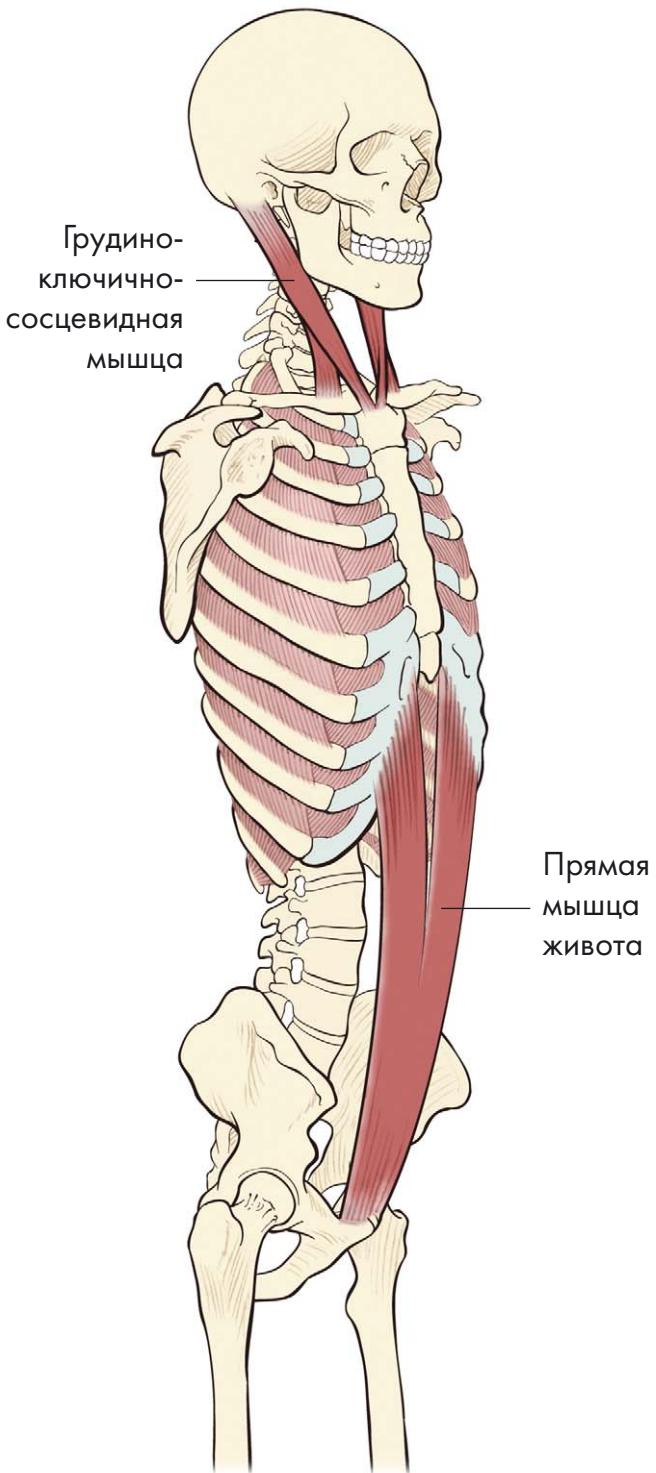


Рис. 1-24. Поддержка сгибания, обеспечиваемая грудино-ключично-сосцевидной мышцей и прямой мышцей живота

поддержки со стороны разгибателей и сгибателей, которые обеспечивают соответствующую поддержку и подвижность туловища и грудной клетки.

В третью группу входят косые мышцы спины и плечевого пояса, обеспечивающие движение ребер за счет своего расширяющего действия. Эта группа состоит из третьего слоя мышц спины (Рис. 1-25). Задняя верхняя зубчатая мышца берет начало от остистых отростков последнего шейного и первых двух грудных позвонков и, проходя под наклоном вниз и наружу, прикрепляется четырьмя «пальцами» ко второму, третьему, четвертому и пятому ребрам. Задняя нижняя зубчатая мышца берет начало от остистых отростков верхних поясничных и нижних грудных позвонков, проходит по косой вверх и книзу и, подобно верхней зубчатой мышце, распадается на четыре ветви, прикрепляясь к четырем нижним ребрам. Эти мышцы воз действуют на ребра: верхняя зубчатая мышца поднимает ребра, а нижняя зубчатая — тянет нижние ребра вниз и расширяет спину. Наряду с квадратной мышцей поясницы (которая прикрепляется к тазу и к самому нижнему ребру, и которую мы обсудим, когда доберемся до грудной клетки) и мышцами, поднимающими ребра (которые, как мы видели, являются одними из более глубоких мышц, прикрепляющихся к поперечным отросткам позвонков), задняя нижняя и верхняя зубчатые мышцы играют важную роль в свободном движении ребер и расширении спины. Расслабляясь, эти мышцы способствуют свободе и полностью нижней части спины, а также правильной работе диафрагмы, которая напрямую связана с нижними ребрами.

Мышца, поднимающая лопатку, а также малая и большая ромбовидные мышцы воз действуют на лопатки (Рис. 1-26). Беря свое начало от поперечных отростков атланта и верхних шейных позвонков, мышца, поднимающая лопатку, прикрепляется к боковой части лопатки. Эта мышца, как следует из ее названия,

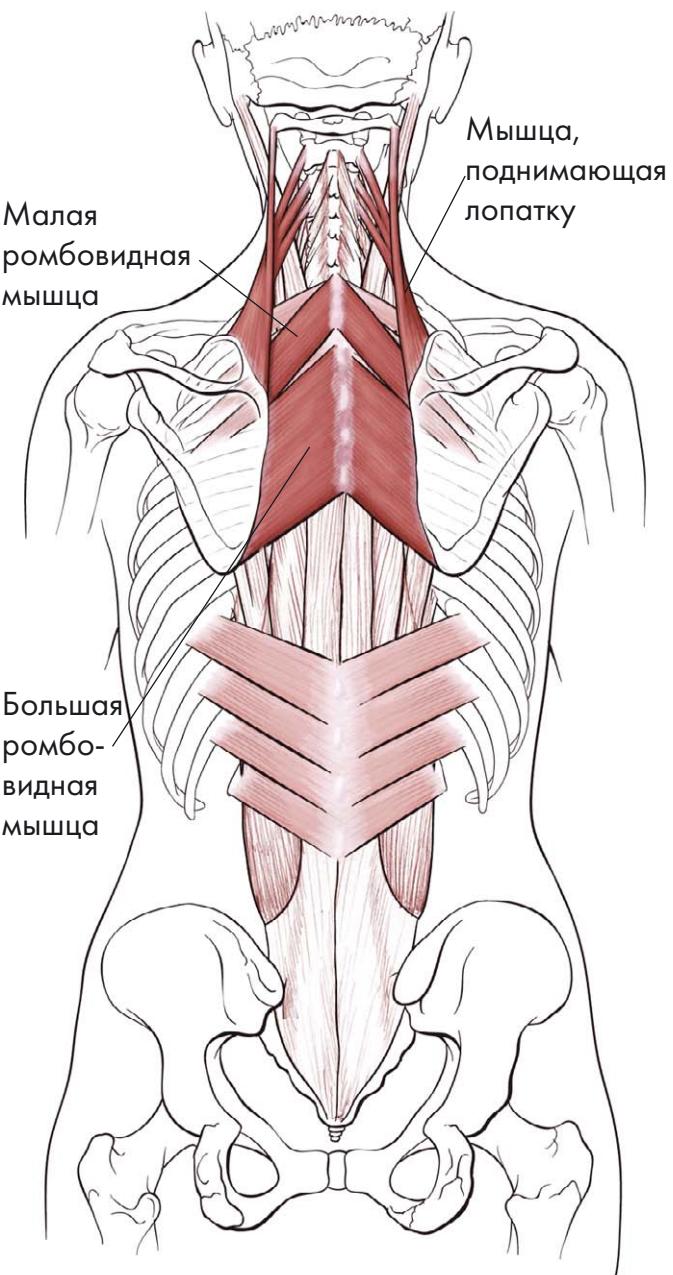
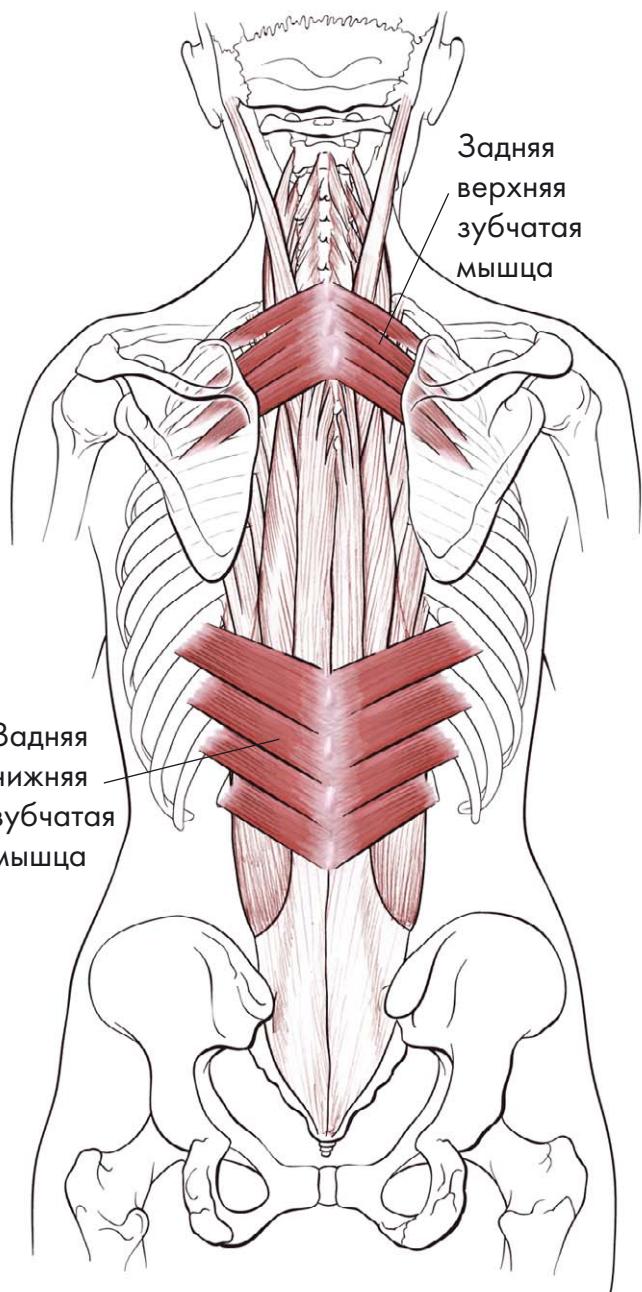
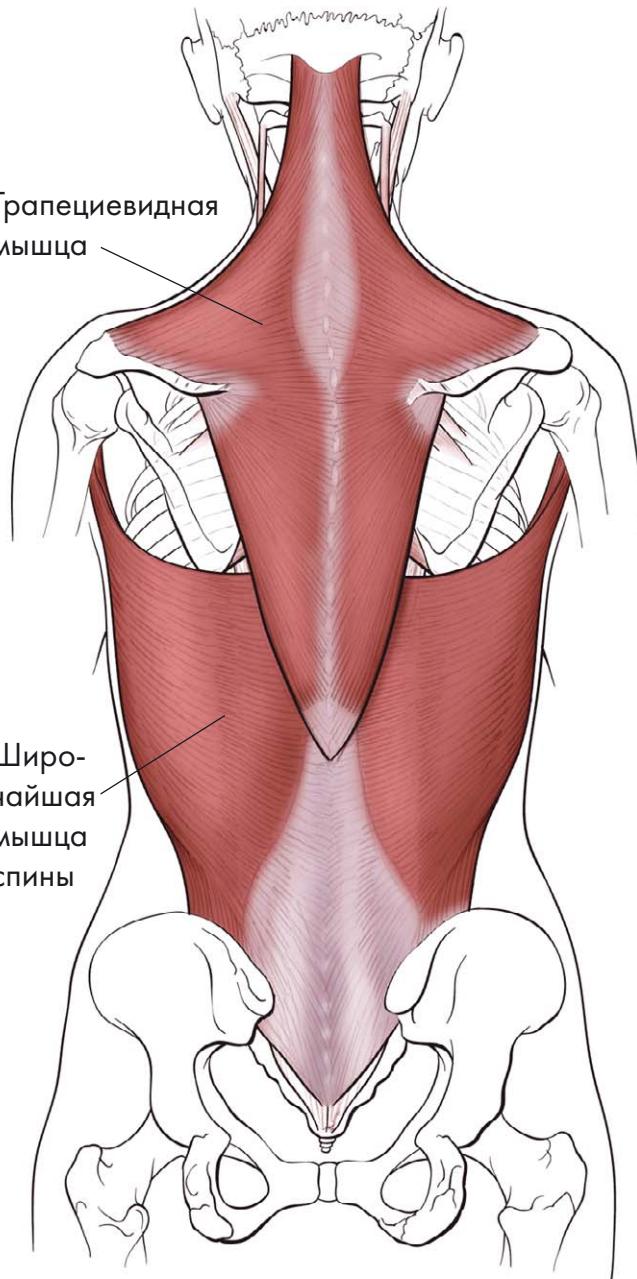


Рис. 1-25. Третий слой: зубчатые мышцы

Рис. 1-26. Четвертый слой: мышцы лопатки

поднимает лопатку. Малая ромбовидная мышца начинается от седьмого шейного и первого грудного позвонков, проходит вниз и кнаружи и прикрепляется к ости лопатки. Большая ромбовидная мышца берет начало от остистых отростков четырех или пяти верхних грудных позвонков и прикрепляется к нижней ости

лопатки. Обе эти мышцы, названные так из-за своей ромбовидной формы, помогают стабилизировать лопатку при движении рук. Эти слои мышц спины также имеют важное значение для дыхания; поскольку они проходят наклонно и горизонтально, их свободная работа обеспечивает подвижность и расширение ребер.



**Рис. 1-27. Пятый слой: трапециевидная мышца и широчайшая мышца спины**

Самый поверхностный мышечный слой спины состоит из двух мощных пластов мышц, покрывающих большую часть спины: это трапециевидная и широчайшая мышцы спины (Рис. 1-27). Трапециевидная мышца по своей форме напоминает ромб, покрывающий шею и верхнюю часть плеч. Она начинается

с широкого прикрепления к затылку и остистым отросткам шейных и грудных позвонков и прикрепляется к верхней части лопатки и ключице. Трапециевидная мышца воздействует на лопатки, отводя нижние углы лопаток в стороны или сводя лопатки целиком, обеспечивая жесткость плечу при интенсивных движениях скелета и поднимая плечо в такие моменты, как, например, при поднятии тяжестей. Широчайшая мышца спины представляет собой широкий плоский мышечный пласт, покрывающий нижнюю половину спины и прикрепляющийся к плечевой кости. Она берет начало от остистых отростках крестцовых, поясничных и нижнегрудных позвонков и от этого очень широкого начала сходится к плечевой кости. Широчайшая мышца опускает плечевую кость, но поскольку она отвечает за более обширную поддержку спины, она в том числе обеспечивает необходимую поддержку и эластичность для работы ребер и для беспрепятственного дыхания.

## Легкие и трахея

Трахея идет от глотки вниз и делится на два бронха, которые входят в легкие (Рис. 1-28). Ее длина составляет около 10,16 или 12,7 см, и она располагается спереди от пищевода. Трахея состоит из эластичной волокнистой оболочки, укрепленной примерно на две трети своей окружности хрящевыми кольцами (первое из них иногда переходит в перстневидный хрящ гортани). Она выстлана мышечными волокнами, а также слизистой оболочкой, которая является продолжением оболочки, выстилающей вышерасположенную гортань. В нижнем конце трахеи два бронха делятся на значительное более мелкие дыхательные пути, которые, подразделяясь, образуют бронхиолы. В свою очередь, бронхиолы ведут к крошечным воздушным мешочкам, похожим на воздушные шары, которые называются альвеолами — именно здесь

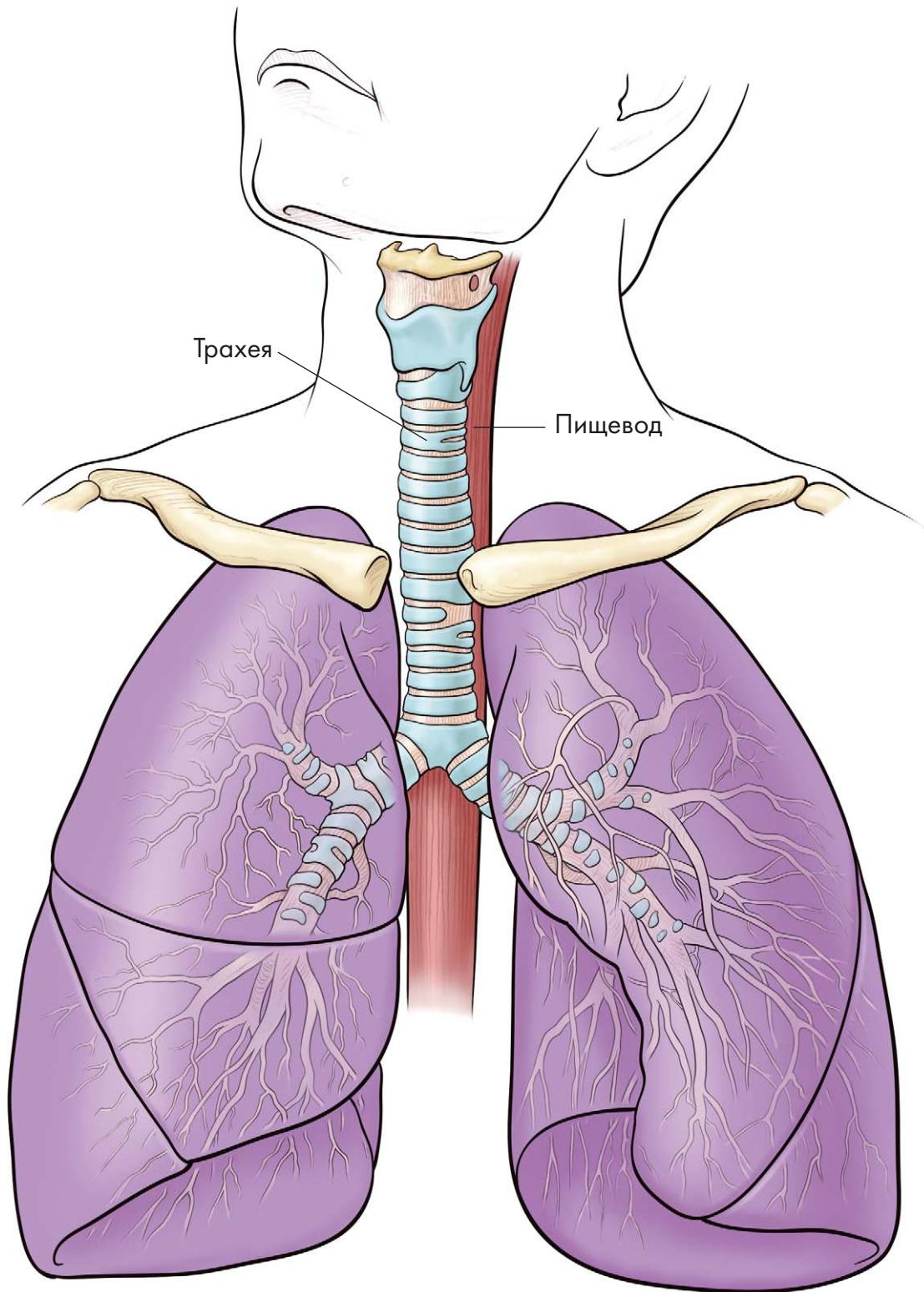


Рис. 1-28. Легкие и трахея

происходит обмен кислорода между легкими и кровью.

Сами легкие имеют коническую форму с вогнутыми основаниями, которые соответствуют куполам диафрагмы. Правое легкое состоит из трех долей, а левое, которое меньше по размеру из-за расположенного рядом сердца, — только из двух. Каждое легкое имеет легкую губчатую структуру и весит немногим более фунта; оно заключено в тонкую плевру или мембрану, которая, в свою очередь, прикреплена к плевральному слою, выстилающему внутренние стенки грудной клетки, перикарда и диафрагмы. Область между этими слоями, называемая плевральной полостью, содержит тонкий слой жидкости, которая позволяет легкому легко скользить во время дыхания.

Верхняя часть легкого сужается вверх, чтобы соответствовать узкой форме грудной

клетки, и простирается в направлении шеи примерно на дюйм выше уровня первого ребра. Основание легкого упирается в поверхность диафрагмы (см. Рис. 1-13). Легкие заполняют собой большую часть пространства грудной полости, за исключением большой площади, занимаемой перикардом. При этом легкие занимают не только область между ребрами спереди, но и углубления по обеим сторонам позвоночника. Это пространство образовано округлой формой ребер, которые расходятся наружу от боковых сторон позвоночника, изгибаются назад до уровня остистых отростков позвонков, а затем закругляются вперед, образуя грудную клетку. Площадь от верхушки легких до уровня сердца составляет примерно треть общей площади легкого; на уровне верхней части легкого эта площадь составляет почти половину.

## Емкость легких

Максимальный объем воздуха, который можно вдохнуть в легкие, составляет около шести или семи литров (это «общая емкость легких»); после форсированного выдоха остается

около двух литров (это «остаточный объем»). Разницу между ними составляет «жизненная емкость» — около четырех или пяти литров (Рис. 1-29а).



Рис. 1-29а. Общая емкость легких

Когда ребра и диафрагма находятся в расслабленном состоянии (то есть, когда мы не вдыхаем и не выталкиваем воздух из легких), объем легких составляет около трех литров; это называется «функциональной остаточной емкостью». При нормальном дыхании в состоянии покоя вдыхается только около пинты или пол-литра воздуха сверх функциональной остаточной емкости, а при поверхностном дыхании и того меньше; это «дыхательный объем

покоя» (Рис. 1-29b). Во время напряженной или вынужденной нагрузки расход воздуха приближается к двум литрам — примерно на три пинты больше, чем при спокойном дыхании. Воздух, входящий в легкие и выходящий из них, то есть воздух, который фактически вдыхается, является «дыхательным потоком», в отличие от трех литров (или около того) остаточного воздуха, всегда остающегося в легких.

#### Функциональная остаточная емкость

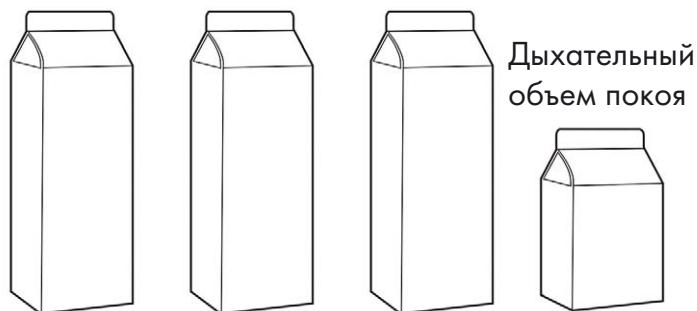


Рис. 1-29b. Емкость легких в состоянии покоя

## ГЛАВА 2

# ГОРТАНЬ

Гортань — это узкоспециализированный и сложный голосовой орган, но прежде, чем приступить к изучению ее сложной анатомии, давайте рассмотрим ее основное строение и функции. Говоря простым языком, гортань представляет собой клапан, расположенный в верхней части трахеи. Этот клапан состоит из двух мышц или складок мышц, которые могут раздвигаться или сходиться вместе. При нормальном дыхании две мышечные складки расходятся, открывая клапан, через который может проходить воздух (Рис. 2-1а); когда мы глотаем пищу или задерживаем дыхание, мышечные складки напрягаются и сближаются, закрывая клапан, чтобы пища и вода не могли попасть в дыхательные пути (Рис. 2-1б).

У клапана есть и третья функция. Когда мы хотим произвести звук, мышечные складки сближаются не так сильно, как при глотании, чтобы они могли свободно колебаться, когда между ними проходит выдыхаемый воздух. В такие моменты они приводятся в движение потоком воздуха и начинают колебаться, генерируя звуковые волны, которые резонируют в пространстве над гортанью, создавая полностью сформированный звук человеческого голоса (Рис. 2-1с).

Таким образом, гортань представляет собой в основном вибрационный механизм. Он содержит производящие звук голосовые складки и может сводить их вместе так, что они будут колебаться, когда между ними проходит

воздух (который является источником энергии), и разводить их во время нормального

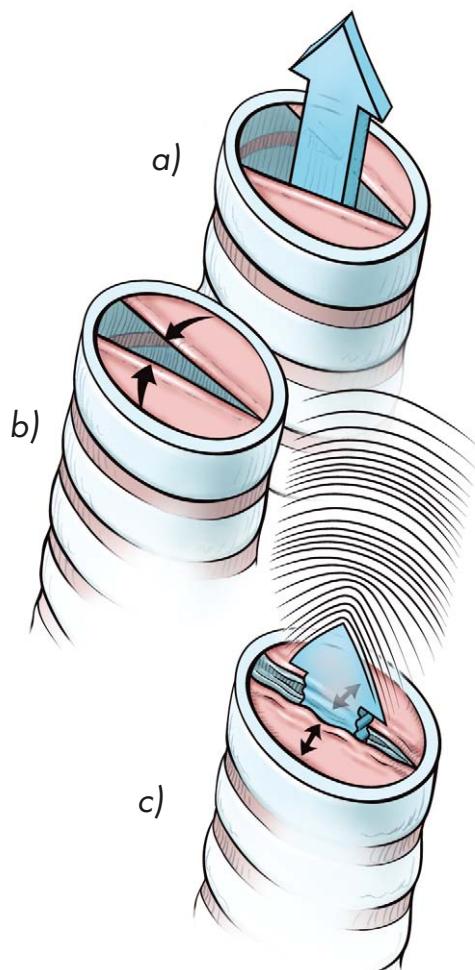


Рис. 2-1. а) Голосовые складки открыты.  
б) Голосовые складки закрыты. с) Голосовые складки сближены для фонации

дыхания. Он также может напрягать и растягивать голосовые складки\* различными способами,

изменяя громкость, высоту тона и типы возникающих вибраций.

## Каркас гортани

Гортань в основном состоит из четырех хрящей, которые образуют корпус для голосовых складок. В верхней части трахеи находится кольцеобразный хрящ, похожий на кольца трахеи, называемый перстневидным хрящом. Над ним находится щитовидный хрящ, состоящий из двух пластин, или «крыльев», которые соединяются спереди. На задней части перстневидного хряща внутри крыльев или стенок щитовидного хряща расположены два хряща пирамидальной формы, называемые черпаловидными хрящами (Рис. 2-2).

Голосовые складки — клапанные мышцы, которые сближаются и вибрируют, когда воздух попадает на них для создания звука, — подвешены между двумя черпаловидными хрящами и передними стенками внутренней поверхности щитовидного хряща. Когда черпаловидные хрящи поворачиваются внутрь, голосовые складки сближаются, в результате чего они вибрируют, когда воздух, выходящий из легких, заставляет их открываться; когда черпаловидные хрящи поворачиваются назад, голосовые складки расходятся, вновь обеспечивая свободное прохождение воздуха (Рис. 2-2).

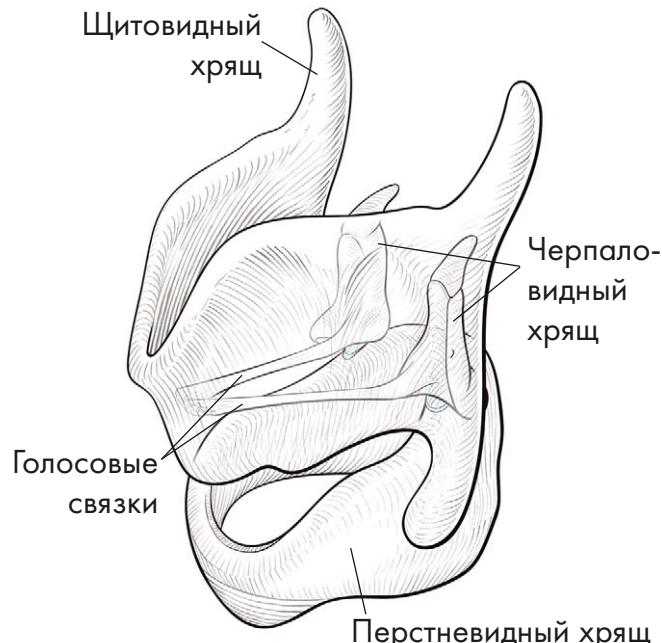


Рис. 2-2. Хрящи и голосовые связки

## Структура гортани

Каркас гортани образован подъязычной костью, щитовидным, перстневидным и черпаловидными хрящами, надгортаником, крошечными рожковидными и клиновидными хрящами (Рис. 2-3). Щитовидный хрящ является наиболее выступающей частью гортани (Рис. 2-4). Там, где две пластинки щитовидного хряща соединяются спереди, у мужчин они резко наклонены вперед, образуя выступающую шишку, называемую адамовым яблоком. Стороны этих пластинок довольно гладкие, за исключением задней части, где гребень, начинающийся от бугорка или выступа, спускается вниз и вперед к нижнему краю пластинки, образуя косую линию. В задней части каждой пластинки есть длинный восходящий выступ, называемый верхним рогом. Чуть выше щитовидного хряща находится U-образная подъязычная кость. Эта кость,

\* Голосовая складка имеет много слоев: слизистая оболочка, собственная пластинка, голосовая связка, мышца. Все это и есть голосовая складка. А голосовая связка, как принято говорить в быту, на самом деле всего лишь один слой этой складки. — Прим. науч. ред.

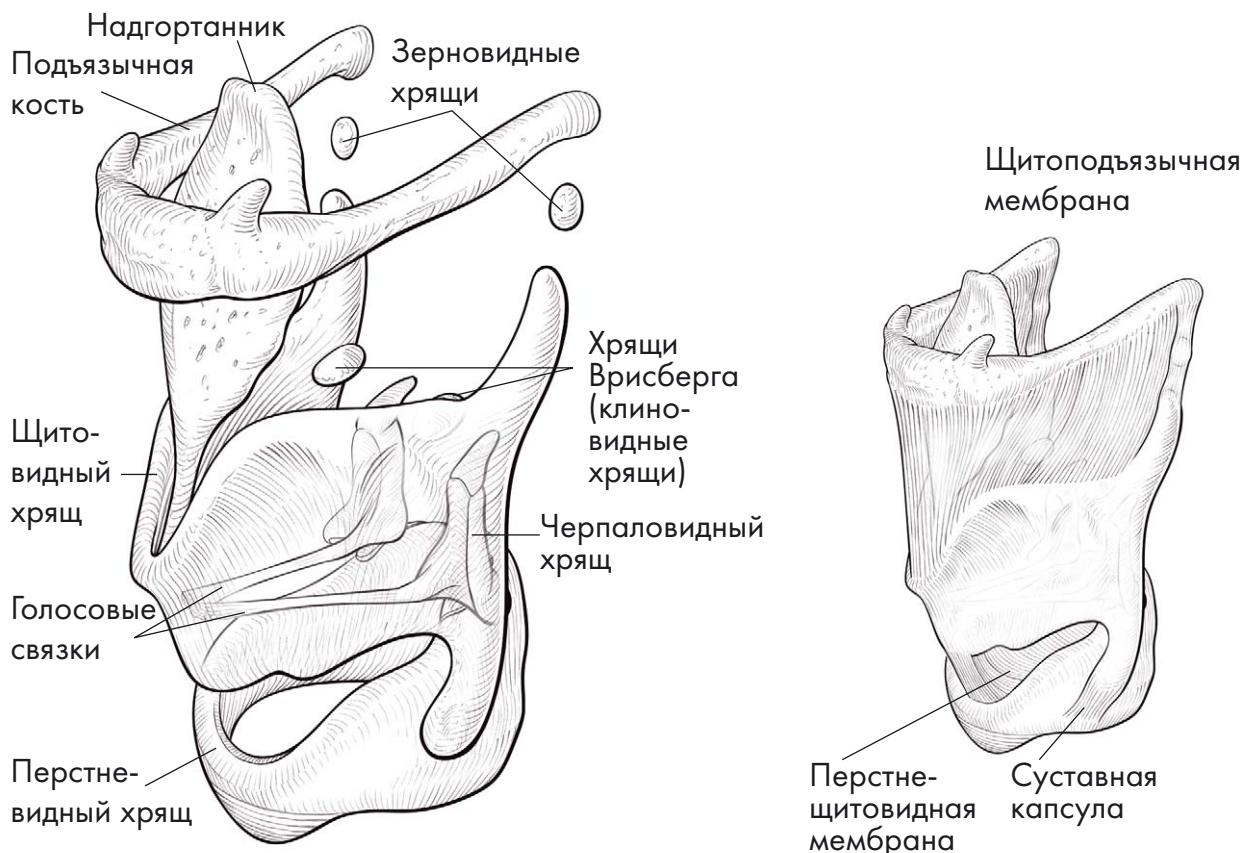


Рис. 2-3. Структура гортани



Рис. 2-4. Щитовидный, перстневидный и черпаловидные хрящи

находящаяся в основании языка, является важной частью каркаса гортани, поскольку гортань подвешена к подъязычной кости связкой, прикрепляющейся к верхнему рогу, а также щитоподъязычной мемброй. Направленный вниз выступ задней части пластиинки, называемый нижним рогом, образует шарнир с боковыми сторонами перстневидного хряща (Рис. 2-4).

Перстневидный, или кольцевой хрящ получил такое название из-за сходства с перстнем-печаткой — кольцом с большой плоской поверхностью для отпечатывания печати. Передняя часть перстневидного хряща узкая, ненамного толще нижележащих колец трахеи; задняя часть толще, потому что она служит местом прикрепления мышц, отводящих или раскрывающих голосовые складки, и поверхностью черпаловидных хрящей (Рис. 2-4).

Черпаловидные хрящи, сведенные вместе, напоминают кувшин; отсюда и их название (от греческого слова «кувшин»). Из-за своей формы черпаловидные хрящи также иногда называют «пирамидальными хрящами». У своего основания черпаловидный хрящ образует сустав, где он сидит на перстневидном хряще;

также существуют два выступа или угла: мышечный отросток и голосовой отросток. Мышечный отросток выступает наружу и назад и служит местом прикрепления задней и латеральной перстнечерпаловидных мышц; голосовой отросток выступает вперед и служит местом прикрепления голосовых складок (Рис. 2-4).

## Надгортанник

Надгортанник представляет собой широкий листовидный хрящ, расположенный в передней части гортани (Рис. 2-3 и 2-9). Он расположен вертикально и опускается вниз во время глотания, чтобы помочь направить пищу к пищеводу. Он прикрепляется своим основанием к щитовидному хрящу. Его края загнуты назад и вниз к черпаловидным хрящам, образуя своего рода воротник вокруг отверстия гортани, сформированный черпалонадгортанными складками. Вершина черпаловидного хряща не заостренная, а плоская; рожковидные хрящи (или хрящи Санторини) представляют собой небольшие конические структуры, продолжающие вершину черпаловидных хрящей и служащие местом прикрепления для черпало-надгортанных складок (см. Рис. 2-4 и 2-9). (Сами черпалонадгортанные складки

укреплены клиновидными хрящами, также называемыми хрящами Врисберга, которые представляют собой небольшие удлиненные хрящи, встроенные в черпалонадгортанные складки.) Этот воротник помогает предотвращать попадание пищи в гортань; наряду с крылом щитовидного хряща на другой стороне он образует канал, называемый грушевидным синусом, который позволяет жидкости проходить вокруг гортани в пищевод (см. Рис. 6-5).

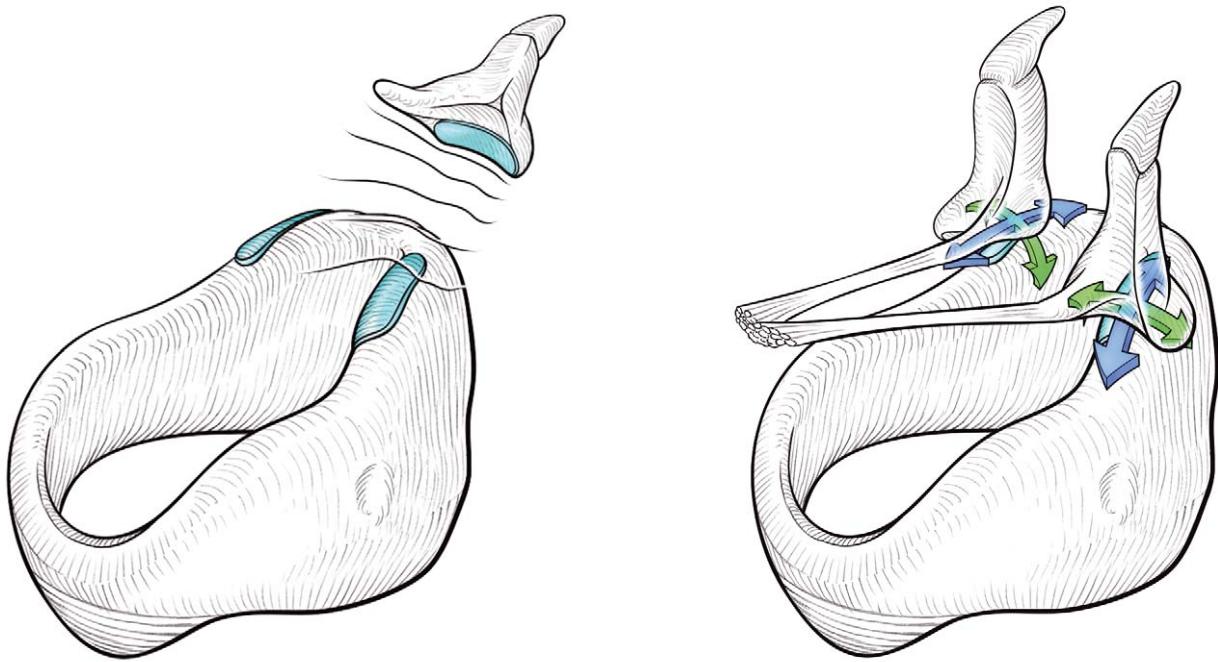
Это основные составляющие структуры гортани. Щитовидный и перстневидный хрящи и основание черпаловидных хрящей состоят из прочного гиалинового хряща, который с возрастом имеет тенденцию к окостенению; напротив, вершины черпаловидных хрящей, надгортанник, рожковидный и клиновидный хрящи остаются эластичными.

## Перстнечерпаловидный сустав

Перстнечерпаловидный сустав, образованный сочленением черпаловидных хрящей с перстневидным хрящом, является ключевым суставом, позволяющим открывать и закрывать голосовые складки. На тыльной стороне перстневидного хряща имеется небольшая вырезка; по обе стороны от этой выемки, находятся две эллиптические выпуклые грани, сочленяющиеся с черпаловидными хрящами, резко спускающиеся вниз и расходящиеся под углом 90° друг к другу (Рис. 2-5а). Черпаловидный хрящ

имеет вогнутое основание, которое хорошо подходит к выпуклой форме фасеток, образуя синовиальный сустав, окруженный суставной капсулой и укрепленный задней перстнечерпаловидной связкой (Рис. 2-5б).

Задняя перстнечерпаловидная связка начинается от перстневидного хряща и, направляясь веером вверх и наклонно вперед, прикрепляется к медиальной поверхности черпаловидного хряща посередине между голосовым и мышечным отростками (не изображено).



**Рис. 2-5. Перстнечерпаловидный сустав:** а) Суставные поверхности на перстневидном хряще; б) Движение черпаловидных хрящей по перстневидному хрящу

Черпаловидные хрящи движутся по перстневидным хрящам двумя способами: раскачиванием внутрь и наружу, а также медиальным и латеральным скольжением. Голосовые отростки сближаются,

когда черпаловидные хрящи качаются вниз и внутрь, и расходятся, когда они качаются вверх и наружу. Когда хрящи скользят назад, это сближает верхушки, но не голосовые отростки (Рис. 2-5б).

## Перстнешитовидный сустав

Другим основным суставом гортани является перстнешитовидный сустав, благодаря которому щитовидный хрящ двигается относительно перстневидного хряща. Мы только что видели, что нижние рога прокручиваются на перстневидном хряще. На боковых поверхностях перстневидного хряща, ближе к задним отделам, находится небольшая, выступающая над поверхностью суставная поверхность; она соединяется с небольшой поверхностью на внутренней поверхности нижнего рога (Рис. 2-6). Этот синовиальный сустав ограничен тремя связками. Задняя перстнешитовидная связка

прикрепляется к верхним сторонам пластинки перстневидного хряща и проходит вниз и наружу, где прикрепляется к нижнему рогу щитовидного хряща. Латеральная перстнешитовидная связка соединяет нижний рог с боковой поверхностью перстневидного хряща. Наконец, весь сустав заключен в капсулную связку, выстланную синовиальной оболочкой, которая смазывает сустав (см. вставку на Рис. 2-3).

В этом суставе происходят два движения: раскачивание или поворот щитовидного хряща по отношению к перстневидному хрящу; а также щитовидный хрящ может скользить

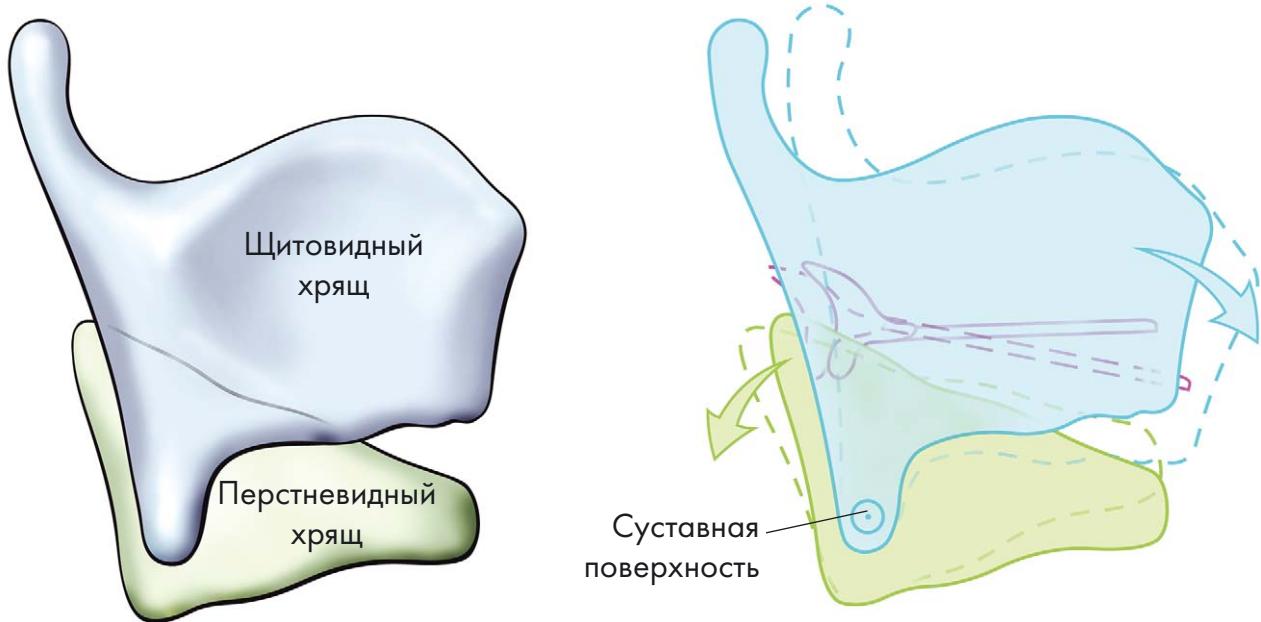


Рис. 2-6. Перстнещитовидный сустав

вперед из своего сочленения, тем самым сдвигаясь вперед по отношению к перстневидному хрящу. Эти действия, как мы увидим

позже, растягивают голосовые складки во время голосообразования и повышают высоту звука (Рис. 2-6; см. также Рис. 2-18).

## Эластический конус

Эластический конус, иногда также называемый перстнещитовидной мембраной, представляет собой эластичную мембрану, соединяющую верхнюю границу перстневидного хряща с голосовыми складками и передней частью щитовидного хряща (Рис. 2-7). Он имеет конусообразную форму (отсюда и название) и прикрепляется по всей окружности перстневидного хряща, сужаясь кверху, где соединяется с передней и задней частями щитовидного хряща и внутренними краями голосовых складок, представляя собой своего рода шатрообразную структуру, основанием которой является перстневидный хрящ, а вершиной — передняя часть щитовидного

хряща. Часть эластического конуса, которая соединяет верхнюю границу передней поверхности перстневидного хряща с нижней границей передней поверхности щитовидного хряща, иногда называют перстнещитовидной связкой или средней порцией перстнещитовидной мембранны. Эта центральная часть эластического конуса толще его боковых частей. Боковые части простираются от верхнего края перстневидного хряща до края голосовых складок, образуя мембрану от верхушки трахеи до голосовых складок. Эта мембра на обеспечивает своего рода основу для голосовых складок и, соответственно, переходит дальше в связочный аппарат или голосовые связки.

## Внутренняя часть гортани

Полость гортани простирается от входа в гортань до перстневидного хряща (Рис. 2-8). В коронарном срезе надгортанник представляет собой большой лоскут ткани, обеспечивающий доступ к гортани. Часть полости, лежащая над голосовыми складками, называется преддверием. Вход в гортань ограничен спереди надгортанником, сзади — черпаловидными хрящами и по бокам — черпалонадгортанными складками.

Голосовые складки на самом деле являются частью более крупного комплекса мышц с двумя брюшками или складками, верхней и нижней парой, которые иногда называют верхней и нижней щиточерпаловидными мышцами (Рис. 2-8). Верхние щиточерпаловидные мышцы прикрепляются спереди к щитовидному

хрящу, чуть ниже основания надгортанника, а сзади — к передней поверхности черпаловидных хрящей. Они не простираются внутрь до нижних складок, фактически не участвуют в фонации и поэтому иногда называются ложными складками; они более известны как вестибулярные складки. Их основная функция заключается в том, чтобы помочь истинным складкам плотно закрыть клапан. Благодаря своему наклону вниз они предназначены для сопротивления сильному давлению воздуха снизу и поэтому хорошо подходят для перекрытия дыхательных путей (см. Рис. 6-6).

Нижняя пара, или нижние щиточерпаловидные мышцы, представляют собой настоящие голосовые складки и известны как голосовые мышцы. Как мы вскоре увидим, внутренний край каждой складки образует голосовую связку. В отличие от розовой оболочки самих голосовых складок, эти связки имеют белый цвет. Их иногда называют голосовыми связками, в отличие от «вокальных губ» самих голосовых складок. Голосовые мышцы очень хорошо приспособлены для приема потока воздуха из легких и для эффективной вибрации.

Поскольку голосовая мышца, если смотреть сверху, лежит ближе к средней линии, чем верхняя щиточерпаловидная мышца, ее иногда называют «внутренней щиточерпаловидной мышцей», а верхнюю щиточерпаловидную мышцу (расположенную снаружи) — «наружной щиточерпаловидной мышцей». В настоящее время общепринято называть голосовой мышцей нижние, настоящие голосовые складки и щиточерпаловидной мышцей — верхние складки.

Между щиточерпаловидной и голосовой мышцами находится желудочек гортани, представляющий собой продолговатую полость (Рис. 2-8). Этот синус также имеет небольшие воздушные мешочки, которые в некоторых

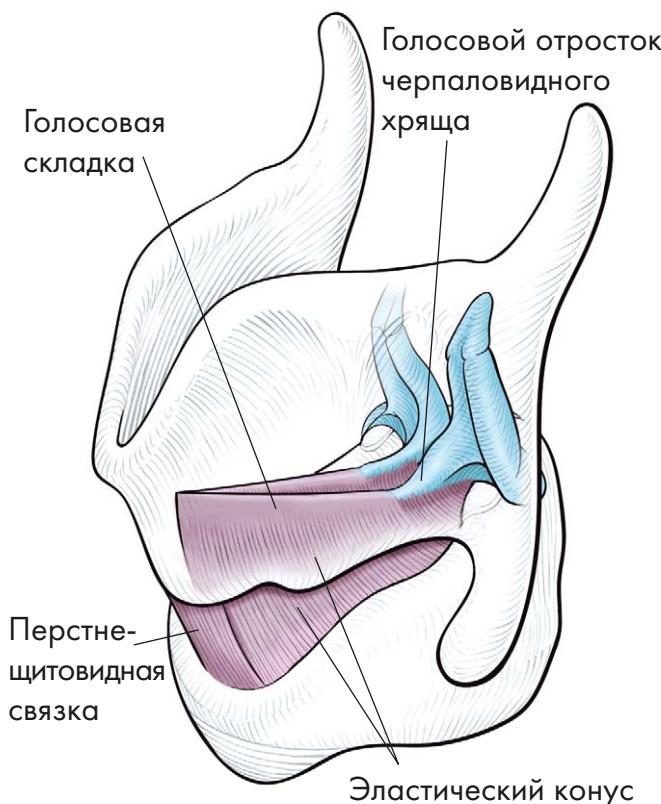


Рис. 2-7. Эластический конус

## Фронтальный срез

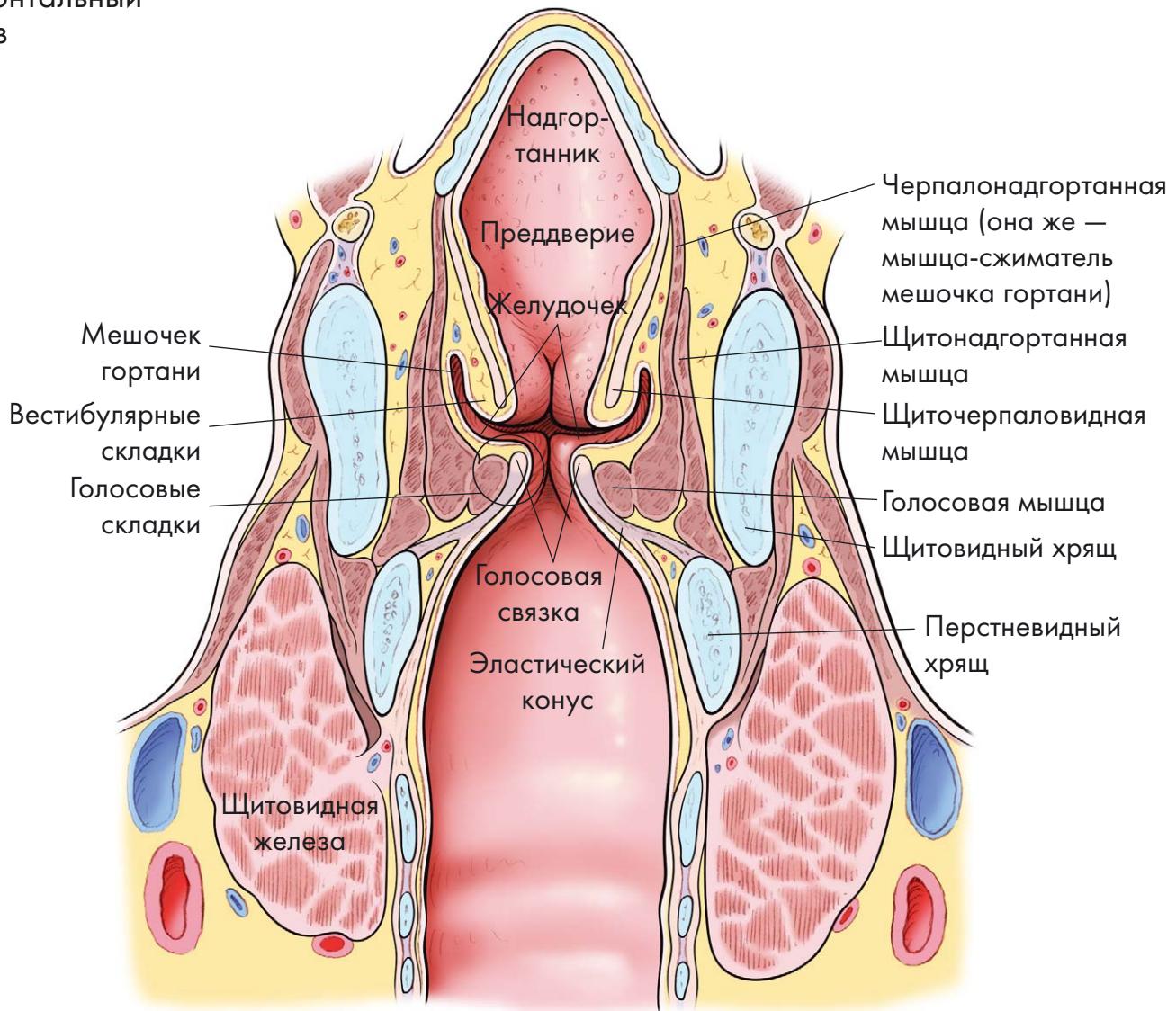


Рис.2-8. Внутренняя часть гортани

случаях заполнены воздухом. Желудочек гортани простирается вверх, образуя небольшой мешок (или полость) между верхней или ложной голосовой складкой и внутренней поверхностью

щитовидного хряща, который называется *sacculus laryngis*, или мешочек гортани. Этот мешок содержит железы, вырабатывающие слизь, и окружен черпалонадгортанными мышцами.

## Мышцы надгортанника

Черпало-надгортанская мышца начинает-  
ся от верхушки и передней поверхности

черпаловидного хряща и проходит по косой  
вверх, где соединяется с черпалонадгортанными

Вид сзади

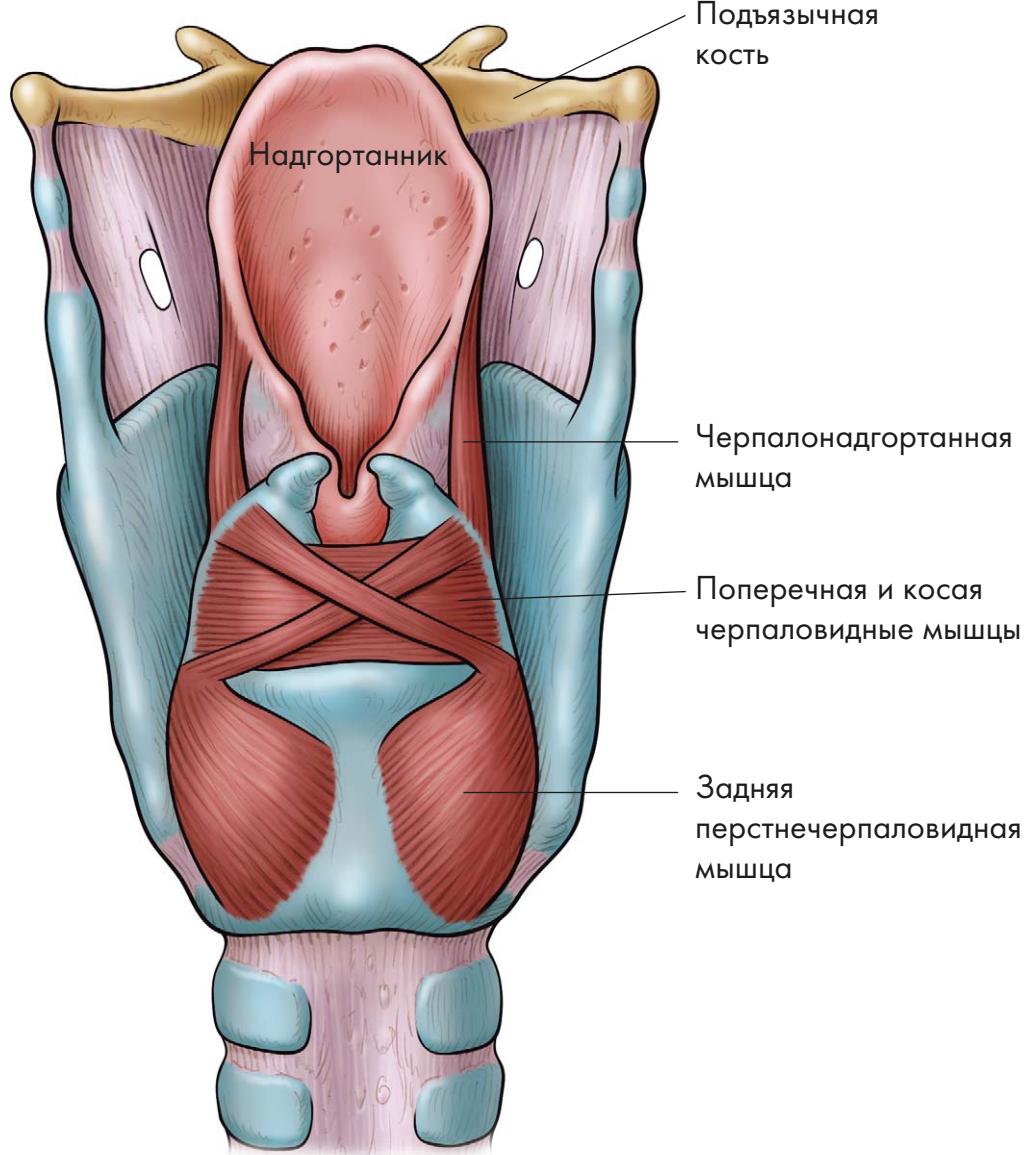


Рис. 2-9. Черпало-надгортанская мышца надгортанника

складками по бокам надгортанника (Рис. 2-9). Иногда эту мышцу описывают как состоящую из двух частей: верхней черпалонадгортанной мышцы, отходящей от верхушки и передней поверхности черпаловидного хряща, и переходящей в черпалонадгортанные складки, и нижней черпалонадгортанной мышцы, отходящей от передней поверхности черпаловидного хряща и переходящей в переднюю поверхность надгортанника. Верхняя порция этой мышцы

сужает вход в гортань, чтобы предотвратить попадание пищи в дыхательные пути при глотании. Нижняя часть этой мышцы, которую иногда также называют мышца-сжиматель мешочка гортани, сжимает мешочек; сжимая слизистые железы, эти мышцы помогают смазывать голосовые складки.

Щитонадгортанская мышца (*thyroepiglotticus*) отходит от внутренней поверхности щитовидного хряща сразу за щиточерпаловидной

Вид сзади  
по диагонали

Надгортанник

Подъязычная  
кость

Обрезанный  
край  
щитовидного  
хряща

Черпалонадгортанная  
мышца

Щитонадгортанная  
мышца

Щиточерпаловидная  
мышца

Латеральная  
перстнечерпаловидная  
мышца

Обрезанный край  
перстнешитовидной  
мышцы

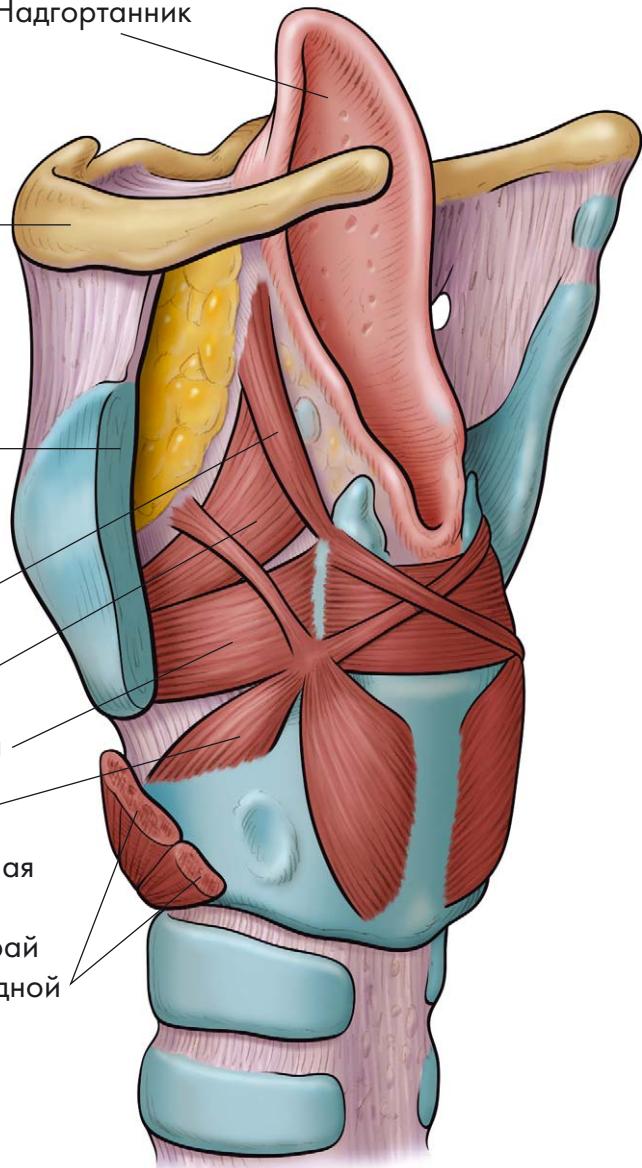


Рис. 2-10. Щитонадгортанная мышца надгортанника

мышцей. Ее волокна образуют наружную стенку мешочка гортани (*sacculus laryngis*), а также переходят в черпало-надгортанные складки

(Рис. 2-10). Это мышца, опускающая надгортанник, но также она помогает черпалонадгортанным мышцам сжимать мешочек гортани.

## Строение голосовых складок

Голосовые складки представляют собой чрезвычайно сложную мышцу, строение которой до конца

еще не изучено. Принято считать, что они преимущественно состоят из продольных волокон,

которые проходят по всей длине видимой части мышцы. В 1950-х годах некоторые исследователи утверждали, что ни одно из ее волокон не проходит по всей длине мышцы и что некоторые из них берут свое начало от черпаловидных хрящей и прикрепляются к голосовой связке (черпалоголосовая мышца), тогда как другие берут начало от щитовидного хряща и прикрепляются к голосовой связке (щитоголосовая мышца), создавая своеобразный диагональный рисунок. Когда мышцы сокращались, они фактически дергали голосовую связку, так что колебательное действие голосовых складок было не аэродинамическим и миоэластичным, а приводилось в действие нервными импульсами. Данная точка зрения (называемая «нейротаксической» или «нейрохронаксической» теорией) была отвергнута, но иногда по-прежнему используется терминология, соответствующая двум мышцам (*aguvocalis* и *thyrovocalis*). Также известно, что складки содержат некоторые мышечные волокна, идущие поперек основного направления продольных волокон; они могут играть роль в сжатии или утончении голосовых связок. В любом случае голосовые связки имеют очень тонкие волокна и способны сокращаться едва уловимым образом, так что эти волокна

играют существенную роль в тонкой настройке толщины голосовых связок и контроле их вибраций.

Под микроскопом голосовые складки состоят из пяти слоев: эпителия; поверхностного, промежуточного и глубокого слоев собственной пластинки; и тела самой голосовой мышцы. Эпителий образует внешний слой слизистой оболочки и помогает поддерживать смазку голосовых складок; каждый из последующих четырех слоев становится все более твердым, и вместе они обеспечивают жесткость и эластичность голосовых складок.

Эти пять слоев можно функционально разделить на три группы. Эпителий и первый слой собственной пластинки образуют рыхлую структуру слизистой оболочки, которая хорошо приспособлена для вибрации при прохождении воздуха через голосовую щель. Два более глубоких слоя собственной пластинки состоят из более плотно переплетенных коллагеновых волокон, образующих голосовую связку. При пении слой слизистой оболочки свободно вибрирует над голосовой связкой. Под слоем слизистой оболочки и голосовой связкой находится сама мышца, которая сама по себе довольно твердая и может стать еще более твердой при сокращении.

## Внутренние мышцы гортани

Существует пять внутренних мышц гортани. Первая из них, перстнещитовидная мышца, создает движение щитовидного хряща относительно перстневидного. Поскольку она расположена снаружи щитовидного хряща и иннервируется теми же нервами, что и наружные мышцы гортани, ведутся споры относительно того, следует ли ее относить к внешним, а не внутренним мышцам гортани. Перстнещитовидная мышца состоит из двух частей. Первая часть, называемая косой порцией, или *pars obliqua*, начинается с боковой части перстневидного хряща, идет

по направлению к его передней части и, проходя вверх и назад, прикрепляется к нижнему рогу и нижнему краю пластинки щитовидного хряща. Вторая часть, называемая прямой порцией, или *pars recta*, прикрепляется к перстневидному хрящу непосредственно спереди от косой порции и, проходя более вертикально вверх, прикрепляется к нижнему краю пластинки щитовидной железы (Рис. 2-11).

Голосовая мышца начинается на внутренней передней поверхности щитовидного хряща, по обе стороны от щитовидного угла,

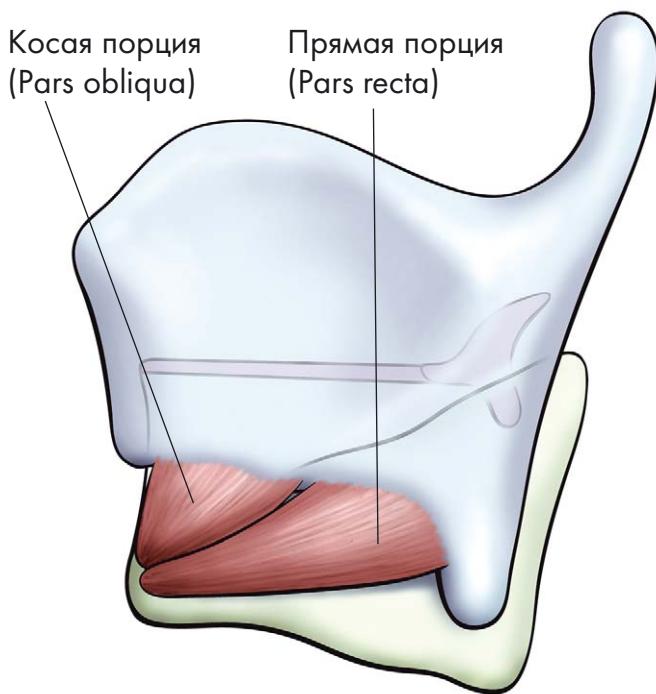


Рис. 2-11. Перстнешитовидная мышца

и прикрепляется к голосовому отростку черпаловидного хряща (Рис. 2-12). Как мы уже видели, в области внутреннего края голосовой мышцы находится связка, которая является продолжением эластического конуса. Эта связка прикрепляется к кончику голосового отростка; сама голосовая мышца прикрепляется к кончику голосового отростка непосредственно рядом с голосовой связкой и латеральнее от передней поверхности голосового отростка (см. Рис. 2-7 и 2-8).

Щиточерпаловидная мышца берет начало от верхнего края угла щитовидного хряща, слегка направляется книзу и образует широкое прикрепление к черпаловидному хрящу — от голосового отростка к мышечному отростку. Она располагается латеральнее волокон голосовой мышцы (Рис. 2-12).

Голосовая щель — это щель, или отверстие между голосовыми складками. У мужчин ее длина составляет в среднем 23 мм, или чуть меньше дюйма; у женщин — в среднем 19 мм

в длину, или около трех четвертей дюйма. Около трех пятых этой длины, называемой голосовой порцией, приходится на мышечную часть голосовых складок; остальные две пятых состоят из черпаловидных хрящей и называются дыхательной порцией. Голосовая щель меняет свою форму в зависимости от того, отведены или приведены голосовые складки; даже когда сами складки сближены, как это происходит при фонации, между черпаловидными хрящами все же может быть щель. Острый угол голосовой щели, где голосовые складки прикрепляются к щитовидному хрящу, называется передней комиссурой (Рис. 2-13).

Задняя перстнечерпаловидная мышца — самая большая внутренняя мышца гортани. Вдоль задней пластинки перстневидного хряща проходит выступающий вертикальный гребень; мышца прикрепляется в области впадин по обе стороны от этого центрального гребня. Ее волокна проходят вверх и наружу, где прикрепляются

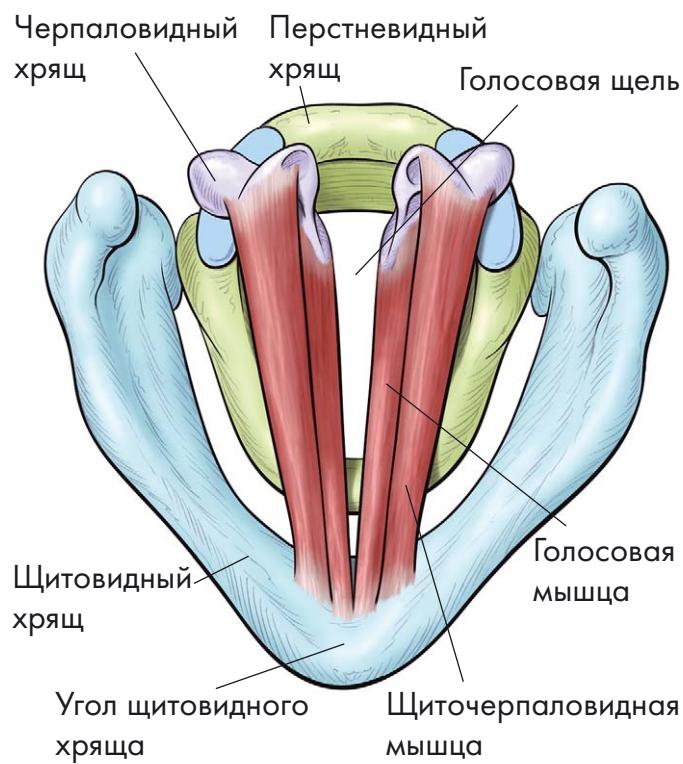


Рис. 2-12. Вид сверху на голосовую и щиточерпаловидную мышцы

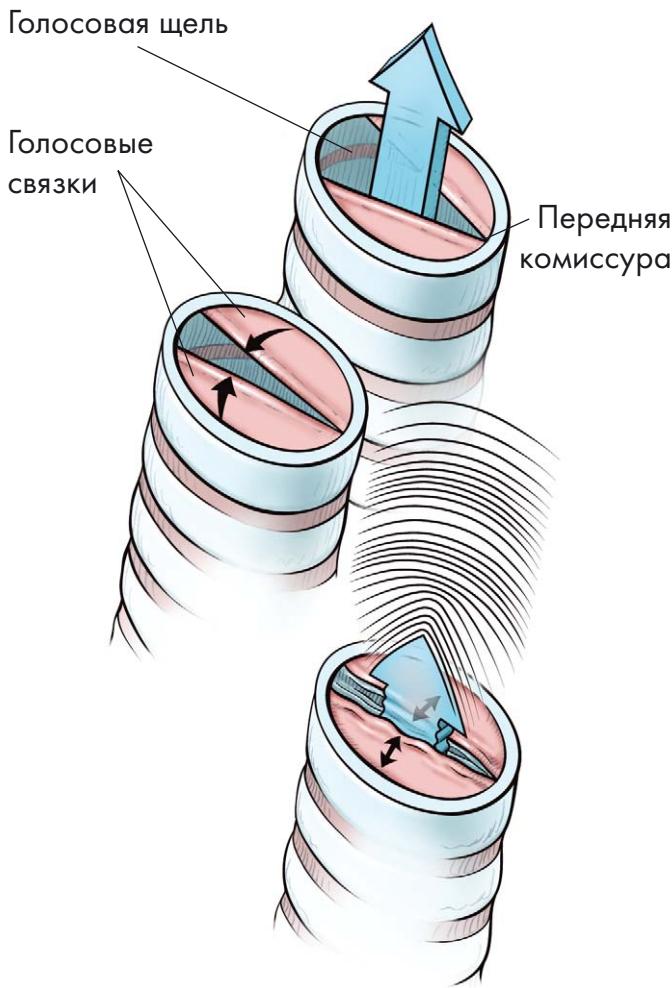


Рис. 2-13. Голосовая щель

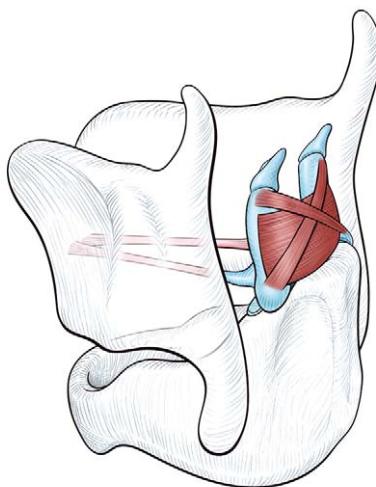


Рис. 2-16. Поперечная  
и косая черпаловидные мышцы

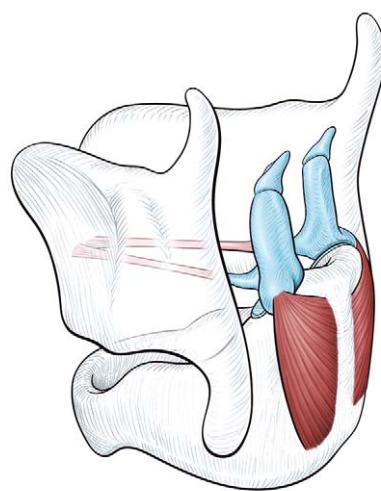


Рис. 2-14.  
Задняя перстнечерпаловидная мышца

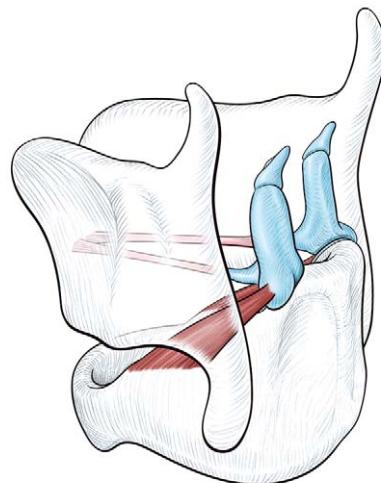


Рис. 2-15. Латеральная  
перстнечерпаловидная мышца

к мышечному отростку черпаловидного хряща, причем верхние волокна проходят почти горизонтально, а нижние волокна проходят почти вертикально вверх и сливаются в одной и той же точке на черпаловидном хряще (Рис. 2-14).

Латеральная перстнечерпаловидная мышца расположена по бокам перстневидного хряща. Она начинается от наружной поверхности боковой стороны перстневидного хряща

и его верхнего края. Ее волокна проходят косо вверх и назад и прикрепляются к мышечному отростку черпаловидного хряща (Рис. 2-15).

Поперечная и косая черпаловидные мышцы расположены сзади от черпаловидных хрящей и занимают углубления позади каждого

черпаловидного хряща. Поперечная черпаловидная мышца начинается от наружного края задней поверхности одного черпаловидного хряща и прикрепляется к другому. Косые волокна проходят от основания одного черпаловидного хряща к верхушке другого (Рис. 2-16).

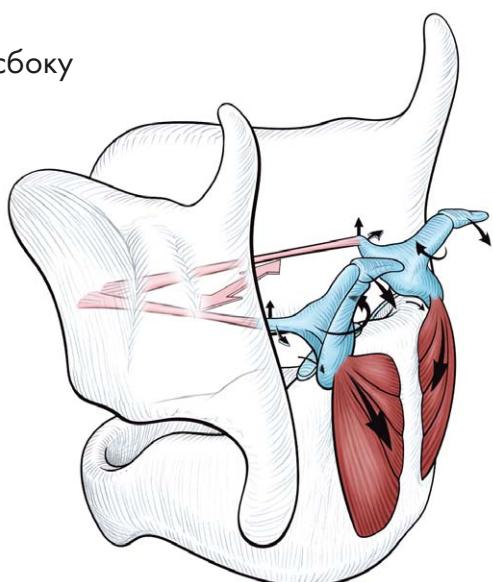
## Действие внутренних мышц гортани

Действие внутренних мышц гортани можно разделить на четыре категории:

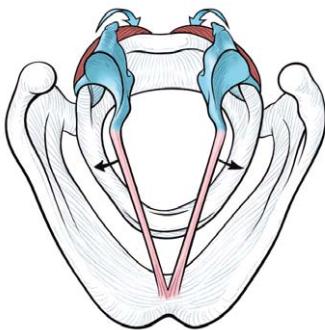
- Те, которые открывают голосовую щель за счет отведения голосовых складок (Рис. 2-17);

Вид

сзади-сбоку



Вид сверху



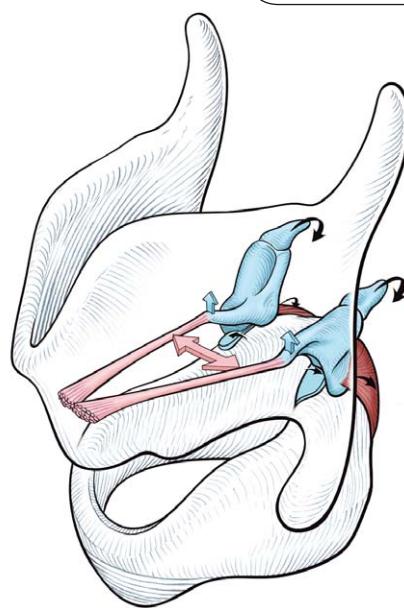
- Те, которые закрывают голосовую щель, сводя голосовые складки (Рис. 2-18 и 2-19);
- Те, которые удлиняют голосовые складки (Рис. 2-20);

Задние

перстнечерпаловидные мышцы тянут мышечный отросток черпаловидных хрящев такими образом, что они поворачиваются наружу, полностью разводя голосовые складки.

Вид

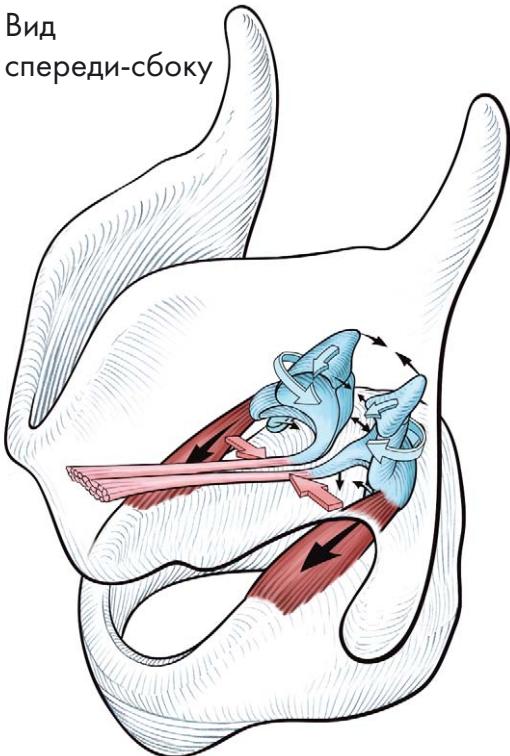
спереди-сбоку



Одновременно с этим черпаловидные хрящи перекатываются назад, так что они тянут голосовые складки в стороны, назад и вверх.

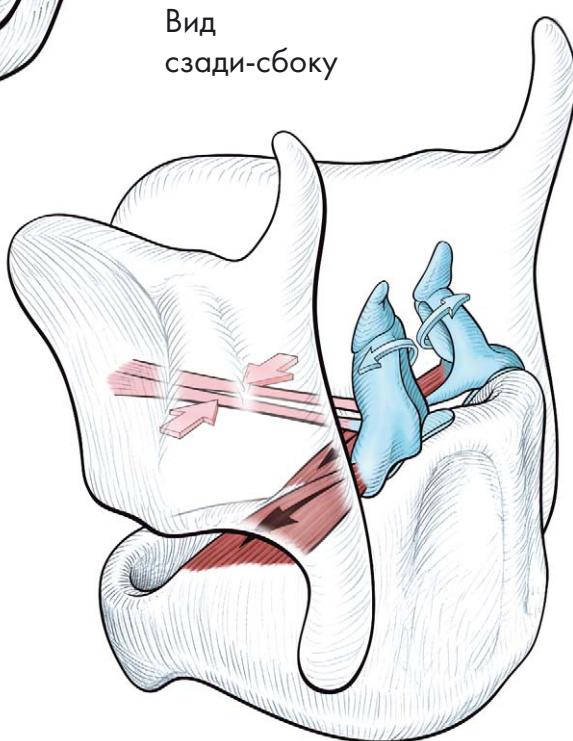
Рис. 2-17. Действие задних перстнечерпаловидных мышц-открывателей

Вид  
спереди-сбоку



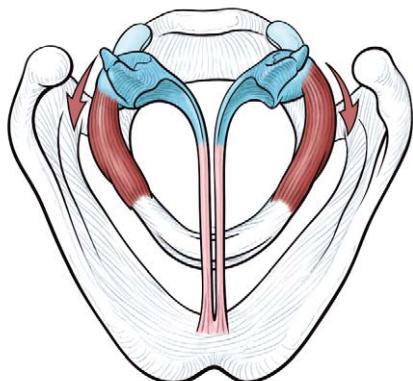
Латеральные перстнечерпаловидные мышцы поворачивают черпаловидные хрящи внутрь, в противоположном направлении, тем самым не разводя, а, наоборот, сближая голосовые отростки. Это действие приближает голосовые складки друг к другу по всей их длине, но оставляет треугольную щель между черпаловидными хрящами, которые остаются на расстоянии друг от друга.

Вид  
сзади-сбоку



В то же время они перекатывают черпаловидные хрящи вперед, опять же в направлении, противоположном натяжению задних перстнечерпаловидных мышц.

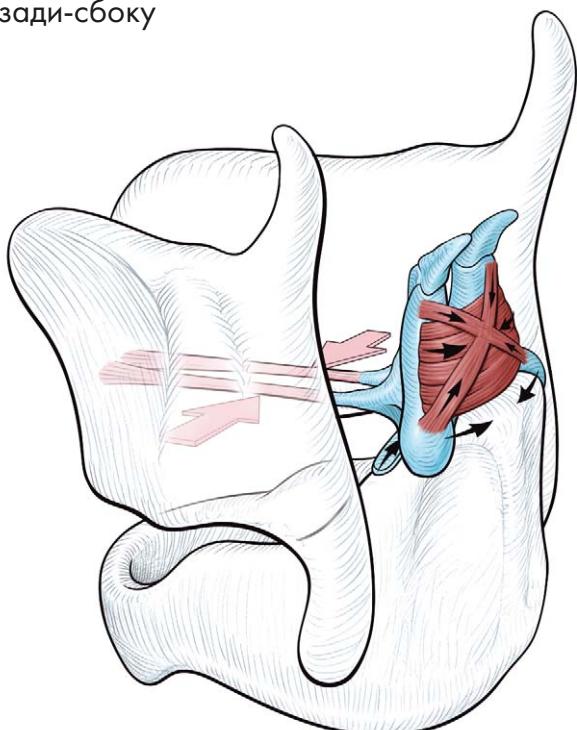
Вид сверху



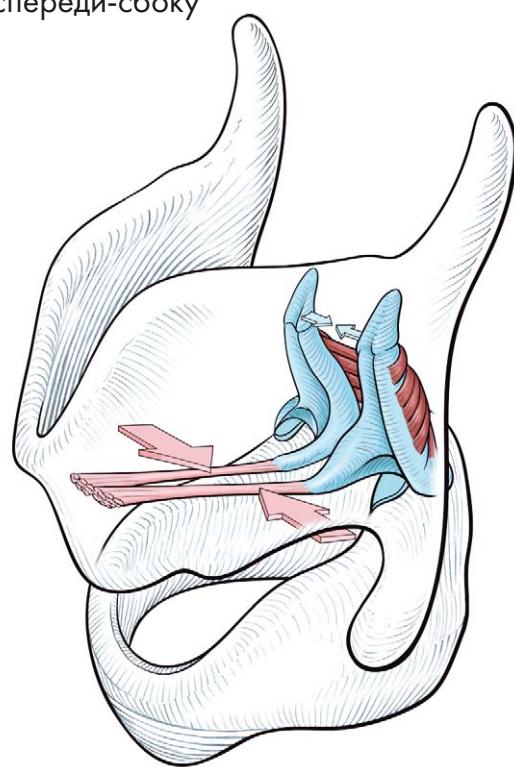
Это создает так называемое положение «для шепота», при котором воздух не может выйти через голосовую часть голосовой щели и выходит только через ее дыхательную часть.

Рис. 2-18. Действие латеральных перстнечерпаловидных мышц, закрывающих голосовую щель

Вид  
сзади-сбоку



Вид  
спереди-сбоку



Поперечная и косая черпаловидные мышцы сближают черпаловидные хрящи так, что две голосовые складки прилегают друг к другу по всей своей длине, как, например, это бывает при фонации.

Вид сверху

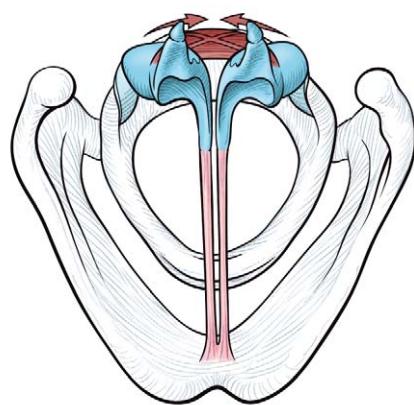


Рис. 2-19. Действие поперечной и косой черпаловидных мышц, закрывающих голосовую щель

- Те, которые укорачивают и расслабляют голосовые складки — тензоры (Рис. 2-21).

Растяжение голосовых складок осуществляется перстнешитовидной мышцей (Рис. 2-20), которая прикрепляется к перстневидному и щитовидному хрящам и стягивает два хряща вместе таким образом, что расстояние между двумя концами голосовых складок увеличивается, создавая их растяжение. Выше мы видели, что перстнешитовидная мышца имеет две части: вертикальную часть (pars recta) и косую часть (pars obliqua). Косая часть перстнешитовидной мышцы тянет щитовидный хрящ вперед по отношению к перстневидному хрящу (это называется смещение); вертикальная часть тянет щитовидный хрящ вниз, так что он поворачивается или вращается в перстнешитовидном суставе (Рис. 2-21). Щитовидный хрящ вращается и вытягивается вперед, что растягивает голосовые складки за счет увеличения расстояния между их прикреплениями на каждом конце. Если щитовидный хрящ зафиксирован внешними мышцами, перстневидный хрящ будет двигаться относительно щитовидного хряща, а не наоборот. Однако в любом случае голосовые складки будут растягиваться.

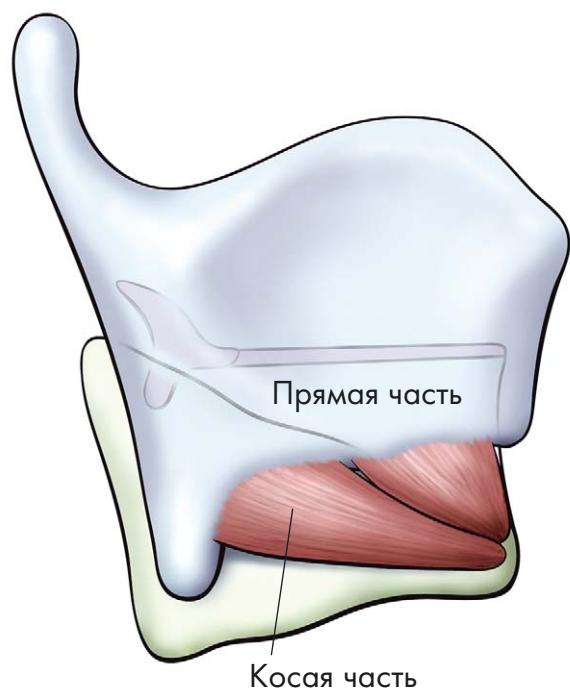


Рис. 2-20. Перстнешитовидная мышца, мышца растяжения

К мышцам, изменяющим натяжение голосовых складок, относятся щиточерпаловидная и голосовая мышцы (Рис. 2-22), которые, сокращаясь, тянут черпаловидные хрящи к щитовидному хрящу, тем самым укорачивая (или расслабляя) голосовые складки.

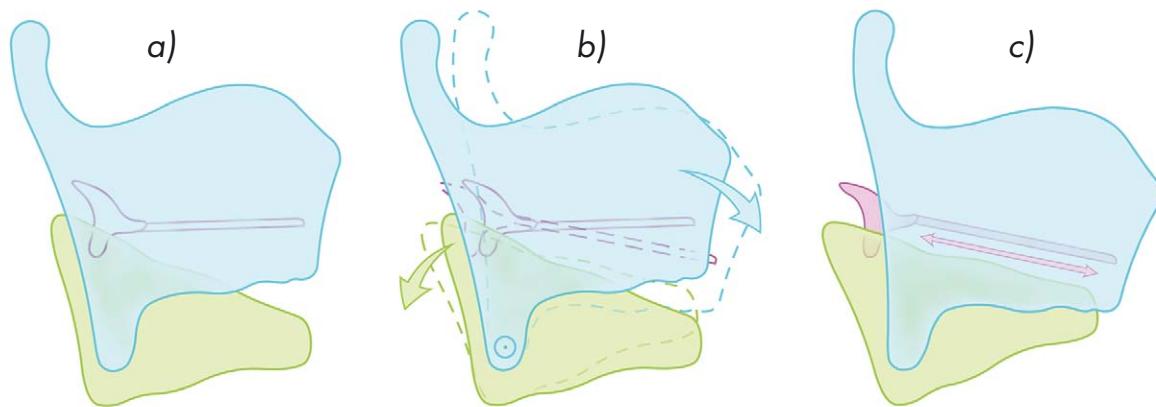
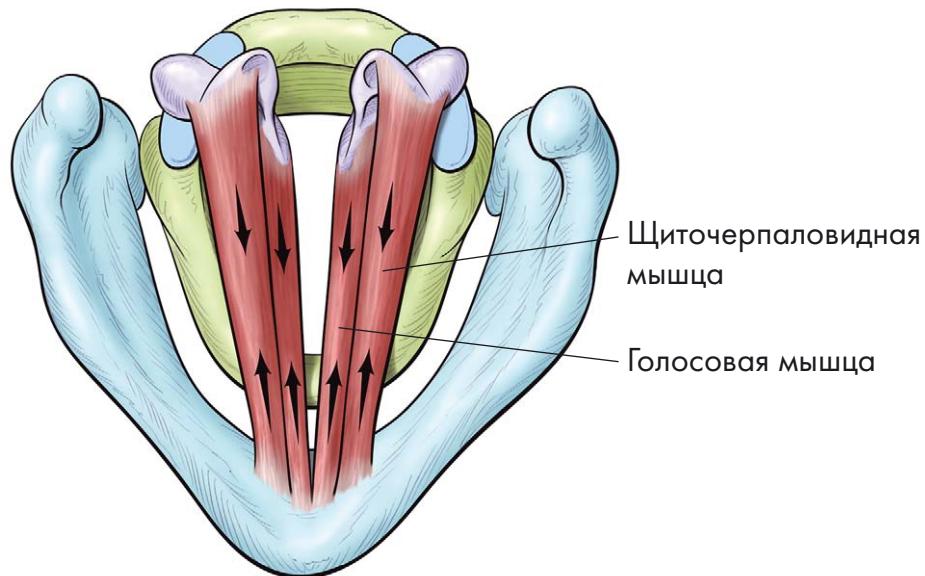


Рис. 2-21. Растяжение голосовых связок



*Рис. 2-22. Мышцы, изменяющие напряжение гортани*

Таким образом, действие голосовых и щиточерпаловидных мышц регулирует эластичность и напряжение голосовых складок, тем самым поддерживая закрытие голосовой щели.

Действуя вместе, щиточерпаловидная, по-перечная черпаловидная и черпало-надгортанная мышцы плотно смыкают голосовую щель; это происходит во время глотания и когда мы кашлем или задерживаем дыхание.

## **Антагонистическая работа перстнещитовидной и щиточерпаловидной мышц**

Как мы увидели ранее, основной мышцей, растягивающей голосовые складки, является перстнещитовидная мышца, которая, сдвигая щитовидный и перстневидный хрящ по отношению друг к другу, разводит противоположные концы голосовой мышцы, удлиняя последнюю. В противовес этому действию работают голосовые и щиточерпаловидные мышцы, которые, наоборот, сближают два конца голосовых складок. При обычной речи или грудном голосе голосовые мышцы должны активно работать, и им требуется противостоящая натягивающая

сила перстнещитовидной мышцы для обеспечения их правильной работы.

### **Перстнещитовидная и щиточерпаловидная мышцы-антагонисты**

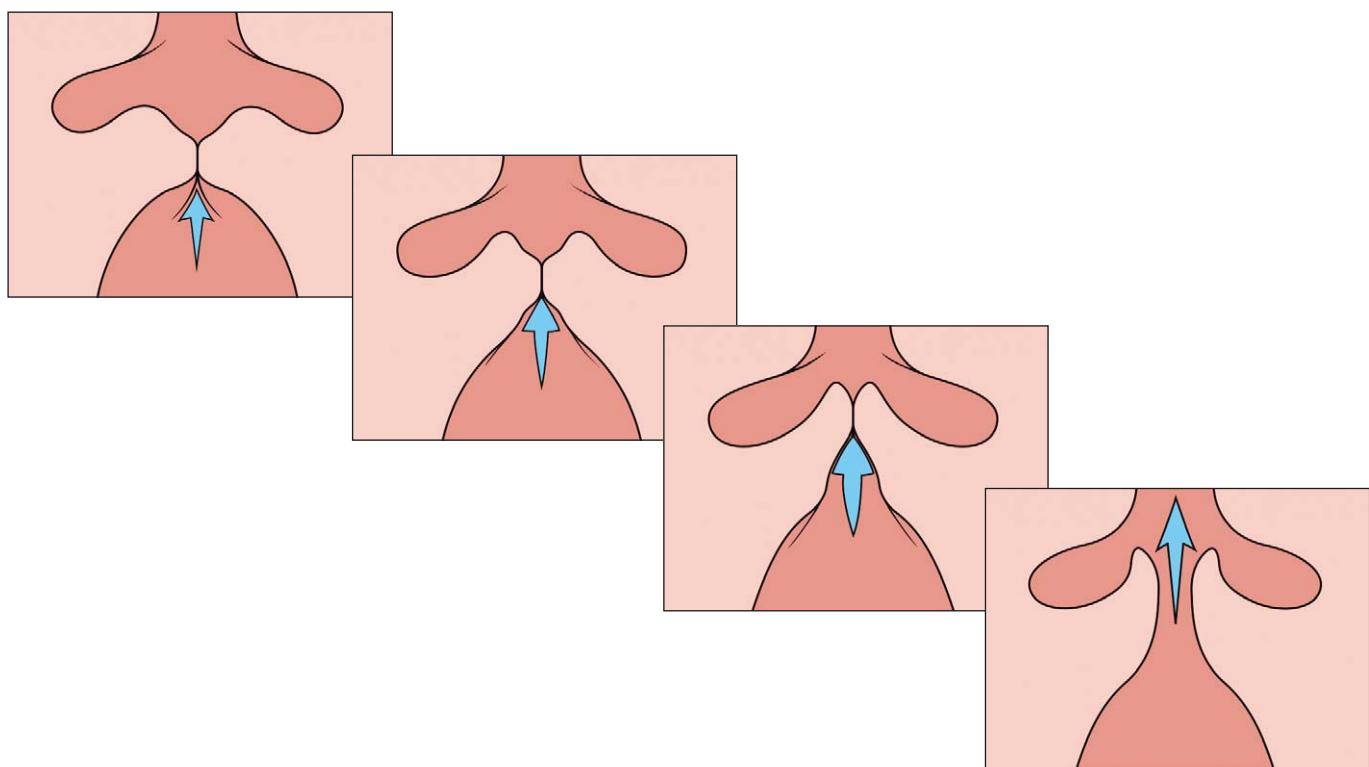
Для того чтобы голосовая мышца находилась в растянутом состоянии, черпаловидные хрящи должны быть зафиксированы; иначе, сила, прилагаемая напрягающими (голосовыми)

и растягивающими (пертснешитовидными) будет просто тянуть черпаловидные хрящи вперед, по направлению к щитовидному хрящу.

### **Закрытие голосовой щели и сжатие в медиальных отделах (медиальная компрессия)**

Когда концы голосовых складок раздвигаются в противоположных направлениях за счет работы перстнешитовидной мышцы, голосовые складки растягиваются и становятся тоньше. Это приводит к их неполному смыканию по центру, то есть они не полностью сближаются, даже несмотря на то, что поперечная черпаловидная мышца сближает черпаловидные хрящи. Латеральная перстнечерпаловидная мышца играет крайне важную роль в закрытии голосовой щели, осуществляя сжатие в медиальных отделах и таким образом сводя голосовые складки вместе.

Голосовые мышцы должны также активно работать, так как отсутствие активности со стороны черпаловидных мышц может обеспечить сведение, если сами голосовые складки полностью расслаблены. Напряжение голосовых мышц сводит голосовые складки вместе, что, в свою очередь, требует антагонистического действия со стороны задних перстнечерпаловидных мышц для фиксирования черпаловидных хрящей. Таким образом, работа поперечных черпаловидных мышц сближает голосовые складки; работа латеральных перстнечерпаловидных мышц усиливает сжатие в медиальной области голосовых складок; работа перстнешитовидной мышцы растягивает голосовые складки и противодействует тяге голосовых мышц; работа голосовых мышц сжимает сами голосовые складки; работа задних перстнечерпаловидных мышц фиксирует черпаловидные хрящи — очень активная и синергетическая (взаимоусиливающая) скоординированная работа мышц.



**Рис. 2-23. Волнообразное движение голосовых складок**

## Работа мышц горлани в грудном регистре

При грудном голосе поперечные черпало-видные мышцы принимают активное участие в сближении голосовых складок, но работают лишь слегка. Перстнешитовидные мышцы активны в регулировании высоты тона, повышая интенсивность своей работы при высоком тоне. Голосовая мышца является антагонистом

для перстнешитовидной мышцы; оказывая сопротивление эффекту растяжения, который создает перстнешитовидная мышца, толстая голосовая мышца вибрирует с большой амплитудой по всей своей поверхности, производя волнообразное движение, которое начинается снизу и, поднимаясь вверх, создает

Голосовые складки  
при грудном голосе

При вибрации весь объем  
одной голосовой складки  
соприкасается с другой.

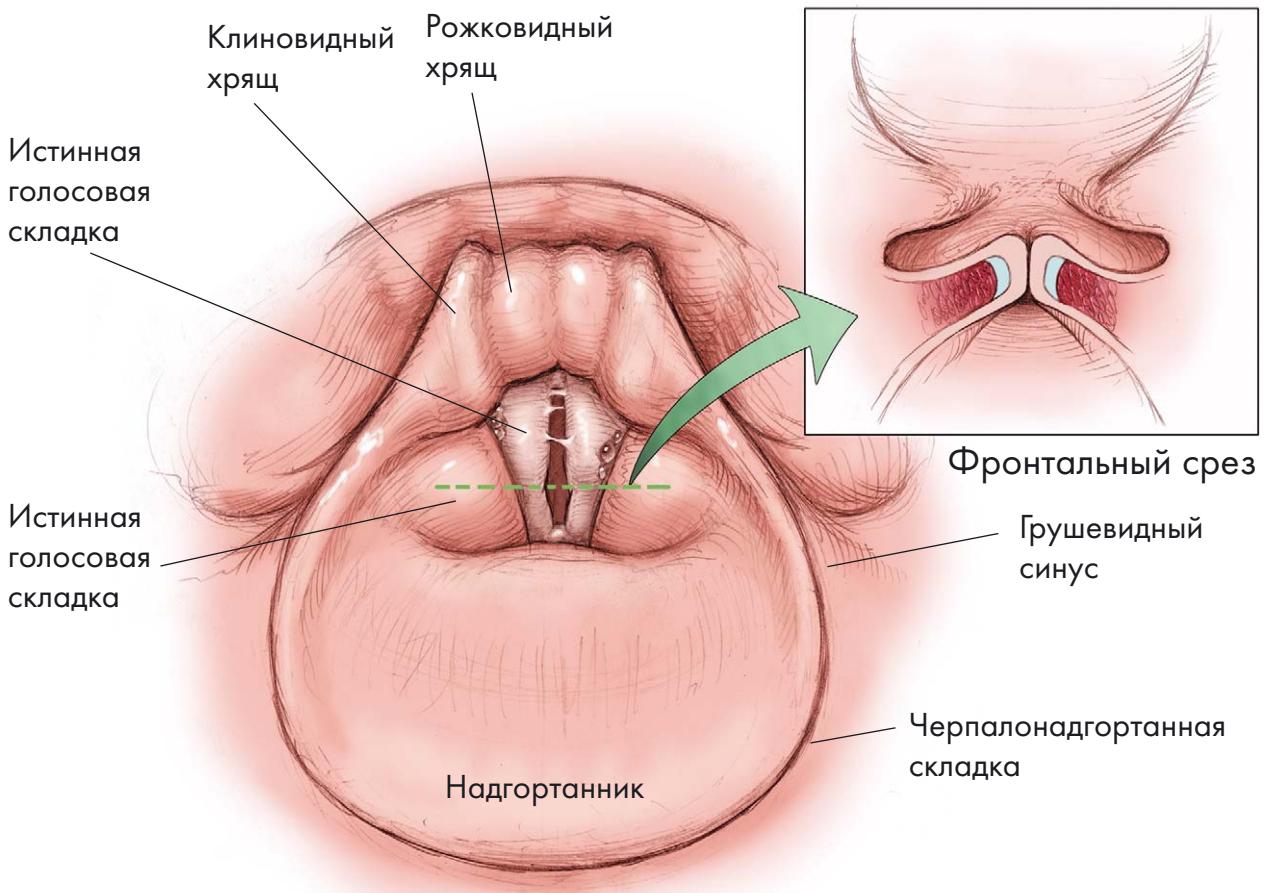


Рис. 2-24. Голосовые складки при грудном голосе: голосовые складки расслаблены и слабо вибрируют, создавая насыщенный грудной голос

богатые гармоники грудного голоса (Рис. 2-23 и 2-24). Активность голосовой мышцы также способствует повышению высоты тона и увеличению его интенсивности. Чтобы закрепить черпаловидные хрящи, не давая им поддаваться натяжению, активируется задняя перстнечерпаловидная мышца. Латеральные перстнечерпаловидные мышцы слабо активны

в обеспечении сокращения голосовых складок в их медиальной части. Поскольку складки имеют тенденцию расходиться при натяжении, и поскольку сближение поперечных черпаловидных мышц не сближает голосовые отростки, латеральные перстнечерпаловидные мышцы играют важную роль в полном закрытии голосовой щели.

## Работа мышц горлани в регистре фальцета

В фальцетном регистре голосовые складки сближаются поперечными черпаловидными мышцами. Перстнешитовидная мышца активна

только в нижней части фальцетного диапазона; в момент максимального растяжения голосовых складок активность перстнешитовидной мышцы

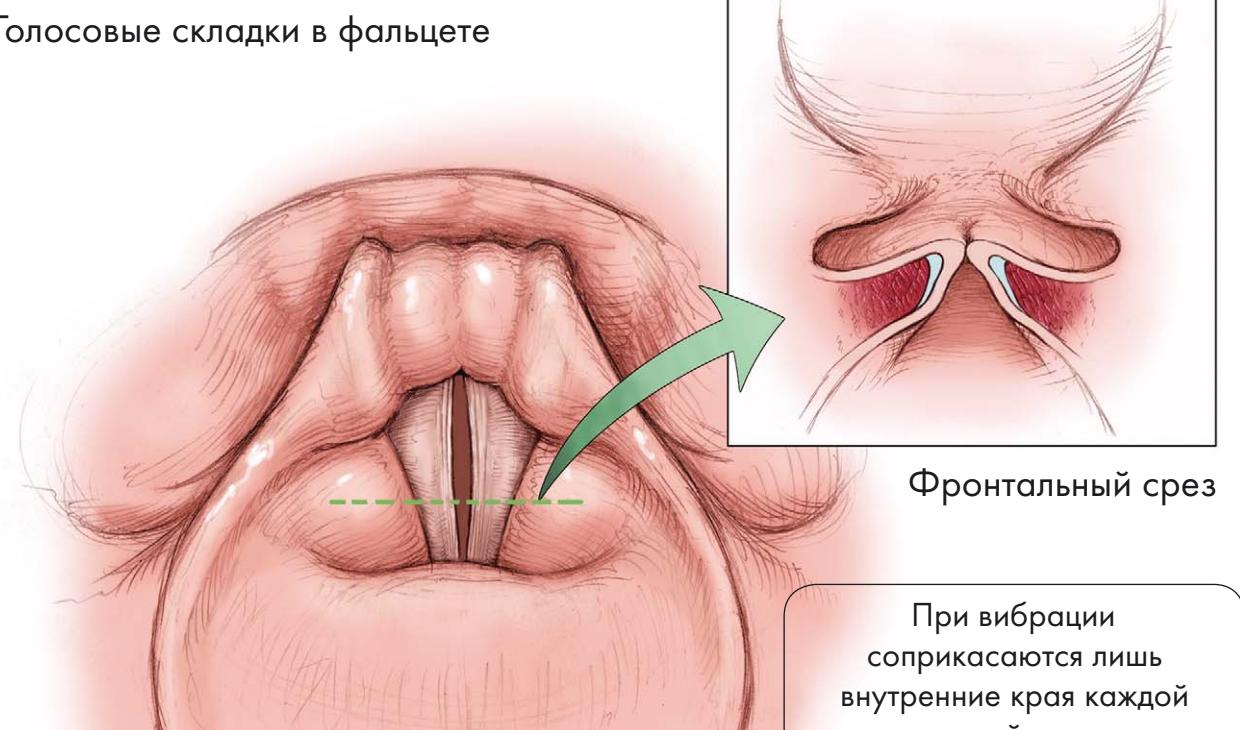


Рис. 2-25. Голосовые складки при фальцете: голосовые складки натянуты и вибрируют быстрее, производя флейтоподобный звук фальцета

максимальна. Голосовые мышцы достаточно расслаблены, что позволяет перстненщитовидной мышце, — благодаря тому, что ей не противодействует напрягающее действие голосовой мышцы, — активно растягивать голосовые складки (Рис. 2-25). Поскольку складки растягиваются, они также истончаются, а их амплитуда увеличивается; поскольку голосовые складки больше не вибрируют волнообразным движением, и двигаются лишь голосовые связки, это создает тонкий звук фальцета. Голосовая мышца слегка сокращается, чтобы регулировать высоту звука, но гораздо меньше, чем при грудном голосе. Противодействуя этому натяжению, задние перстнечерпаловидные мышцы должны

быть слегка активны, чтобы зафиксировать черпаловидные хрящи. Поскольку голосовые складки растянуты и истончены, при фальцете они имеют тенденцию не смыкаться, что препятствует полному закрытию голосовой щели. Для того чтобы противостоять этой тенденции к несмыканию, должны активно работать латеральные перстнечерпаловидные мышцы, поддерживая медиальную компрессию голосовых складок. Кроме того, поскольку голосовые складки не увеличиваются в длину в верхних октавах фальцета, высота звука определяется продольным напряжением голосовых складок, чему способствуют внешняя мускулатура, а также давление дыхания.

## Работа мышц горлани в головном регистре

Головной голос образуется несколькими элементами грудного голоса в сочетании с регистром фальцета. Чтобы воспроизвести более высокие частоты головного голоса, перстненщитовидная мышца должна активно работать, полностью растягивая голосовые складки. Однако, что касается голосовой мышцы, то для поддержания полного тона головного голоса она сокращается и продолжает активно вибраторовать, как и при грудном голосе. Поскольку голосовые складки активны, они сокращаются меньше, чем при фальцете, и поэтому воздух используется более эффективно, и для воспроизведения звука требуется меньше дыхания. Кроме того, активность голосовых мышц способствует большему сопротивлению голосовой щели, что приводит к более высокой аэродинамической эффективности. Поперечные черпаловидные мышцы также должны быть

активны, чтобы поддерживать сближение голосовых складок, интенсивность тона и эффективность дыхания. Активность латеральных перстненщитовидных мышц также высока; они способствуют медиальному сжатию голосовой щели, в то время как складки находятся в состоянии максимального удлинения и напряжения. Поскольку черпаловидные хрящи должны быть зафиксированы, чтобы не поддаваться этому сильному натяжению, задние перстнечерпаловидные мышцы также очень активны в головном голосе. Как и при фальцете, здесь голосовые складки максимально растянуты, так что повышение высоты тона связано с увеличением продольного натяжения голосовых складок. Это, а также необходимость поддерживать полное растяжение голосовых складок посредством активной голосовой мышцы, требует очень активной работы внешней мускулатуры.

## ГЛАВА 3

# НАРУЖНЫЕ МЫШЦЫ ГОРТАНИ

Мы видели, что гортань и ее внутренние мышцы регулируют работу голосовых складок таким образом, чтобы они эффективно вибрации, создавая едва уловимые нюансы в тембре, фокусе и высоте тона. Будучи звукообразующим механизмом, гортань является основным органом голоса. Но гортань также подвешена к сети мышц глотки, которые воздействуют на нее извне и, таким образом, образуют ее наружную мускулатуру.

Наружные мышцы гортани выполняют две функции. Во-первых, они помогают глотать. В предыдущей главе мы видели, что основная функция гортани — перекрывать дыхательные пути, чтобы предотвратить попадание пищи. Для дополнительной защиты дыхательных путей наружные мышцы, прикрепленные к подъязычной кости и гортани, тянут гортань вверх и вперед. Это убирает гортань с пути движения пищи и помогает закрыть вход в гортань, обеспечивая попадание пищи в пищевод, а не в трахею (см. врезку на стр. 66).

Наружные мышцы также играют решающую роль в голосообразовании. Для того, чтобы гортань эффективно функционировала в качестве звукообразующего органа, ее деятельности не должно препятствовать мышечное напряжение, и глотка, являющаяся резонирующей камерой, должна быть открыта. Однако, как правило, когда мы поем, в игру вступают мышцы, связанные с глотанием, которые поднимают и сужают гортань, особенно когда мы поем фальцетом или головным регистром. Чтобы поддерживать низкое положение гортани, а глотку — открытой, действию глотательных мышц, которые поднимают гортань, должны противодействовать мышцы, тянувшие гортань вниз и, таким образом, выступающие в роли антагонистов поддерживающих ее в сети мышц. Это позволяет повышать высоту звука, не мешая вибрирующему действию гортани, и сохранять глотку открытой. Задействование поддерживающих мышц таким образом является одним из самых важных навыков, которым должен овладеть обученный певец.

## Мышцы, подвешивающие гортань

Во время пения гортань подвешена на четырех мышцах. Ранее мы уже видели, что подъязычная кость расположена непосредственно над щитовидным хрящом, который подведен к подъязычной кости щитоподъязычной связкой. Щитоподъязычной связке соответствует щитоподъязычная мышца, которая вверху

соединяет щитовидный хрящ с подъязычной костью, тем самым поддерживая гортань сверху. Щитоподъязычная мышца, являясь продолжением грудино-щитовидной мышцы, берет свое начало на косой линии щитовидного хряща непосредственно перед грудино-щитовидной мышцей и идет вертикально вверх,

прикрепляясь к телу и рогу подъязычной кости (Рис. 3-1).

Еще одной важной мышцей, поднимающей гортань, является шилоглоточная мышца. На височных костях у основания черепа имеются два небольших острых выступа, называемых шиловидными отростками (Рис. 3-2). Шилоглоточная мышца начинается от основания шиловидных отростков и, наклоняясь вперед, прикрепляется к заднему краю щитовидного хряща и к обеим сторонам стенок глотки, которую мы рассмотрим в четвертой главе. Шилоглоточная мышца непосредственно

соединяет щитовидный хрящ, а также стенки глотки с шиловидным отростком, подтягивая гортань и глотку вверх (Рис. 3-1).

Направленной вверх силе этих мышц противостоит грудино-щитовидная мышца, которая берет начало на внутренних поверхностях грудины и первого ребра и прикрепляется к косой линии на крыле щитовидного хряща (Рис. 3-1).

Еще одной важной поддерживающей мышцей является перстнеглоточная мышца, фиксирующая щитовидный хрящ гортани сзади от глотки и пищевода. Эта мышца начинается

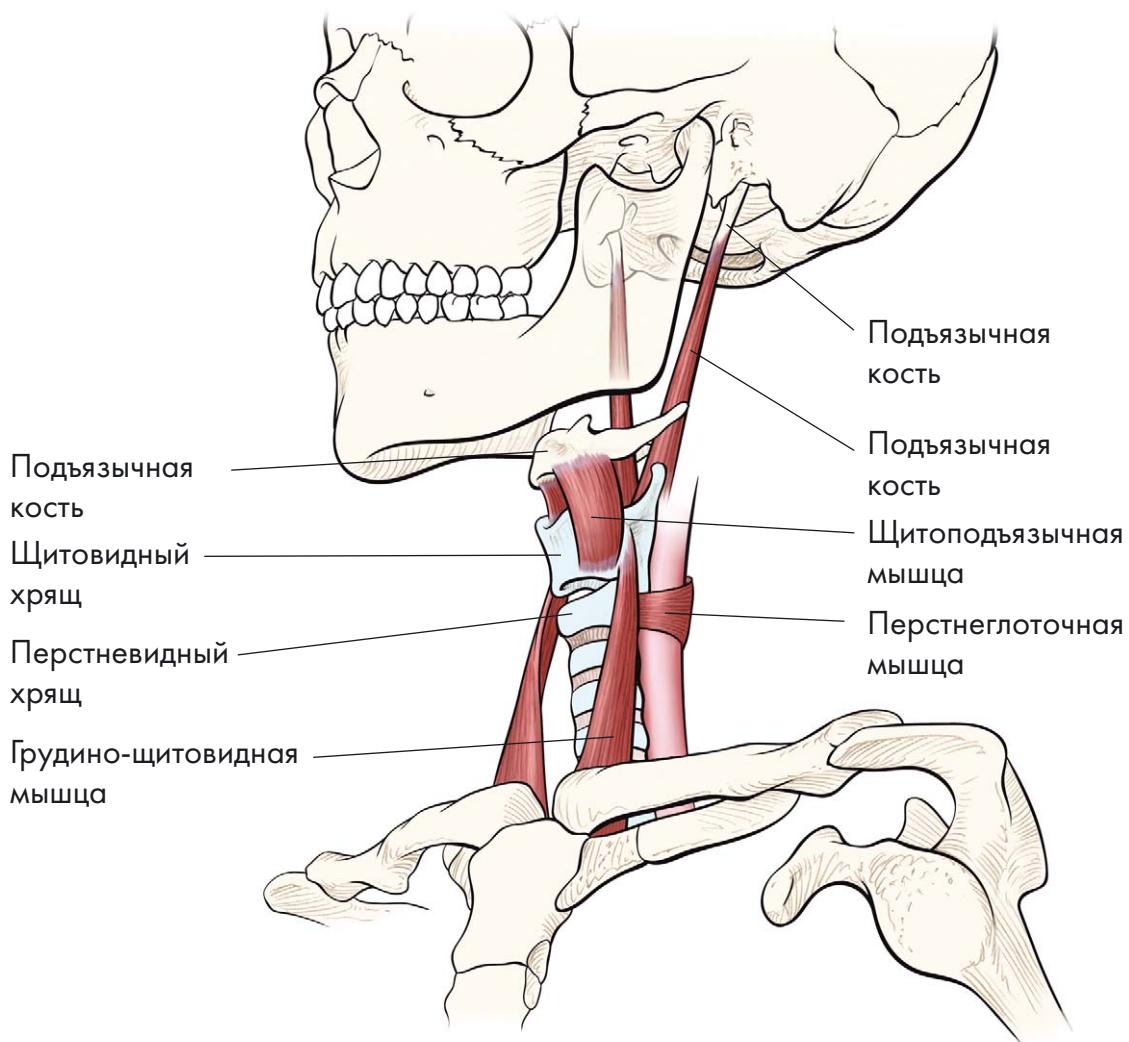


Рис. 3-1. Мышцы, подвешивающие гортань

на перстневидном хряще и переходит в нижний констриктор глотки (Рис. 3-1).

На основе обозначенных направлений мышц можно сделать вывод о том, какие действия они выполняют. Щитоподъязычная и шилоглоточная, а также небно-глоточная (о которой мы поговорим позже, когда будем рассматривать небо) мышцы тянут гортань вверх и назад; следовательно, они поднимают гортань. Грудино-щитовидная мышца тянет гортань вниз и поэтому является депрессором (опускающей

мышцей); перстнеглоточная мышца фиксирует ее сзади и внизу и, следовательно, является еще одним депрессором. Таким образом, гортань подвешена к подъязычной кости и сзади сверху соединена с черепом через шилоглоточную мышцу; внизу она соединена с грудиной через грудино-щитовидную мышцу; наконец, сзади она соединяется с пищеводом через перстнеглоточную мышцу. Все эти мышцы представляют собой сложную поддерживающую мышечную сеть, которая простирается вверх,

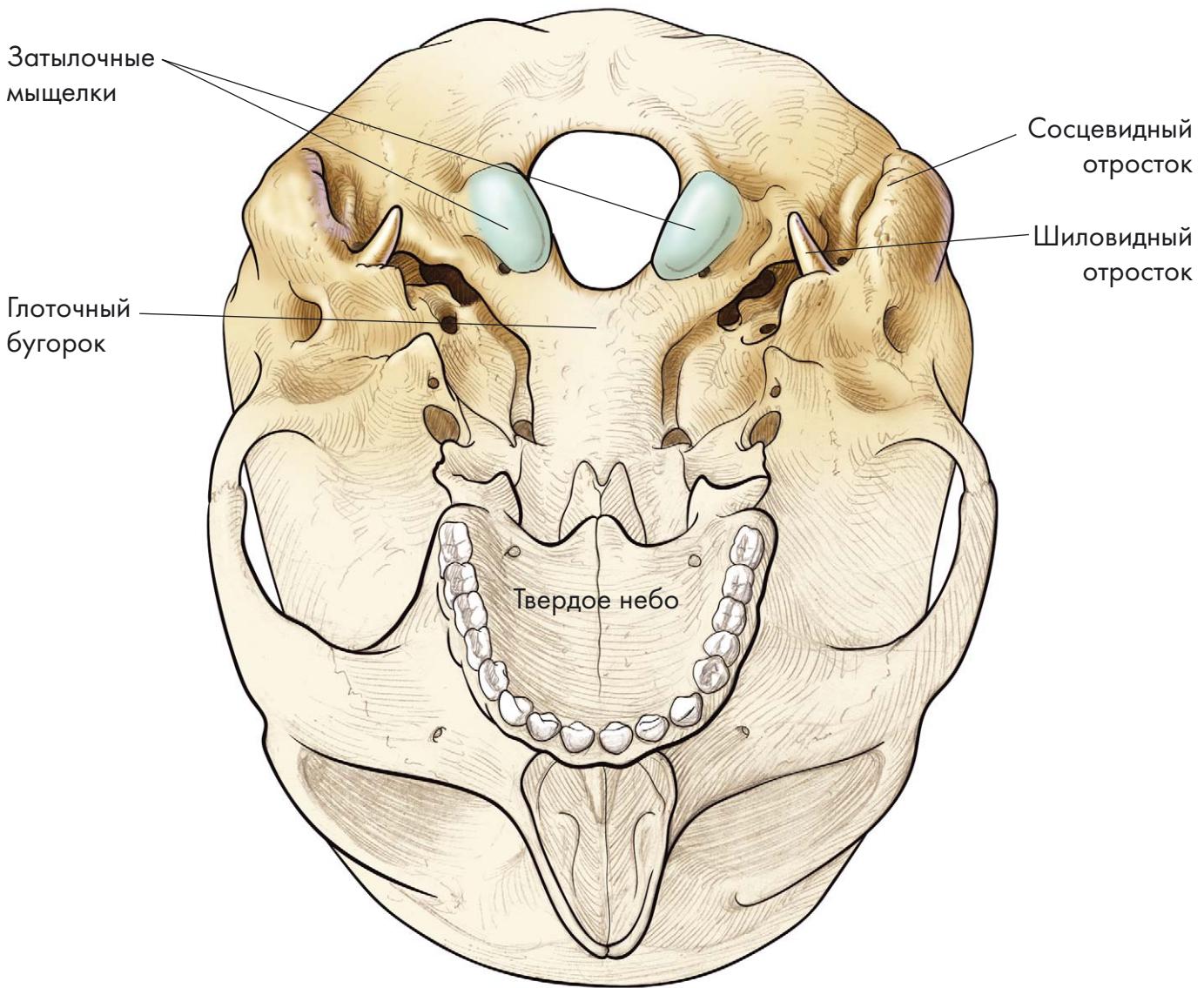


Рис. 3-2. Основание черепа со шиловидным и сосцевидным отростками

назад, к грудине внизу и непосредственно сзади к глотке, образуя в буквальном смысле слова поддерживающий гортань мышечный каркас, иногда также называемый «подвешивающими мышцами» гортани, которые, будучи антагонистами по отношению друг к другу, обеспечивают ей поддержку с разных сторон (Рис. 3-1).

Две другие мышцы косвенно участвуют в сохранении гортани в подвешенном состоянии во время голосообразования. Грудино-подъязычная мышца соединяет подъязычную кость непосредственно с грудиной; она берет начало от ключицы и внутренней поверхности грудины и идет вверх, где прикрепляется к нижнему

краю тела подъязычной кости (Рис. 3-3). Она помогает грудино-щитовидной мышце активно тянуть гортань вниз и противодействовать натяжению вверх, создаваемому мышцами-элеваторами.

Лопаточно-подъязычная мышца начинается от верхнего края лопатки и, проходя вверх, меняет свой угол и проходит почти вертикально вверх, прикрепляясь к нижнему краю тела подъязычной кости (Рис. 3-3). Там, где мышца образует угол, она в действительности является сухожилием; этот отдел удерживается на месте листком, образованном шейной фасцией. Подобно грудино-подъязычной и грудино-щитовидной мышцам, она опускает гортань.

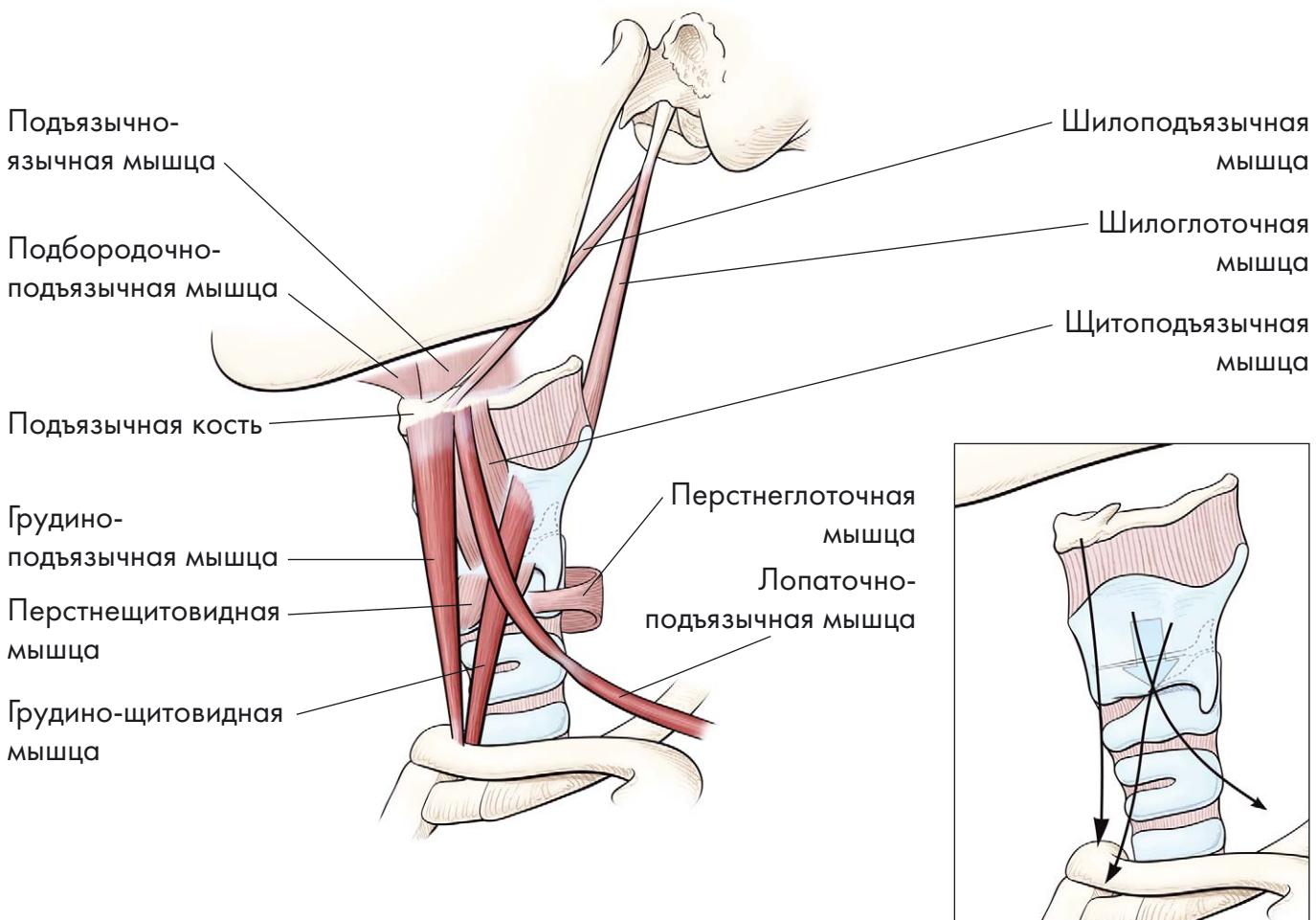


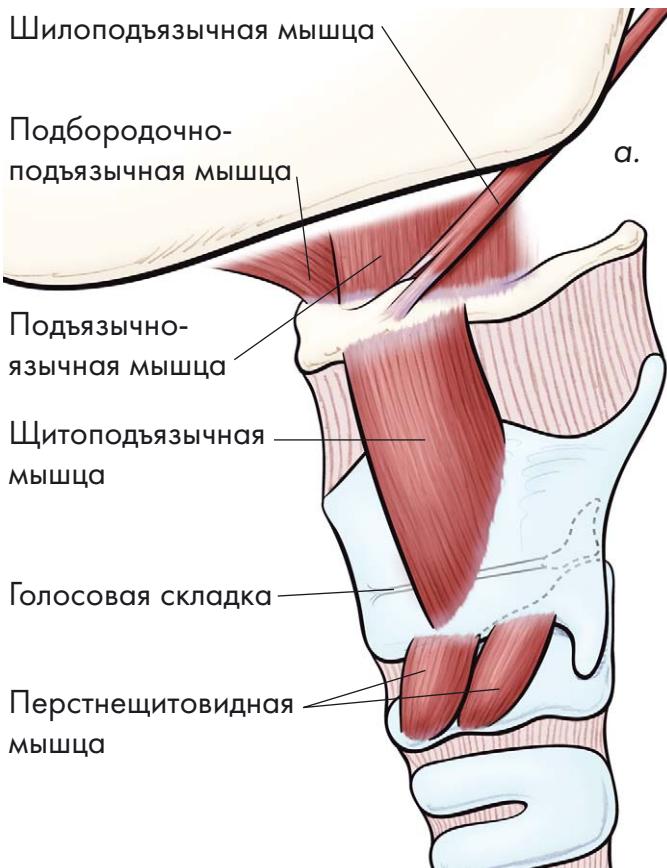
Рис. 3-3. Полный перечень мышц, образующих подвесной механизм поддержки гортани

## Действие мышц, подвешивающих гортань, во время пения

Стабилизирующее действие мышц, подвешивающих гортань, особым образом способствует воспроизведению высоких тонов. Как мы видели в предыдущей главе, перстненщитовидная мышца повышает высоту звука, растягивая голосовые складки. Однако деятельность перстненщитовидных мышц связана со сжимающим действием мышц глотки, так что нетренированные певцы склонны напрягать гортань по мере повышения высоты тона. Они также склонны поднимать гортань, потому что при увеличении высоты звука перстненщитовидные мышцы проявляют максимальную активность, и растяжению голосовых

складок способствуют в том числе мышцы-элеваторы гортани (такие как щитоподъязычная, шилоподъязычная, подбородочно-подъязычная

b.



a.

c.

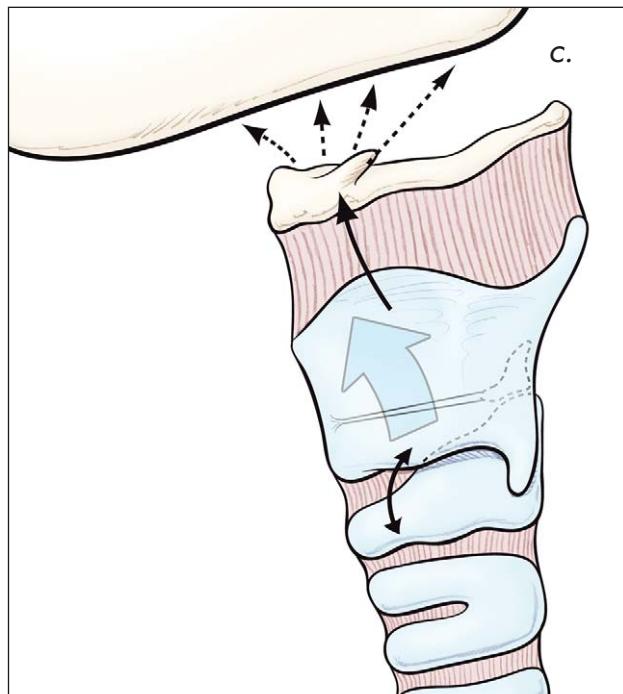


Рисунок 3-4. а) Подъем гортани при пении; б) Напряженный певец;  
с) Силовые линии мышц-элеваторов

и подъязычно-язычные мышцы), которые тянут щитовидный хрящ вверх и наклоняют его вперед, растягивая складки (Рис. 3-4а). Вся эта активность связана с напряжением глотки, что хорошо видно у неподготовленных певцов, которые «тянутся» к высоким нотам, поднимая гортань и напрягая при этом всю шею и гортань (Рис. 3-4б и с).

Обученные певцы, напротив, могут повышать высоту звука, не поднимая гортань и не сжимая глотку. Отчасти это связано с тем, что они более знакомы с фальцетным регистром и чувствуют себя в нем более комфортно, и, следовательно, не заставляют грудной голос работать в фальцетном диапазоне. Они также способны воздействовать наружные мышцы, которые опускают гортань, чтобы активно противодействовать направленному вверх напряжению, создаваемому наружными мышцами,

поднимающими гортань, в частности грудино-щитовидной и грудино-подъязычной мышцами (Рис. 3-5). Оттягивание гортани вниз и удержание ее в нижнем положении дает два полезных эффекта. Во-первых, она тянет щитовидный хрящ вперед и таким образом помогает перстневидному хрящу удлинять голосовые складки. Во-вторых, опускание гортани помогает сохранять глотку более открытой и удлиненной.

Натяжению вниз со стороны грудино-подъязычной и грудино-щитовидной мышц способствует трахея, создающая «трахейную тягу» перстневидного хряща, и пищевод, который тянет вниз черпаловидные хрящи. Это тянет перстневидный хрящ назад и фиксирует его, растягивая голосовые складки для получения высокого тона при сохранении низкого положения гортани.

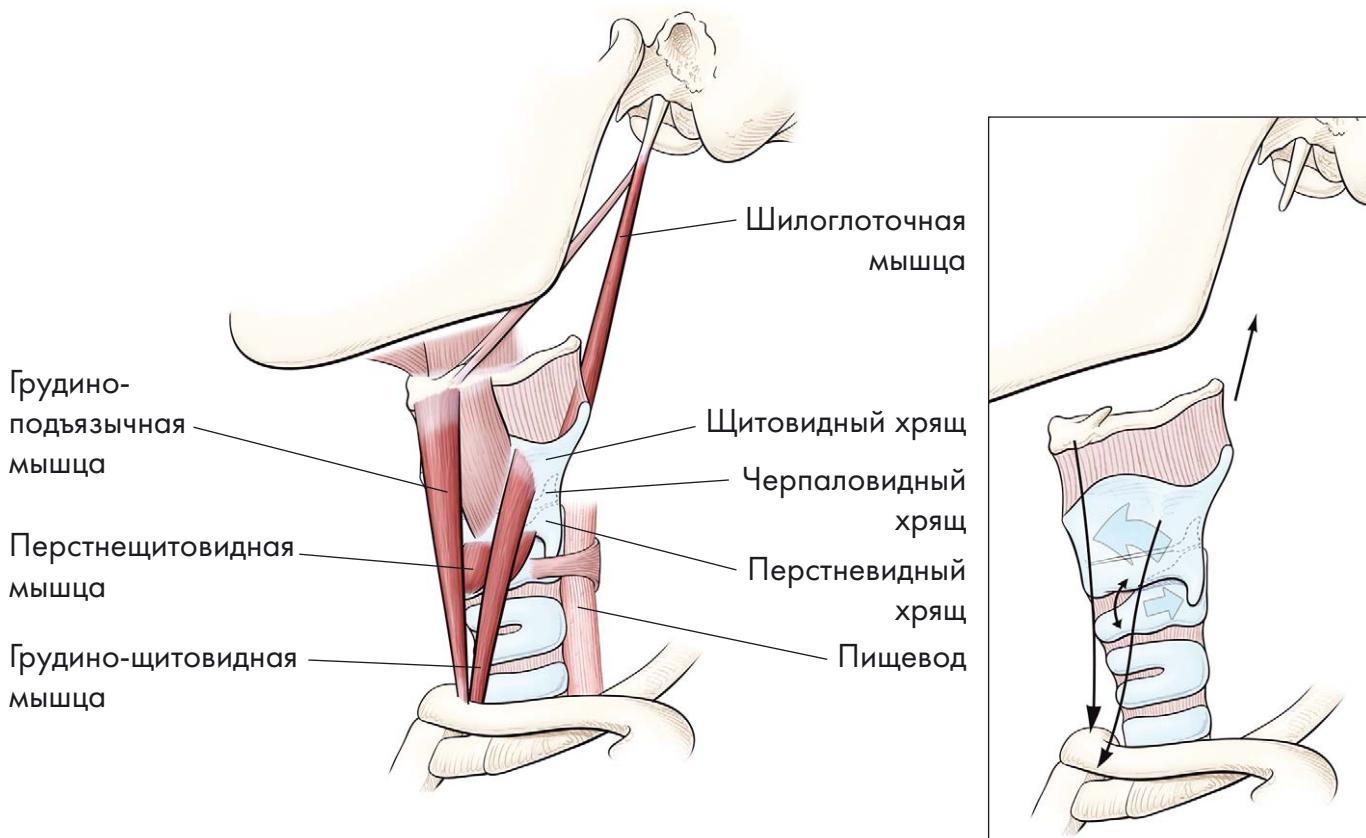


Рис. 3-5. Работа мышц, подвешивающих гортань, при пении.  
На вставке показаны силовые линии мышц

Еще одним элеватором, активно участвующим в антагонистической активности наружных мышц, является шилоглоточная мышца. Подтягивая рожки щитовидного хряща, эта мышца наклоняет щитовидный хрящ вперед, способствуя растяжению голосовых складок (как на Рис. 3-5). А поскольку токи прикрепления мышцы на щитовидном отростке находятся дальше друг от друга, чем в месте ее прикрепления к глотке, шилоглоточная мышца тянет глотку вверх и наружу, помогая расширить или открыть глотку. Поскольку грудино-щитовидная мышца

создает антагонистическое противодействие мышцам-элеваторам, шилоглоточная мышца может производить эти эффекты, фактически не поднимая гортань.

Активация мышц, подвешивающих гортань, в сбалансированном, антагонистическом действии оказывает заметное влияние на тембр, резонанс и вокальный диапазон. Способность гортани к оптимальному функционированию, а также способность петь с «открытым горлом» в значительной степени зависят от антагонистического действия мышц, подвешивающих гортань.

## Фальцет с опорой

Наружные мышцы особенно важны для фальцета с опорой (Рис. 3-6). При нормальном фальцете голосовая мышца расслаблена, в то время как мышцы, повышающие высоту звука, — перстненщитовидные мышцы, — активно истончают голосовые складки, противодействуя задней перстнечерпаловидной мышце. При фальцете с опорой мышцы, подвешивающие гортань, более активно ее поддерживают. В частности, в процессе растяжения активно

участвует грудино-щитовидная мышца, а также щитоподъязычная, помогая мышцам-закрывателям противодействовать действию перстненщитовидной мышцы. Это помогает усилить слияние между регистрами, а не разрыв и при постоянно сохраняющемся антагонизме голос действительно получает опору. Таким образом, задействование мышц, подвешивающих гортань, позволяет умело регулировать степень разрыва между регистрами и является одной из основ обучения певца.

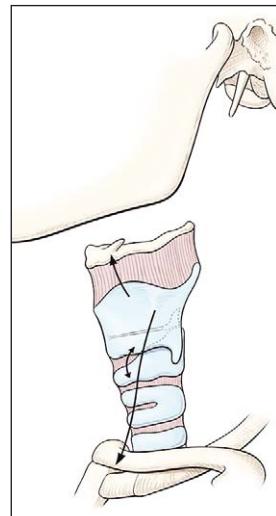
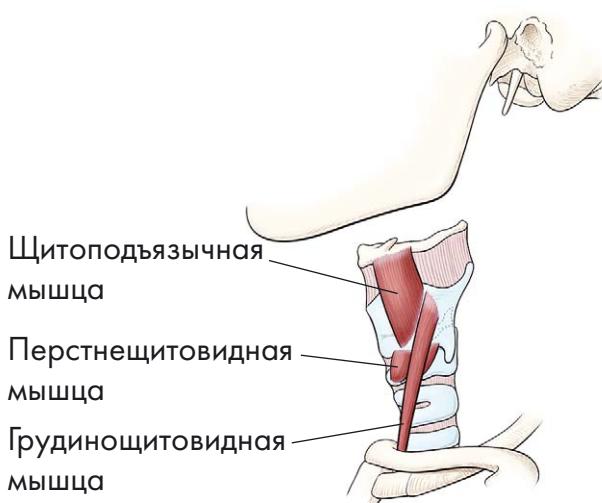


Рис. 3-6. Работа мышц, подвешивающих гортань, при фальцете с опорой.

На вставке показаны силовые линии мышц

## Головной голос

При «головном» голосе мышцы, подвешивающие гортань, максимально активны (Рис. 3-7). Голосовая мышца остается активной и, таким

образом, противостоит перстнешитовидной мышце. Перстнешитовидная мышца находится в максимальной активности и не может

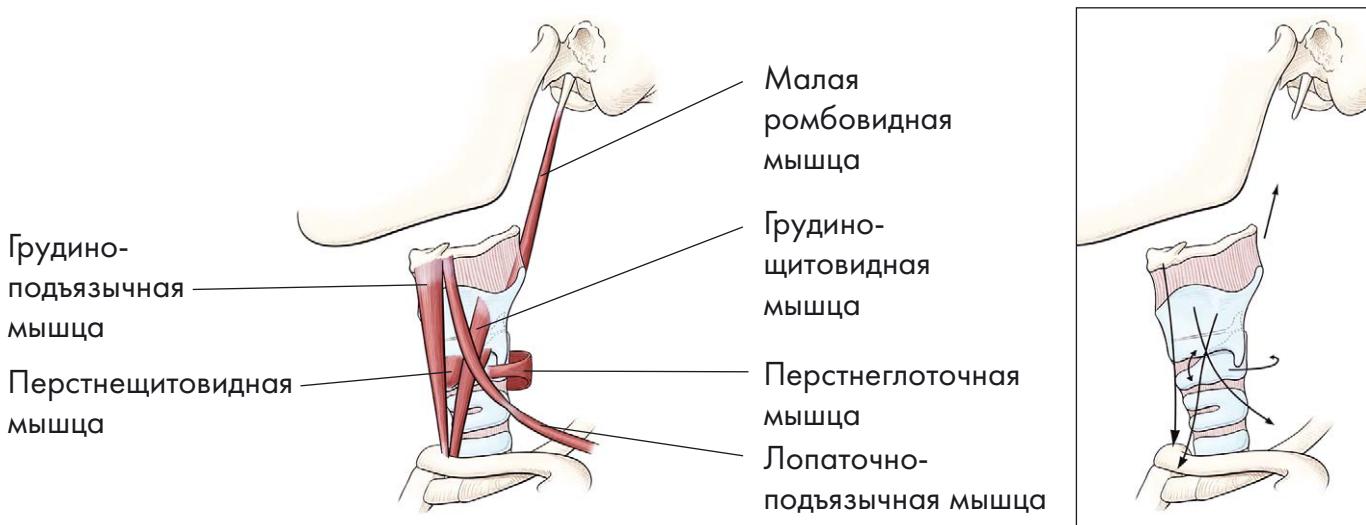


Рис. 3-7. Работа мышц, подвешивающих гортань, при головном голосе.  
На вставке показаны силовые линии мышц

удлинить голосовые складки сверх определенного предела; ей активно помогают шилоглottичная и небно-глottичная (см. Рис. 4-6) мышцы, которые тянут щитовидный хрящ вверх и совместно с грудино-щитовидной мышцей наклоняют щитовидный хрящ вперед и вниз. Этому натяжению вверх противодействуют грудино-щитовидная, грудино-подъязычная и лопаточно-подъязычная мышцы, которые противостоят натяжению вверх, создаваемому

мышцами-элеваторами. Наконец, перстнеглottичная мышца активно фиксирует перстневидный хрящ сзади, позволяя щитовидному хрящу свободно перемещаться по перстневидному хрящу и полностью растягивать голосовые складки. Поскольку гортань не поднята и не напряжена, она может свободно вибрировать, а поскольку она расположена низко и глотка полностью открыта, она способна производить мощные резонансы головного голоса.

## Подъязычный аппарат

Будучи единственной костью в области глотки и единственной свободно «плавающей» костью в теле, подковообразная подъязычная кость является центральной точкой прикрепления

мышц глотки и шеи (Рис. 3-8 и 3-9). Из-за ее формы, греки назвали подъязычную кость буквой ипсилон. Вы можете идентифицировать подъязычную кость, если сдавите шею большим

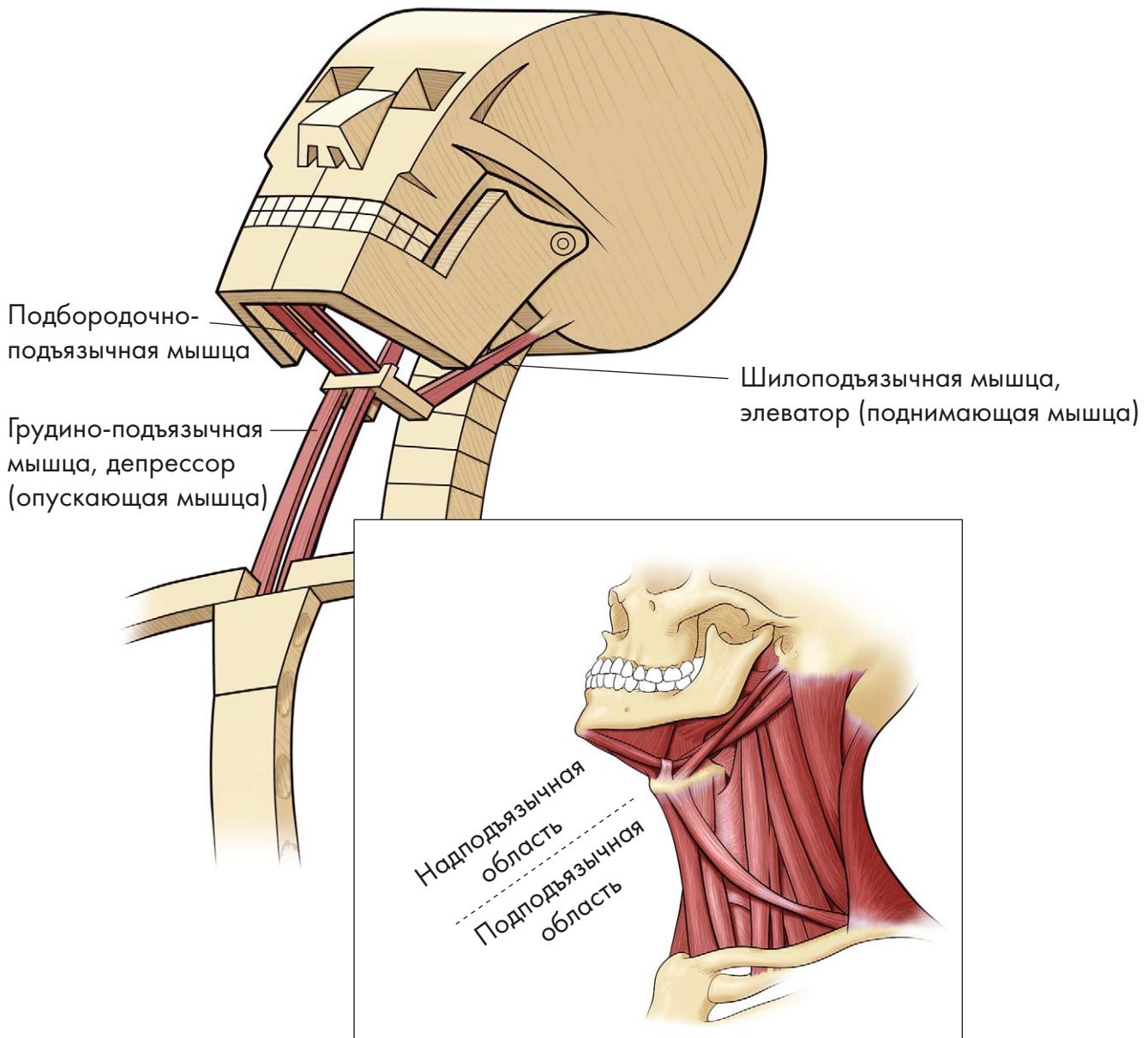


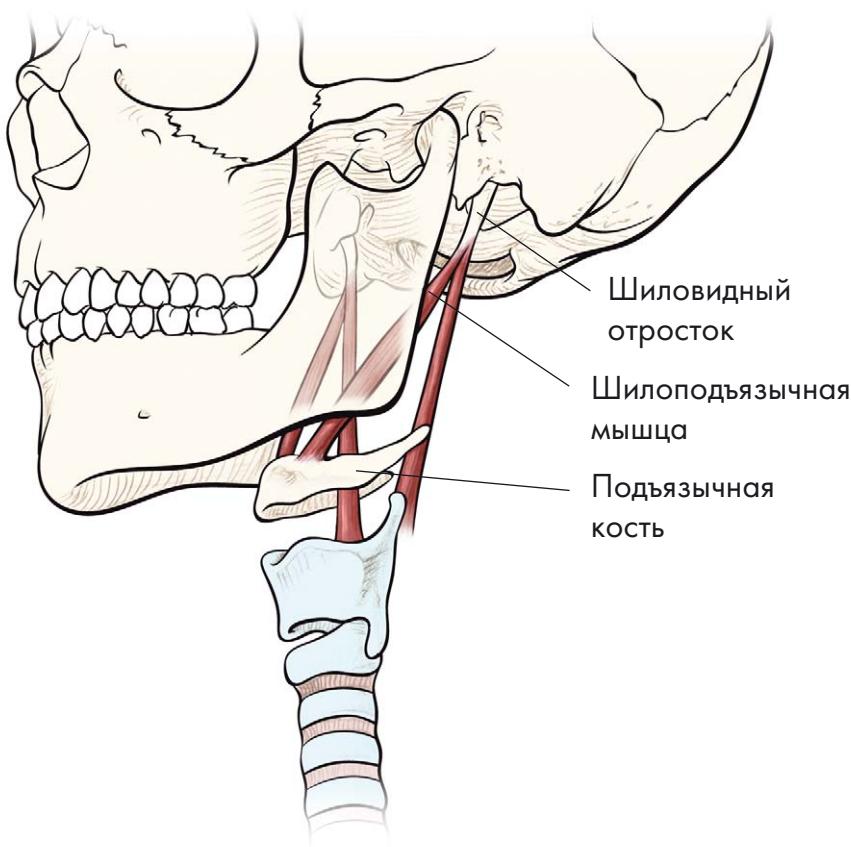
Рис. 3-8. Подъязычный аппарат

и указательным пальцами чуть выше гортани и сглотнете или покачаете языком; вы почувствуете движение подъязычной кости и гортани.

Центральная часть, или тело, подъязычной кости толстое; от тела назад выступают два рога, а два меньших рога выступают внутрь и служат местом прикрепления для шилоподъязычной связки. Эта кость подвешена к шиловидным отросткам шилоподъязычной связкой

и шилоподъязычной мышцей, единственной мышцей-элеватором подъязычной кости, которую мы еще не рассмотрели (Рис. 3-9). Шилоподъязычная мышца отходит от основания шиловидного отростка и, проходя вперед и вниз, прикрепляется к телу подъязычной кости.

Подъязычная кость служит трем основным целям. Во-первых, как мы уже видели,



## ПОДЪЯЗЫЧНАЯ КОСТЬ

Подъязычная кость является единственной костью в области глотки и служит трем основным целям.

- Во-первых, она служит местом прикрепления для гортани и мышц, поднимающих и опускающих гортань при глотании.
- Во-вторых, это ключевая опорная точка для мышц дна полости рта, которые опускают или открывают, челюсть.
- Наконец, она является стабильным основанием для языка (по этой причине его иногда называют «язычной костью»).

Рис. 3-9. Шиловидный отросток и подъязычная кость

она является местом прикрепления гортани и мышц, поднимающих и опускающих гортань при глотании. Во-вторых, это ключевая опорная точка для мышц дна полости рта, которые опускают или открывают челюсть. В-третьих, к ней крепится язык, и по этой причине ее иногда называют «язычной костью» (Рис. 3-8).

Поскольку подъязычная кость является центральным местом прикрепления группы мышц шеи, эти мышцы иногда

делят на поддерживающие идвигающие гортань и подъязычную кость сверху, — их называют надподъязычными мышцами, — и на мышцы, воздействующие на гортань и подъязычную кость снизу, называемые подподъязычными мышцами. Надподъязычные мышцы находятся в основном на нижней стороне челюсти и черепа; они тянут подъязычную кость и гортань вверх и вперед и двигают челюсть (Врезка, Рис. 3-8).

## Мышцы подъязычной кости и челюсти

Мы рассмотрели несколько мышц-элеваторов и мышц-депрессоров подъязычной кости и гортани. Есть еще несколько наружных мышц,

прикрепляющихся к подъязычной кости с нижней стороны челюсти, которые образуют часть наружной мускулатуры гортани.

Двубрюшная мышца представляет собой слингоподобную мышцу, которая простирается от внутренней стороны нижней челюсти к сосцевидному отростку на основании черепа. Она имеет два мышечных брюшка, соединенных сухожилием, которое проходит через фиброзную петлю, прикрепляющуюся к боковым частям подъязычной кости (Рис. 3-11).

Шилоязычная мышца начинается от шиловидных отростков и прикрепляется к боковым поверхностям языка (Рис. 3-11).

Челюстно-подъязычная мышца, представляющая собой пару плоских и веерообразных мышц, формирует дно полости рта. Ее волокна идут под углом вниз от внутренней поверхности симфиза и тела нижней челюсти, соединяясь

по средней линии с сухожильной связкой и своим задним концом — с подъязычной костью (Рис. 3-10).

Подбородочно-подъязычная мышца располагается чуть выше челюстно-подъязычной мышцы и идет от внутренней поверхности симфиза нижней челюсти к подъязычной кости (Рис. 3-10).

Эти мышцы выполняют две важные функции. Во-первых, они опускают, или отодвигают вниз, нижнюю челюсть; во-вторых, они поднимают подъязычную кость и тянут подъязычную кость и язык вперед во время глотания. Подбородочно-подъязычная и челюстно-подъязычная мышцы — это ложные мышцы-элеваторы гортани; склонность к чрезмерному

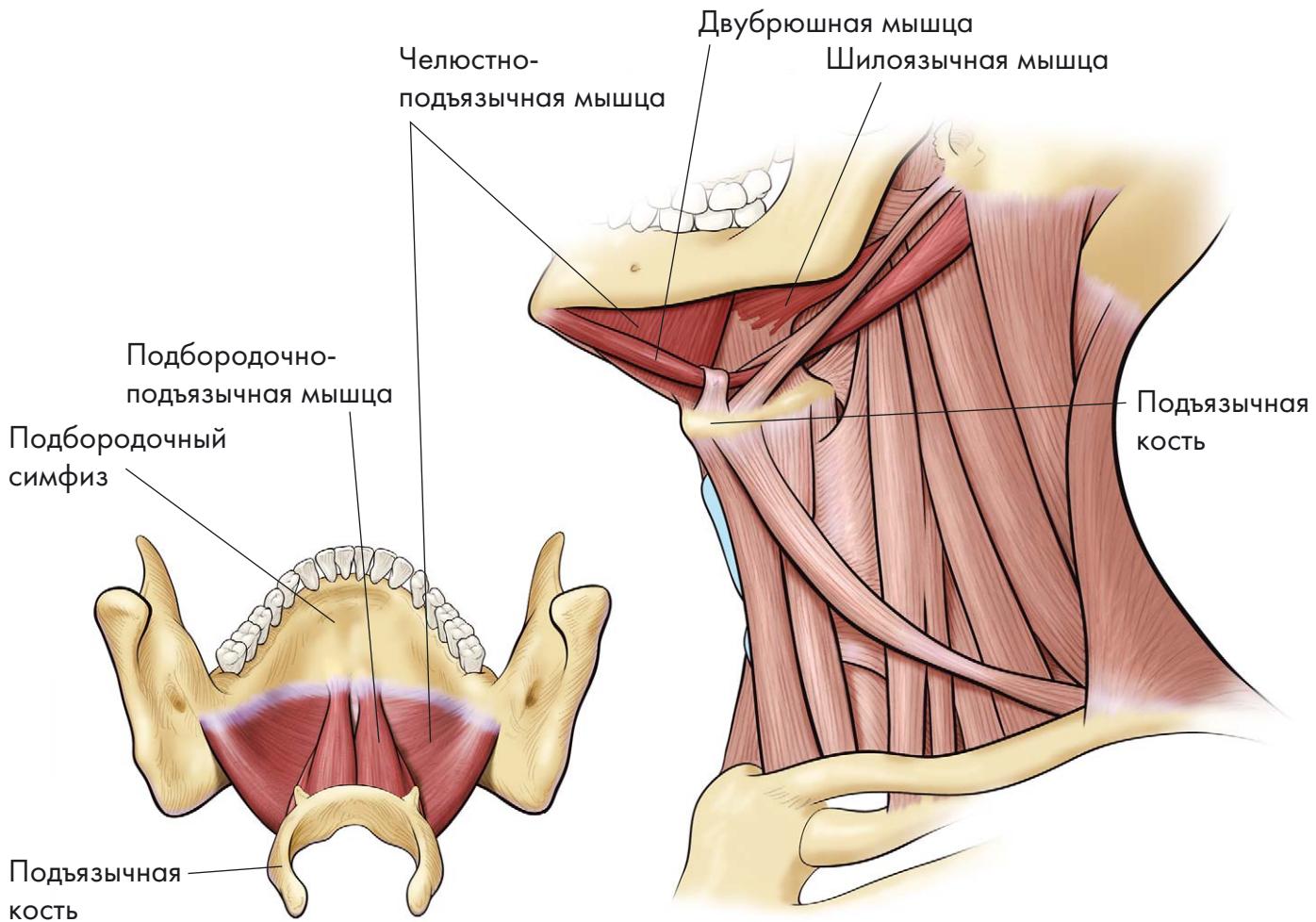


Рис. 3-10. Движение грудной клетки

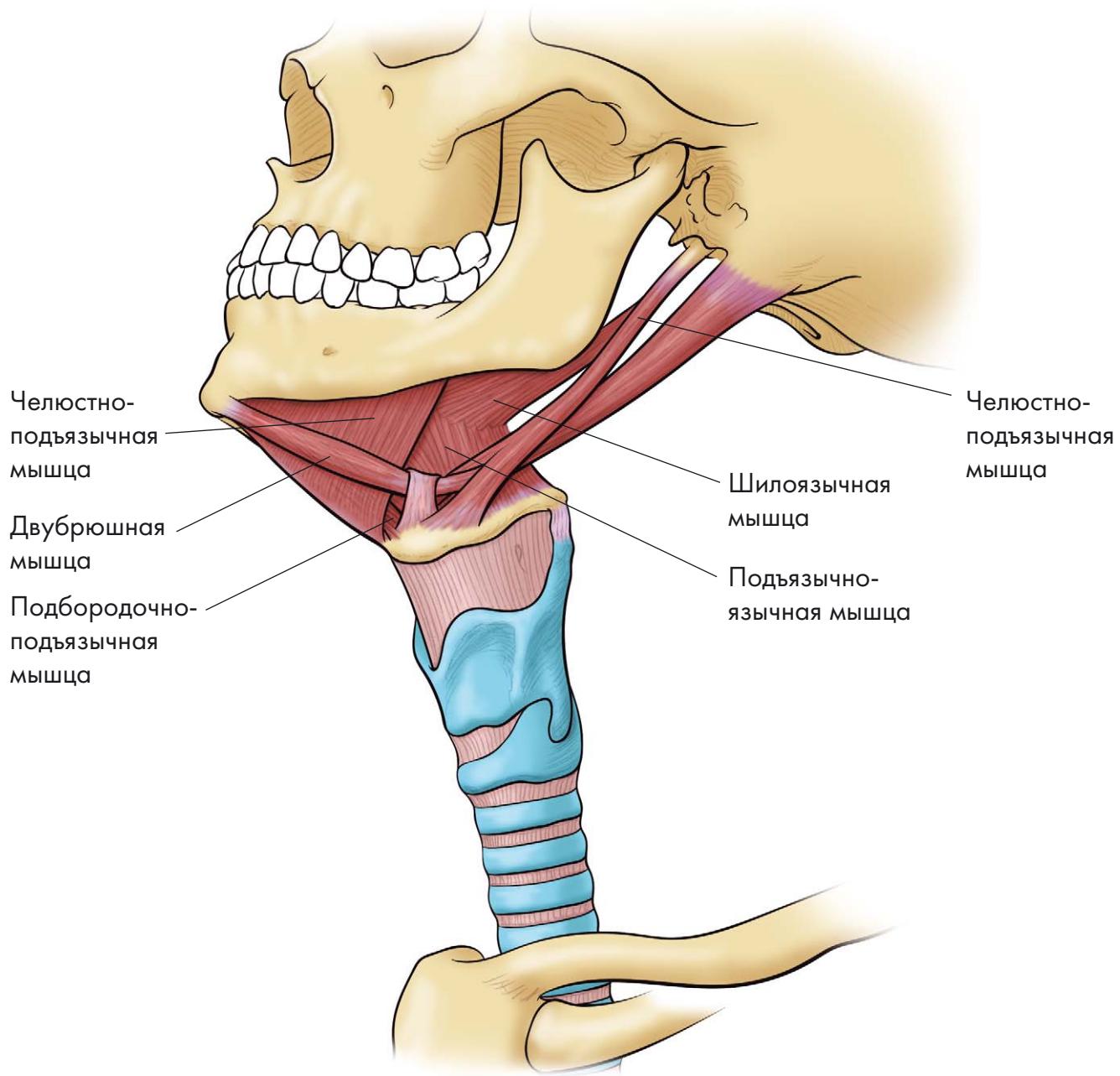


Рис. 3-11. Ложные мышцы-элеваторы языка

использованию этих мышц часто можно обнаружить у популярных певцов, у которых из-за переутомления этих мышц появляется что-то вроде двойного подбородка (Рис. 3-4). Однако возможно, что подбородочно-подъязычная мышца, которая тянет подъязычную кость вперед при глотании, может играть роль в пении

высоких нот. Создаваемое ею натяжение вращает щитовидный хрящ вперед, что помогает растянуть голосовые складки, тем самым помогая перстнешитовидной мышце. Подбородочно-язычная мышца также может способствовать ротации щитовидного хряща вперед и расширению глотки.

Подподъязычные мышцы преимущественно прикрепляются к грудине и опускают подъязычную кость и гортань. Щитоподъязычная мышца является продолжением грудино-щитовидной мышцы и берет начало на косой линии щитовидного хряща непосредственно перед

грудино-щитовидной мышцей и идет вертикально вверх, прикрепляясь к телу и рогу подъязычной кости. Эти мышцы, включая щитовидно-подъязычную мышцу, известны под общим названием «ременные» мышцы\* (Рис. 3-12).

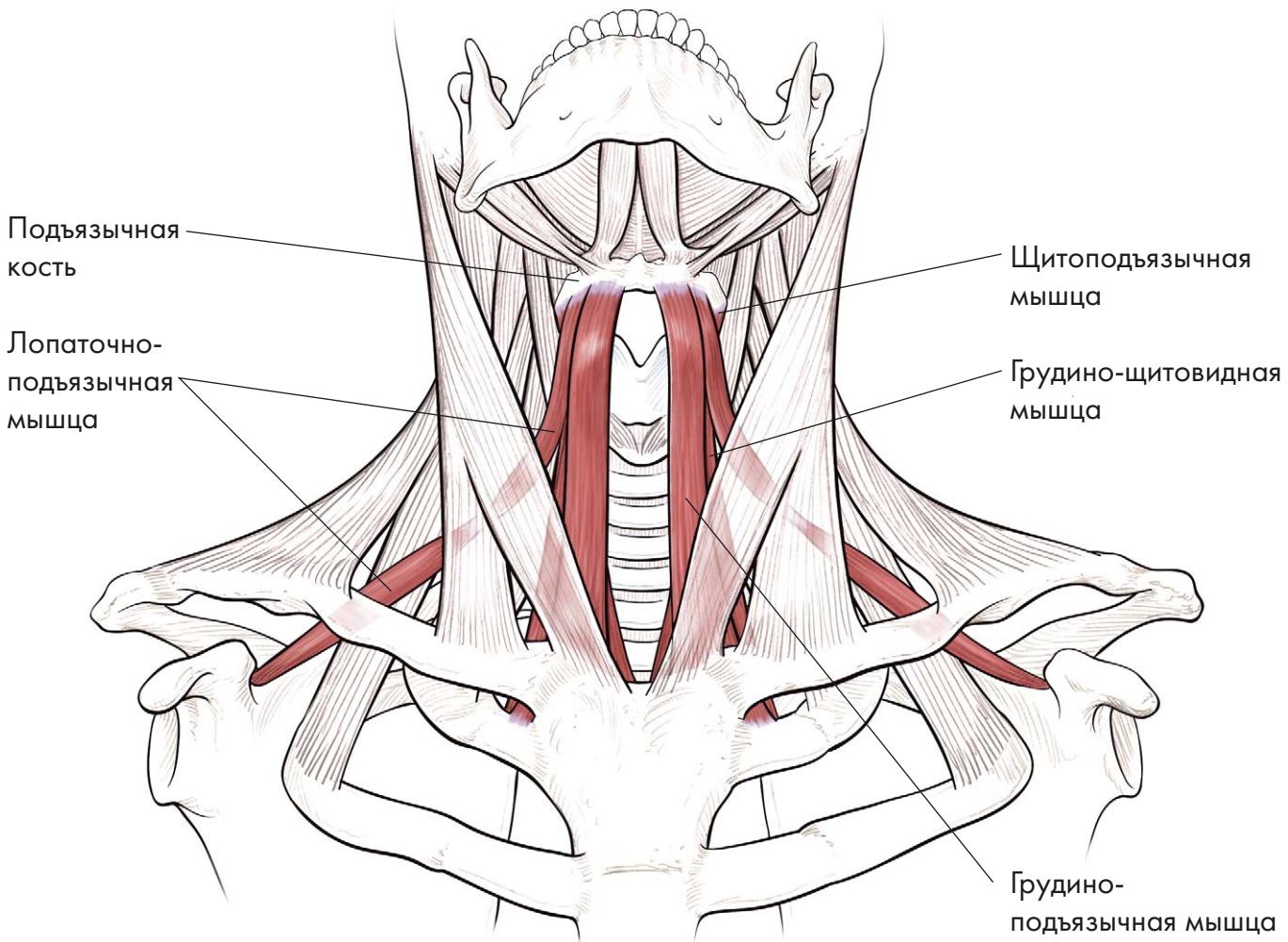


Рис. 3-12. Грудино-подъязычная, грудино-щитовидная, щитоподъязычная и лопаточно-подъязычная мышцы являются мышцами, опускающими подъязычную кость и гортань и известны под общим названием «ременные» мышцы

\* В принятой у нас терминологии их называют подподъязычные мышцы. — Прим. науч. ред.

## ГЛАВА 4

# РОТ И ГЛОТКА

**Я**вляясь входом в пищеварительный тракт, рот и глотка, или горло, играют очевидную и важную роль в обработке пищи. Пища, попадающая в рот, пережевывается подвижной челюстью, формируется языком и перемещается по глотке в пищевод и желудок. Рот и глотка также служат воздуховодами, для нормальной работы которых требуются сложные действия языка, неба и гортани, чтобы предотвратить попадание пищи в дыхательные пути.

Рот и глотка также играют решающую роль в звукообразовании и речи. Издаваемые гортанием звуки облекаются в различные гласные звуки образующими голосовой тракт глоткой и ртом, и фиддеренцируются губами, зубами, языком и небом — для формирования согласных, в результате чего мы слышим отчетливые артикулированные звуки человеческой речи (Рис. 4-1).

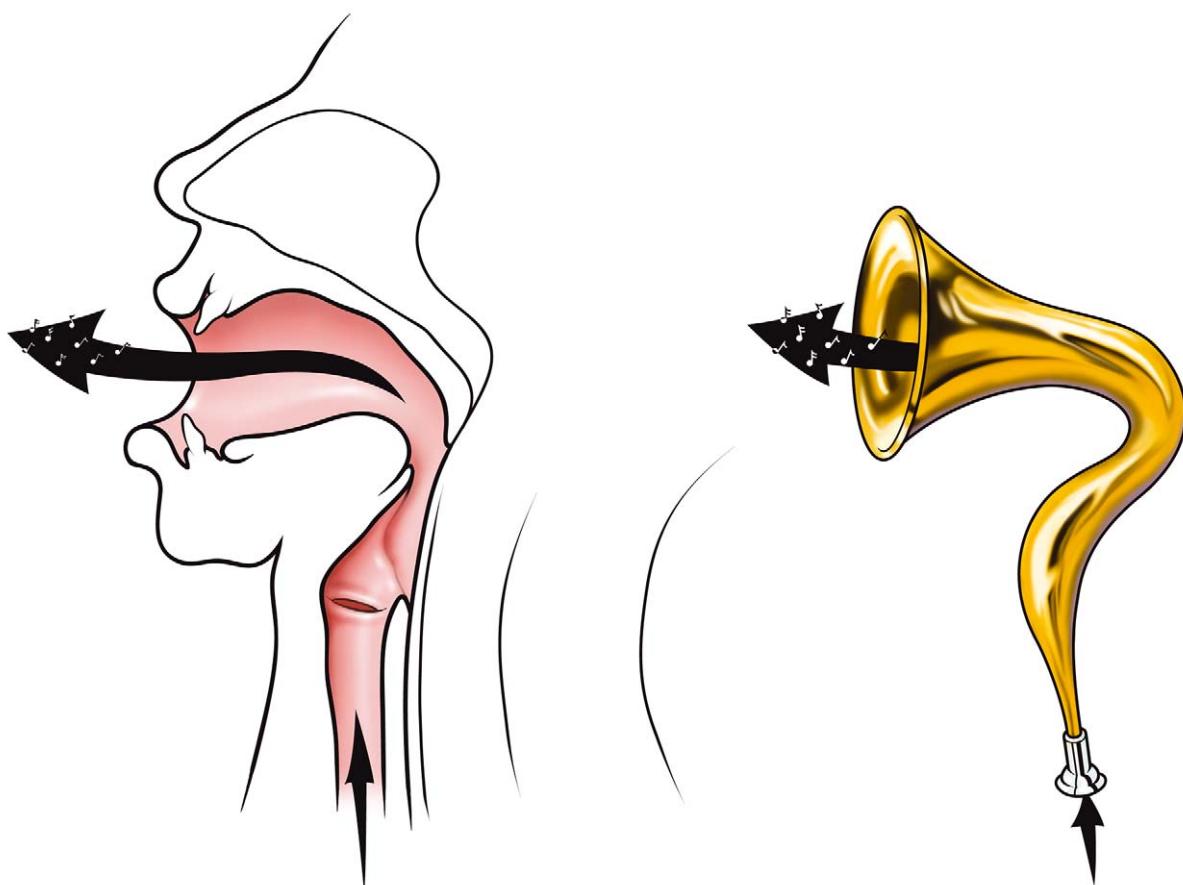


Рис. 4-1. Голосовой тракт

Рот, или ротовая полость, отделен от носовой полости твердым небом, которое образует верхнюю часть ротовой полости. Рот переходит в горло или глотку. Глотка составляет примерно 11,4 см в длину и простирается от основания черепа до нижней части горлани. Глотку можно разделить на три отдела: носоглотку, ротоглотку и гортаноглотку. Носоглотка располагается позади носа и доходит до мягкого неба; ротоглотка простирается от мягкого неба до надгортанника; гортаноглотка простирается от надгортанника

до перстневидного хряща, самой нижней части горлани. В этой точке общий проход для пищи и воздуха разделяется на трахею спереди и пищевод сзади (Рис. 4-2).

Носоглотка, служащая только для прохождения воздуха, по форме неизменна. Напротив, нижние две трети глотки могут сужаться, расширяться и удлиняться. Эти движения изначально развились для целей глотания и дыхания, но также функционируют как часть голосового механизма и играют решающую роль в модуляции голоса.

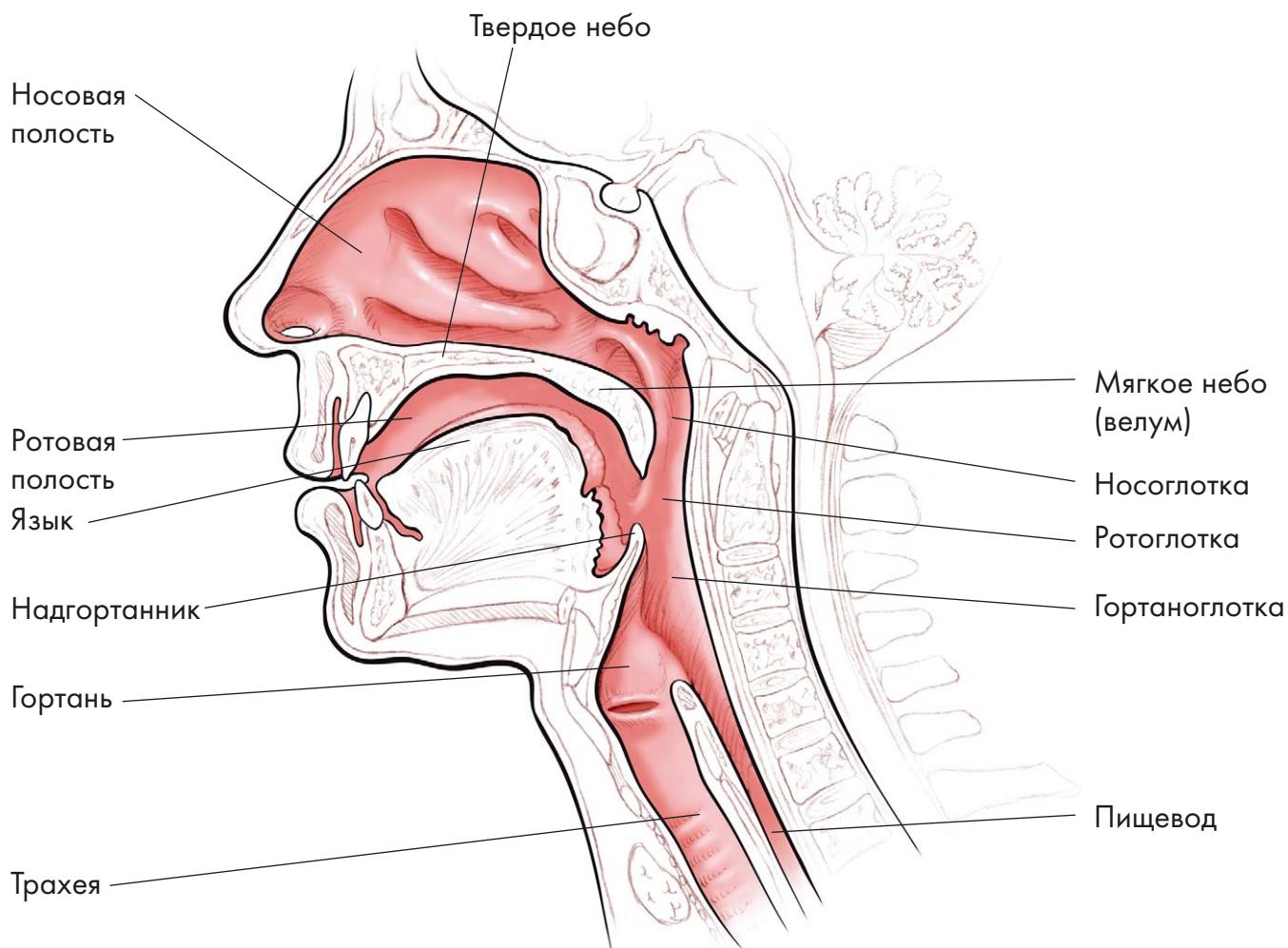


Рис. 4-2. Артикуляторы

## Мышцы рта и глотки

Входом в глотку является рот, отверстие которого защищено круговой мышцей рта — мышцей, образующей губы. Щечная мышца образует мышечные стенки щеки (Рис. 4-3). Она начинается от верхней челюсти прямо над молярами и от нижней челюсти прямо под молярами,

а также от крыловидно-нижнечелюстного шва, связочного тяжа ткани, который также служит местом прикрепления верхнего констриктора. Ее волокна проходят горизонтально и непрерывно сливаются с волокнами круговой мышцы рта. Ее функция состоит в том, чтобы сжимать

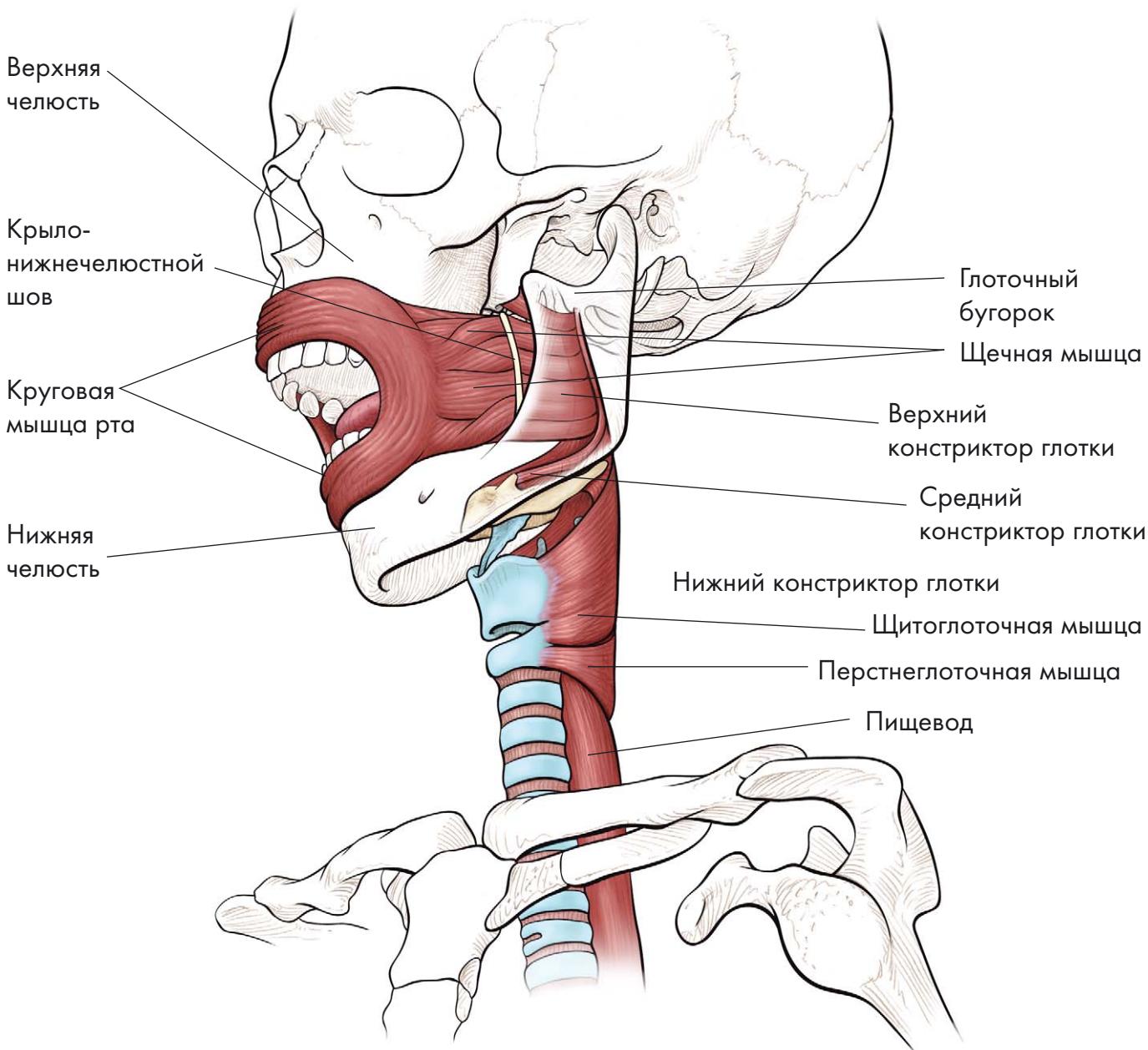


Рис. 4-3. Мышцы рта и глотки

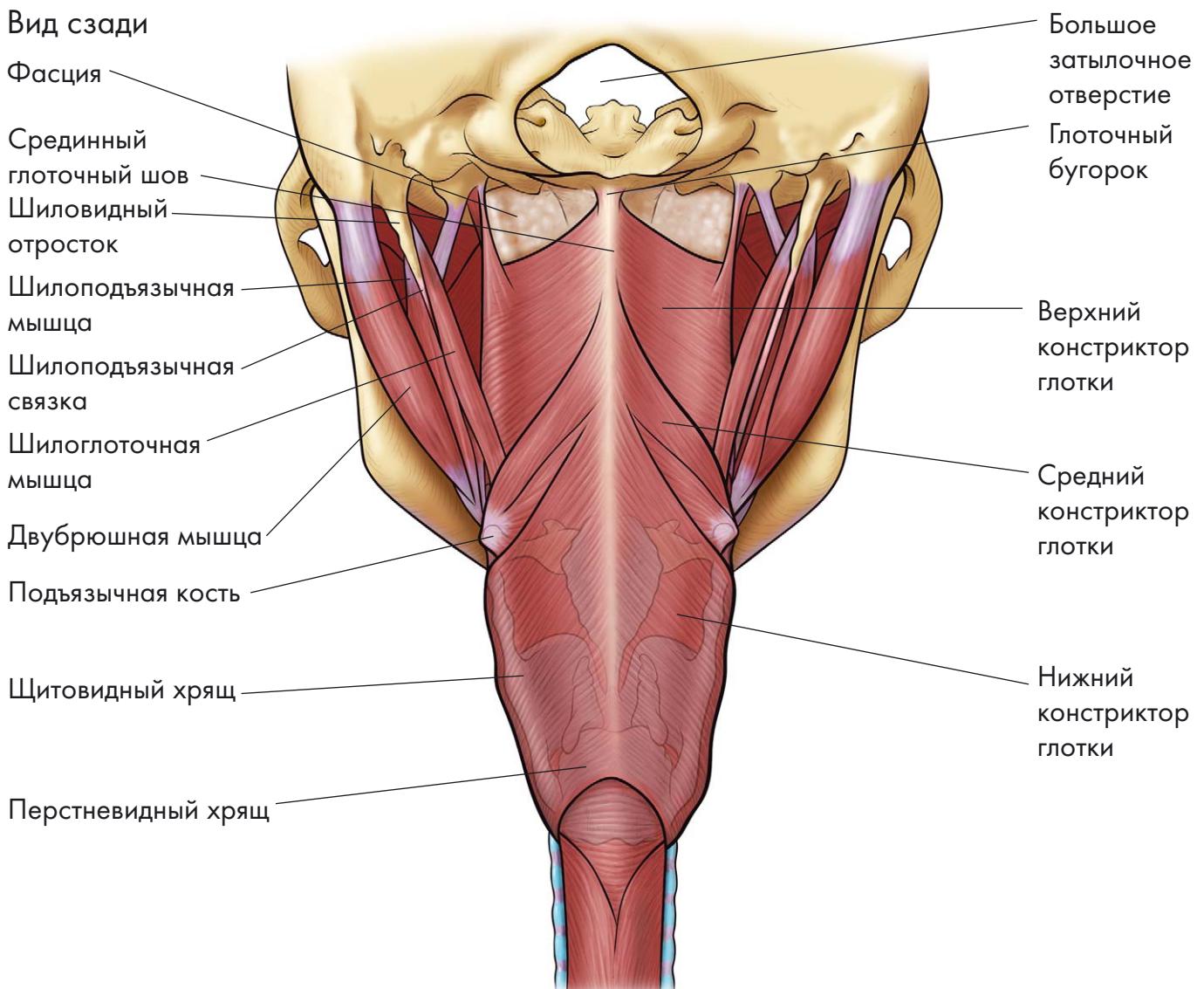


Рис. 4-4. Констрикторы глотки

щеку, чтобы расположить пищу подходящим образом для жевания.

Мышцы-констрикторы образуют стенки глотки (Рис. 4-3 и 4-4). Эти мышцы, берущие начало по обеим сторонам глотки, огибают ее и проходят назад, образуя шов вдоль средней линии задней части глотки, который называется срединным глоточным швом. Этот шов прикрепляется сверху к глоточному бугорку, небольшой шишке на основании черепа прямо перед большим затылочным отверстием

(см. Рис. 3-2); подобно подъязычной кости и гортани, констрикторы подвешены к основанию черепа.

Верхний констриктор глотки непрерывен с щечной мышцей; он начинается от крылонижнечелюстного шва и верхней и нижней челюстей и изгибается вверх и назад, прикрепляясь к срединному глоточному шву. Средний констриктор глотки, самая маленькая из мышц-констрикторов, начинается от подъязычной кости и расходится веером,

прикрепляясь к срединному шву, при этом его верхние волокна перекрывают волокна верхнего констриктора. Нижний констриктор глотки начинается от косой линии щитовидного хряща и изгибаются вверх и назад, прикрепляясь к срединному шву, перекрывая при этом волокна среднего констриктора. Самая нижняя часть нижнего констриктора — это перстнеглоточная мышца (Рис. 4-3), которая начинается от перстневидного хряща и, как мы видели,

функционирует как одна из наружных мышц гортани. Эта мышца фиксирует перстневидный хрящ сзади у пищевода, который начинается в этой точке сразу за перстневидным хрящом.

Констрикторы отвечают за глотание. Хотя технически они не считаются мышцами-сфинктерами, они по очереди сокращаются при глотании, чтобы протолкнуть комок пищи вниз, пока он не достигнет пищевода, который перистальтическими волнами переносит пищу в желудок.

## Функция неба

Небо состоит из двух отделов: твердого неба спереди и мягкого неба, или небной занавески, сзади (Рис. 4-2). Основная

функция твердого неба — отделять носовой ход от полости рта. Это позволяет младенцу дышать во время сосания груди,

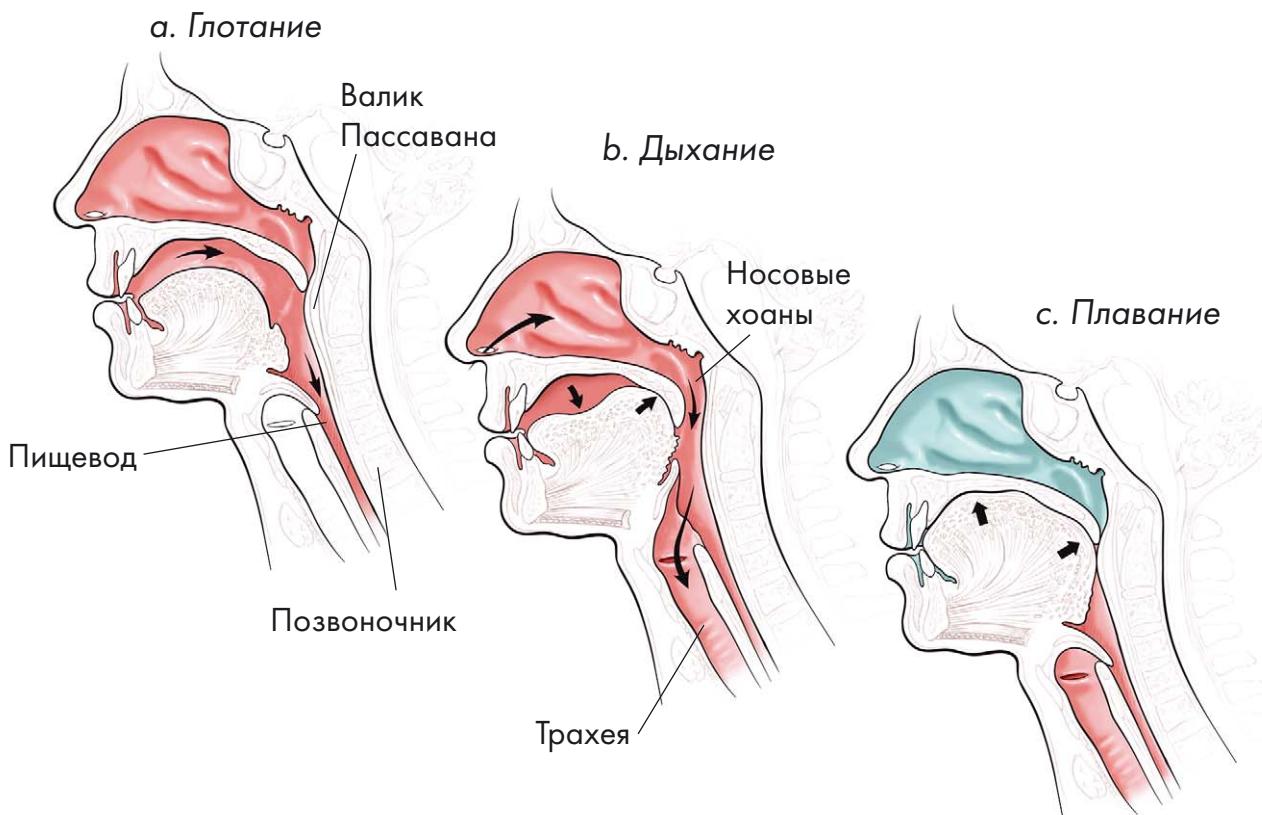


Рис. 4-5. Действие неба как клапана:

- Небно-глоточное смыкание мягкого неба с задней стенкой глотки;
- Изоляция ротовой полости задней частью языка, соприкасающейся с мягким небом;
- Сочетание обоих действий для «герметизации» носовых ходов и ротовой полости

а взрослому — пережевывать пищу, продолжая дышать носом.

Мягкое небо представляет собой подвижную складку, функционирующую как клапан, который может закрывать или открывать носовое хоаны, отверстия между носовыми ходами и глоткой. Оно свисает позади твердого неба и образует неполную перегородку между ртом и глоткой. Эта перегородка состоит из нижележащего лоскута апоневротической или фиброзной ткани, прикрепляющегося к заднему концу твердого неба, образуя своего рода завесу в задней части глотки (отсюда название *velum*, что в переводе с латыни означает «завеса»). Сверху и снизу в нее вплетаются мышечные волокна, и она покрыта слизистой оболочкой.

Мягкое небо можно сравнить с диафрагмой, которая может подниматься или опускаться и выполняет ряд функций. Когда мягкое небо поднято, оно давит на заднюю часть верхнего конструктора глотки в области, называемой «валиком Пассавана», тем самым закрывая

носоглотку или носовой ход (Рис. 4-5a). Когда тело языка приподнято и упирается в мягкое небо, это закрывает ротовую полость от глотки, позволяя при жевании дышать исключительно носом (Рис. 4-5b). Поскольку мы созданы для того, чтобы дышать через носовые ходы (которые фильтруют, увлажняют и нагревают воздух) и питаться через рот, такое положение языка также является его основным «положением покоя» при нормальном дыхании. Когда носовой проход закрыт, а небная занавеска и язык закрывают полость рта, и носовая, и ротовая полости оказываются изолированными от глотки; именно это происходит, когда мы задерживаем дыхание и плывем под водой. В этом случае ни вода, ни воздух не могут проникнуть через носовую и ротовую полости в глотку (Рис. 4-5c). Во время глотания небо сначала приподнимается, чтобы закрыть носовой проход и позволить пище попасть в глотку. Затем оно опускается к поднятыму языку, чтобы протолкнуть пищу вниз во время акта глотания.

## Мышцы неба

Можно выделить пять небных мышц. Сверху на небо воздействуют мышцы, напрягающие и поднимающие небо (Рис. 4-6). Мыщца, поднимающая небную занавеску (*levator veli palatini*) — это толстая мыщца, которая начинается от височных костей по обеим сторонам черепа и, проходя под наклоном вниз и внутрь, соединяется с мягким небом в области его средней линии, где она сливается с волокнами этой мыщцы с противоположной стороны, образуя своеобразный слинг, поддерживающий мягкое небо. Функция этой мыщцы состоит в том, чтобы двигать мягкое небо вверх и назад, закрывая небно-глоточный клапан или носовой канал. Когда мы зеваем или понижаем голос, что, в свою очередь, поднимает небо, в игру вступает именно эта мыщца — очень важная для тех, кто пользуется голосом.

Мышца, напрягающая небную занавеску (*Tensor veli palatini*), спускается вертикально от клиновидной кости черепа, огибает костный выступ, называемый крючковидным отростком медиальной пластинки, и прикрепляется латерально к апоневрозу неба (Рис. 4-6). Поскольку она входит в покров мягкого неба горизонтально, то в момент, когда язык давит на мягкое небо при глотании, сокращение этой мыщцы натягивает мягкое небо, делая его жестким. Она также является антагонистом по отношению к мыщце, поднимающей небо, создавая противодействующую ей силу и помогая формировать своды неба.

Трубно-глоточная мыщца (*Salpingopharyngeus*) — миниатюрная мыщца, которая берет начало от евстахиевой трубы и, проходя вниз, соединяется с волокнами небно-глоточной

Вид сзади

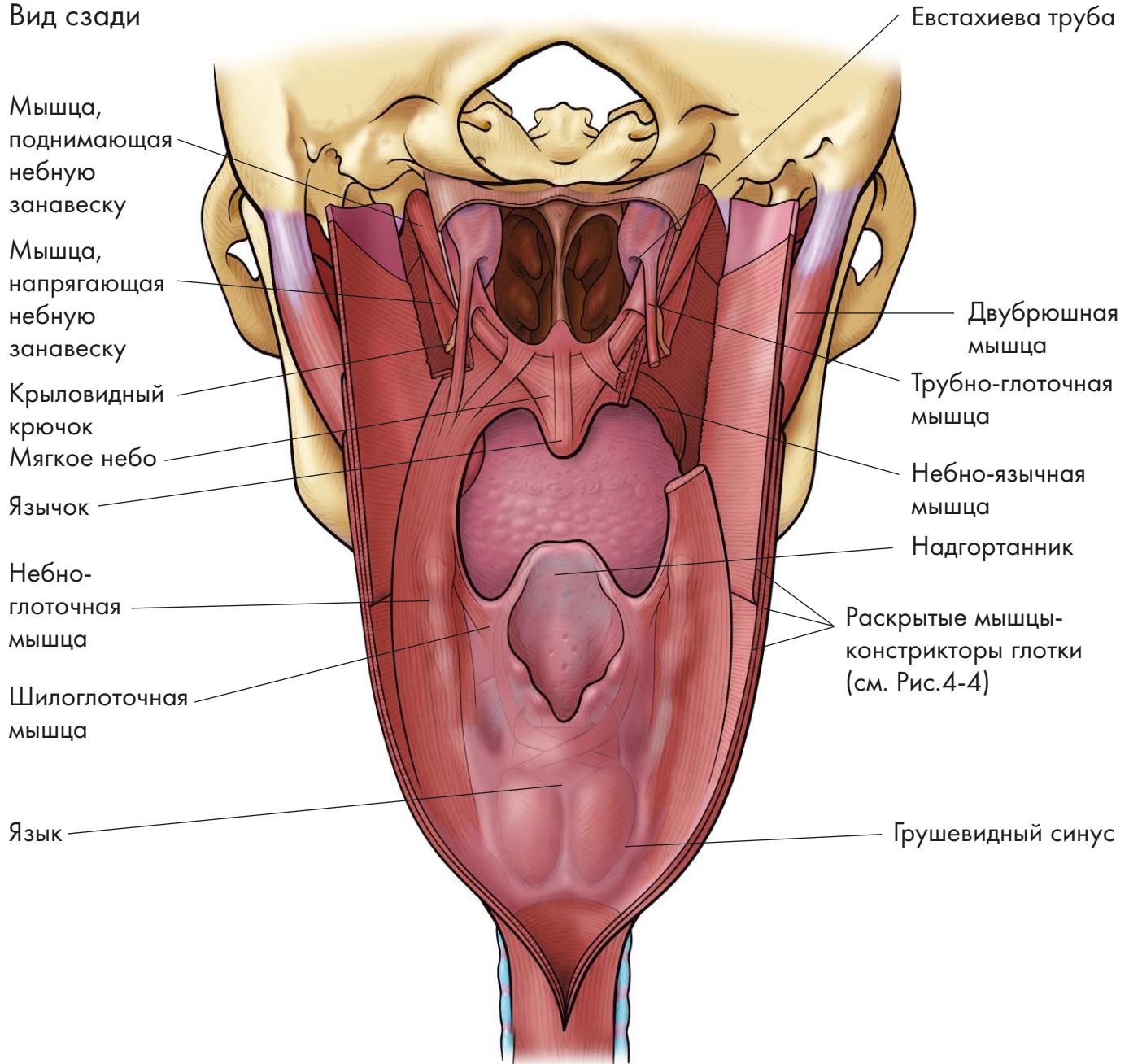


Рис. 4-6. Мышцы-элеваторы неба

мышцы. Эта мышца помогает поднимать глотку (Рис. 4-6).

Небный язычок — это видимая структура, свисающая с мягкого неба сразу за твердым небом. Он поддерживается мышечными волокнами, но не имеет реальной функции.

Существуют две мышцы, опускающих небо (Рис. 4-6 и 4-7). Прямо перед небным

язычком находятся две дуги или «дужки» мягкого неба, которые можно легко увидеть в задней части ротовой полости. *Небно-язычная мышца* (Palatoglossus), образующая переднюю дужку, отходит от мягкого неба по обе стороны от язычка и, наклоняясь вниз и книзу, прикрепляется к боковым сторонам языка.

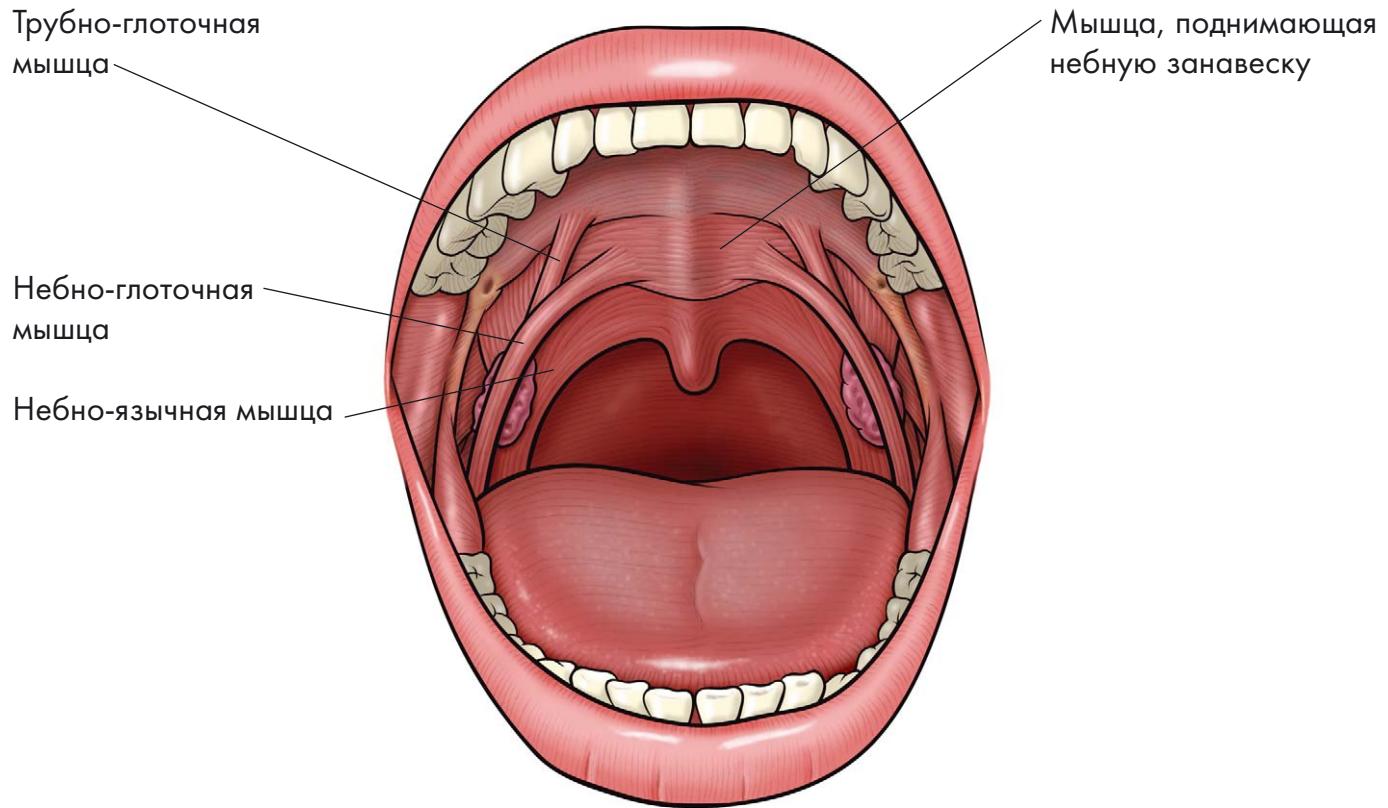


Рис. 4-7. Мышцы, опускающие небо

### ДЕЙСТВИЕ ГЛОТАНИЯ

Глотание представляет собой сложное действие, в котором участвуют мышцы языка, неба, а также мышцы, поднимающие и опускающие подъязычную кость, гортань и глотку. Оно начинается с фазы подготовки полости рта, во время которой пища пережевывается, затем формируется языком и щеками и преобразуется в массу, называемую болясом — достаточно маленькую, чтобы ее можно было проглотить. Три фазы глотания можно описать следующим образом:

1. На этапе подготовки мышцы губ и щек сокращаются, чтобы переместить пищу на язык. Язык упирается в твердое небо, чтобы протолкнуть пищевой комок через зев (своды мягкого неба). По мере сокращения мышцы, напрягающей небную занавеску, мышцы, поднимающей небную занавеску, и небно-глоточная мышца, которое тянет небную занавеску вверх и назад к стенке глотки, мягкое небо поднимается.
2. Фаза глотания начинается рефлекторно, когда боляс проходит через своды зева. Во-первых, происходит закрытие небно-глоточного отверстия для предотвращения аспирации пищи в полость носа (мышцей, поднимающей небную занавеску). Во-вторых, плотно закрывается гортань. В-третьих, происходит последовательное сокращение констрикторов глотки. В-четвертых, мышцы языка и мышцы-элеваторы подъязычной кости тянут гортань вперед и вверх.
3. На третьем этапе боляс поступает в верхний отдел пищевода, который перистальтическими движениями, при котором пищевод расслабляется и сокращается волнообразным движением, продвигает пищу в желудок.

Небно-глоточная мышца (*Palatopharyngeus*), образующая заднюю дужку, начинается от мягкого неба позади небно-язычной мышцы и, направляясь кнаружи и вниз, соединяется с волокнами шилоглоточной мышцы,

прикрепляясь к заднему краю щитовидного хряща. Небно-глоточная и небно-язычная мышцы опускают небо во время еды и глотания. Также они помогают приподнять язык и горталь во время глотания и говообразования.

## Изогнутое в виде арки небо

Действие неба во время речи и пения может варьироваться, но в целом для пения необходимо, чтобы небо было выпуклым или приподнятым.

Как мы только что видели, при взгляде из ротовой полости небо образует своды, спускающиеся вниз к языку и глотке; можно легко увидеть, как эти своды изгибаются вниз от небного язычка, расположенного на вершине этих стенок. Когда глотка сжата, язык обычно поднят, а челюсть частично закрыта (Рис. 4-8b). И наоборот, когда небные своды приподняты, язык опускается, и горталь также опускается, открывая глотку (Рис. 4-8a).

Выгибание неба происходит главным образом за счет действия мышц-напрягателей и мышц-элеваторов неба, которые поднимают его своды. Небо противостоит языку, гортани и подъязычной кости. Когда небо опущено, язык и горталь приподнимаются, сужая глотку, как это происходит при глотании. Когда небо поднято, язык, подъязычная кость и горталь

опускаются, открывая глотку. Это происходит на начальных стадиях глотания, а также когда мы делаем вдох или зеваем. Немного практиковавшись, можно научиться поднимать небные дуги по желанию, посредством сознательного контроля.

Выгибание неба оказывает решающее влияние на форму голосового тракта. Поскольку небо образует перегородку, отделяющую ротовую полость от глотки, опустившееся небо разделяет ротовую и глоточную полости. Напротив, выгибание неба объединяет ротовую полость и глотку, превращая их в непрерывный резонатор, и, таким образом, является решающим элементом в умелом владении голосовым трактом при пении (см. Рис. 4-12, а и б).

При пении носовой канал в основном остается открытим, особенно во время произнесения гласных и при пении в верхнем регистре. Это означает, что в действительности небо остается довольно низким, а не высоким, как часто уверяют певцы.

## Язык и его функции

Язык, или язычная область, состоит из внутренних мышечных волокон, которые образуют тело или спинку самого языка, а также из четырех наружных мышц, волокна которых соединяются со спинкой языка и перемещают ее от точек за пределами спинки языка. (Рис. 4-9). Язык лежит на дне полости рта, а подъязычно-язычная и подбородочно-язычная мышцы прикрепляют его к подъязычной

кости. По своей средней линии язык разделен фиброзной перегородкой и состоит из нескольких слоев мышечных волокон, идущих в различных направлениях. Поверхностный слой составляет верхняя продольная мышца. Средний слой состоит из вертикальной и попечной мышц. Самый глубокий слой образован нижней продольной мышцей. Эти внутренние мышцы переплетаются с волокнами наружных

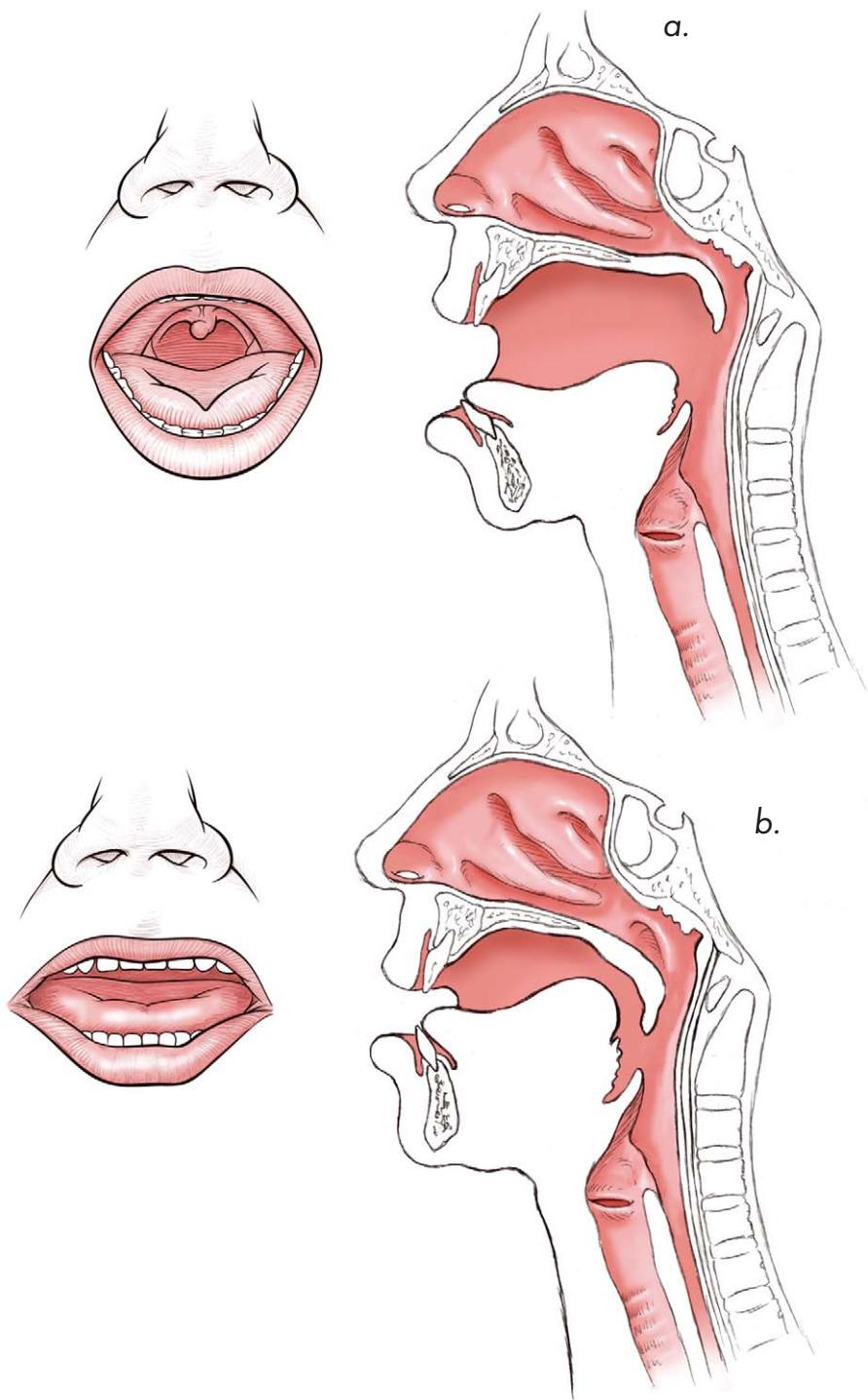


Рис. 4-8. Мягкое небо: а) Изогнутое; б) Опущенное

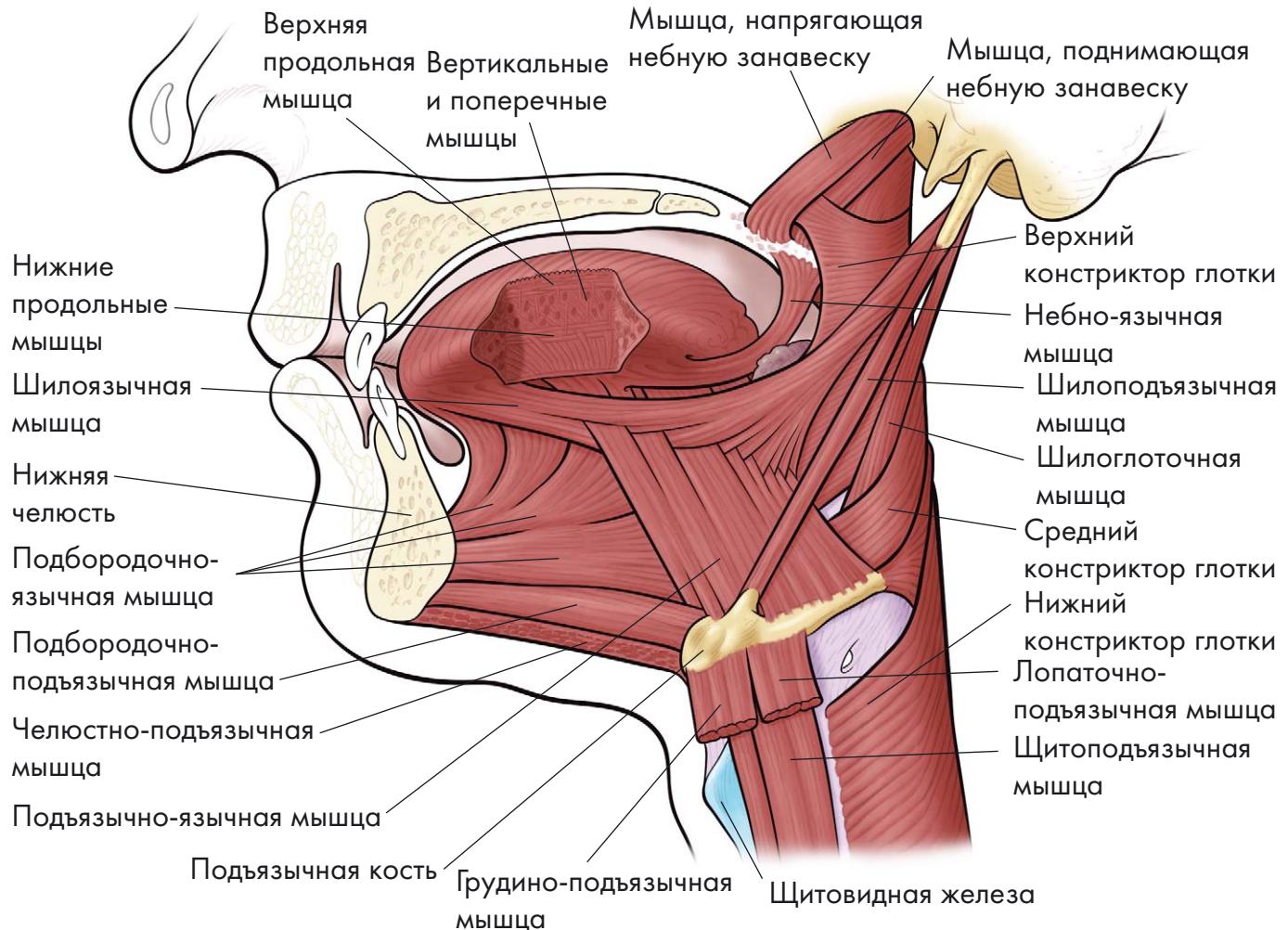


Рис. 4-9. Язык и его мышцы

мышц, которые присоединяются к спинке языка, — в частности, шилоязычной и подъязычно-язычной мышц по обеим сторонам языка и подбородочно-язычной мышцы на его нижней стороне. Такая сложная организация внутренних волокон позволяет укорачивать язык, придавать ему выпуклую или вогнутую форму (кончик языка обращен вверх), сужать и удлинять язык, уплощать и расширять его. В сочетании с внешними мышцами, которые двигают и меняют положение языка, такое сложное расположение волокон также позволяет формировать звуки речи.

Как мы видели, наружные мышцы языка лежат под его спинкой и двигают язык

в различных направлениях (Рис. 4-9). Первой из этих наружных мышц является подъязычно-язычная мышца, которая берет начало от подъязычной кости и проходит вертикально вверх и вперед, прикрепляясь к боковым поверхностям языка. Подбородочно-язычная мышца проходит вертикально от внутренней стороны симфиза нижней челюсти и расходится веером по обе стороны от средней линии челюсти, прикрепляясь к нижней поверхности языка по всей его длине и к подъязычной кости. Шилоязычная мышца берет начало от щиловидного отростка и соединяется с телом языка по обеим его сторонам и с волокнами подъязычно-язычной мышцы. Шилоязычная

мышца тянет язык вверх и назад. Небноязычная мышца начинается от мягкого неба и, направляясь вниз и вперед, прикрепляется к боковым поверхностям языка. Его функция заключается в том, чтобы тянуть основание

языка вверх и сжимать небо при глотании. Наружные мышцы позволяют двигать язык целиком, например, при сосании или размещении пищи во рту, и играют важную роль в процессе глотания.

## Положение языка во время пения

При пении глотка работает лучше всего тогда, когда она открыта. Это означает, среди прочего, что язык должен оставаться довольно низко во рту, касаясь своим кончиком нижних зубов

и передняя его часть должна находиться ниже остальных, а челюсть должна быть открыта и расслаблена. Это легче всего прочувствовать при произнесении гласного «а», который требует наименьших манипуляций с языком и поэтому так часто используется по умолчанию в пении. В этом расслабленном положении у языка также естественным образом образуется борозда по средней линии (Рис. 4-10).

Язык также является важнейшим инструментом в образовании гласных. Наиболее часто используемой по умолчанию гласной является «а», поскольку, если не пытаться сформировать гласную, вы получите именно «а». Другие гласные связаны с изменением положения языка. При этом певцы, как правило, меняют только положение языка и не слишком задействуют губы и рот, так как это вызывает ненужное напряжение (Рис. 4-11).

Создание открытого качественного звучания, необходимого в пении, также связано с гласными звуками. Чтобы оставить глотку открытой, певцы часто изменяют произносимые гласные звуки, стремясь

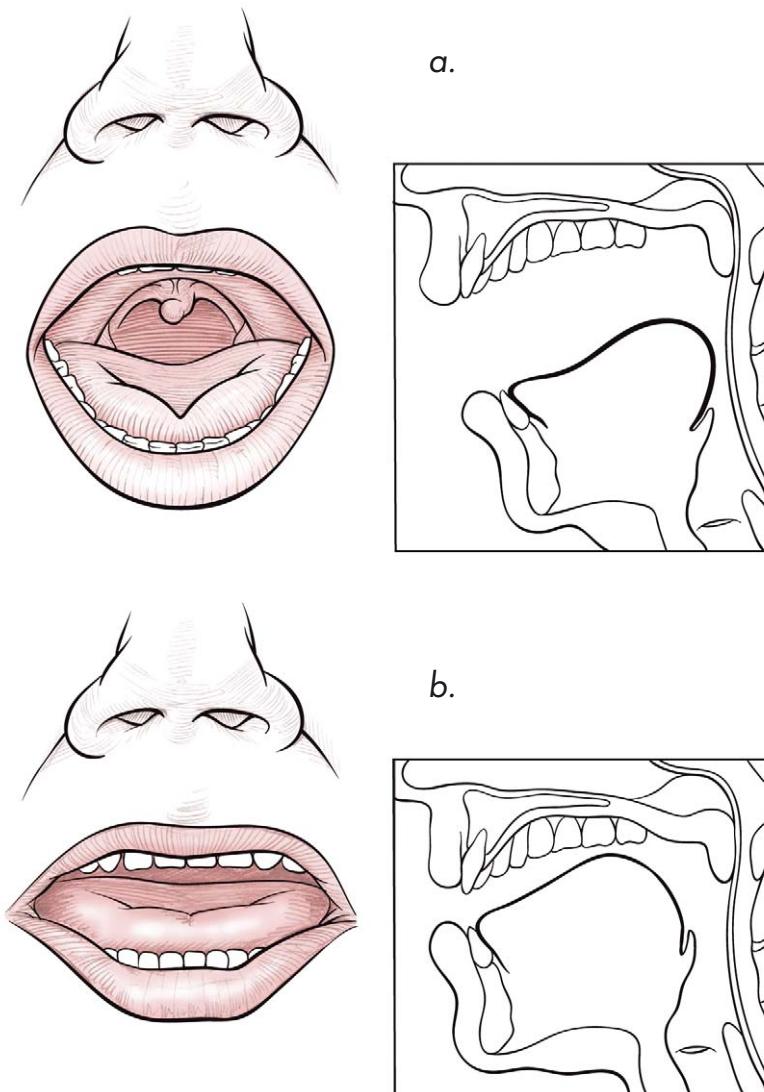
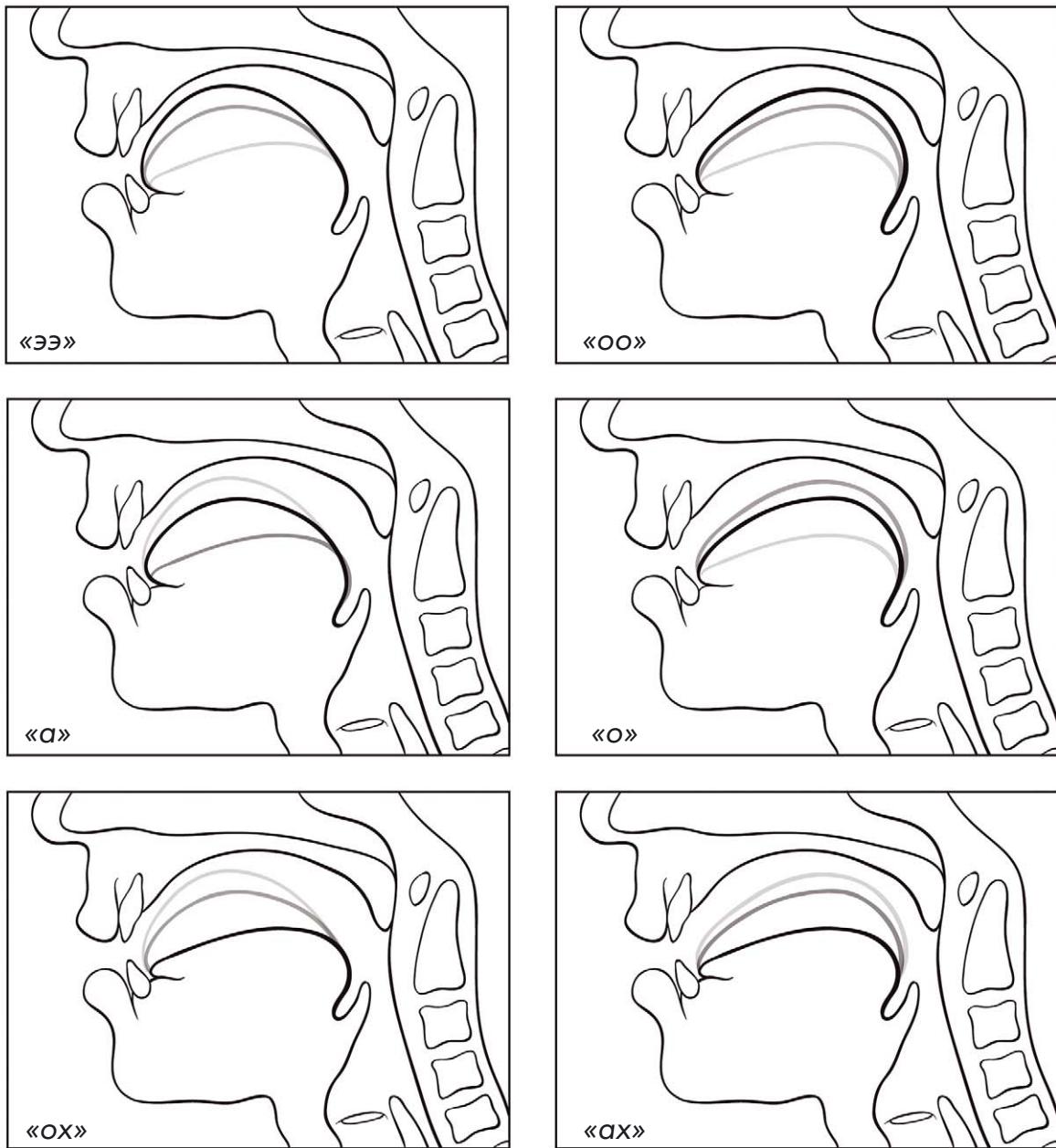


Рис. 4-10. а) Положение языка при пении: открытая глотка;  
б) Приподнятое положение языка: закрытая глотка.



*Рис. 4-11. Положение языка определяет тип произносимой гласной.*  
В колонке слева язык расположен спереди, производя так называемые «передние» гласные (ее, а как в «хэй», ах); в колонке справа язык расположен в задней части глотки, производя «задние» гласные (оо, ох, ах)

сделать их открытыми и более насыщенными, примерно так же, как когда мы зеваем и открываем горло для издания гласного звука. При прикрытом звучании в пении гортань опускается так, что и вход

в гортань, и самая нижняя часть гортани расширяются. Таким образом, положение языка, образование гласных и опущенная гортань являются решающими факторами в пении.

## Низкая гортань и расширенная глотка

Последним элементом открытой глотки является низкое положение гортани. В третьей главе мы видели, что опытный певец не поднимает гортань, но, задействуя мышцы, подвешивающие гортань, способен ее удерживать в низком положении даже при пении в более высоких регистрах. Это позволяет гортани свободно работать и не сжиматься при повышении высоты тона. Это также помогает гортани производить фальцет с опорой и головной голос.

Низкое положение гортани имеет и другой эффект: оно удлиняет голосовой тракт и расширяет нижнюю часть глотки. Это способствует произнесению более открытых гласных, которые, как следствие, звучат более насыщенно. Это качество, иногда называемое «прикрытием», является важной составляющей классической вокальной подготовки и в значительной степени связано с действием поддерживающих мышц, которые имеют тенденцию открывать глотку, когда гортань опускается. Одними из мышц, ответственных за раскрытие глотки, являются парные шилоглоточные мышцы, которые у своего начала расположены дальше друг от друга, чем у места прикрепления (см. Рис. 4-4), и которые, таким образом, раздвигают стенки глотки в момент, когда они создают натяжение вверх, чтобы расширить глотку. Их действию противостоят мышцы-депрессоры гортани, поддерживающие низкое положение гортани и тем самым удлиняющие голосовой тракт по мере его расширения (Рис. 4-12).

Удлинение и расширение этой части голосового тракта является одним из наиболее важных элементов модуляции голоса. Звук, исходящий от выбирающих голосовых складок, представляет собой сложный тон, состоящий из основной частоты, или высоты тона, и ряда обертонов, придающих тону богатый и сложный тембр. Полости над гортанью действуют как гибкий резонатор

для этой вокальной «росписи», усиливая одни частоты и ослабляя другие. Голосовой тракт имеет несколько резонансных частот, которые максимально усиливают голосовой сигнал, а опущенная гортань и, в частности,

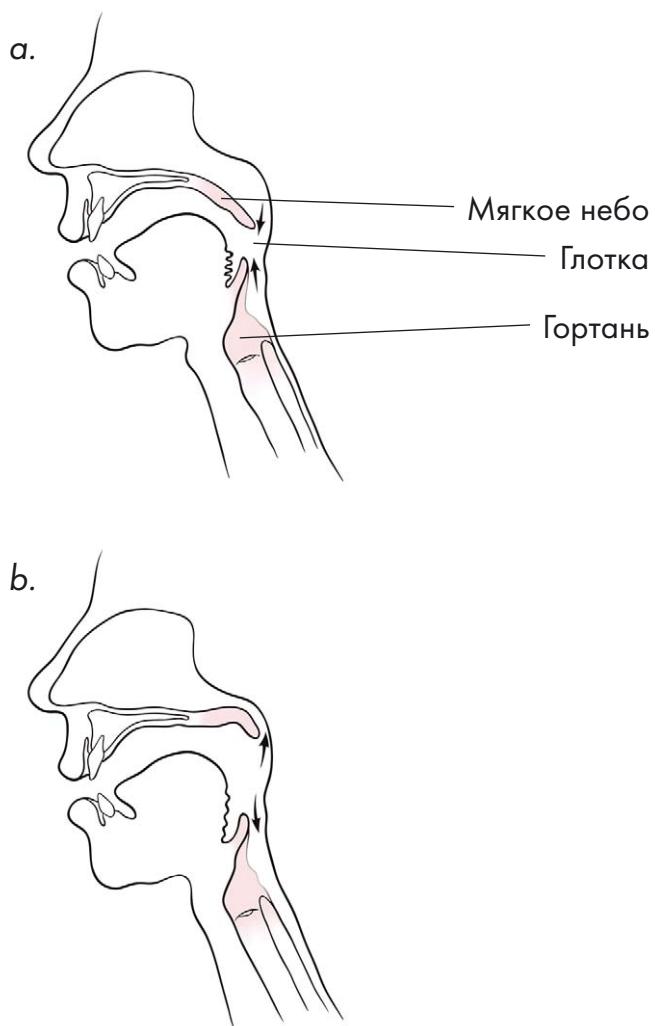


Рис. 4-12. a) Приподнятая гортань и сжатая глотка; b) Опущенная гортань и открытая глотка. Обратите внимание, что на (a) мягкое небо и гортань двигаются навстречу друг к другу, а глотка укорачивается; на (b) мягкое небо и гортань отдаляются друг от друга, а глотка удлиняется

расширенная глотка создают форманту, которая отсутствует в обычном разговорном голосе и идеально соответствует частоте колебаний гортани. Именно благодаря этому мы слышим мощные звонкие тона оперного голоса, которые могут перекрывать оркестр

и звучать на больших пространствах. Это качество, которое иногда называют «певческой формантой», высоко ценится классическими и оперными певцами; большая часть их обучения направлено на освоение этого качества.

# ГЛАВА 5

## ЛИЦО И ЧЕЛЮСТЬ

Хотя кости и мышцы лица не играют непосредственной роли в фонации, тем не менее они составляют важнейший компонент вокально-го инструмента. На это есть несколько причин. Во-первых, лицевые мышцы являются органами общения и выражения. Во-вторых, мы часто «теряем» голосовой аппарат из-за потери тонуса лица, сна с открытым ртом, перегрузки голоса, западения неба; в результате у многих пользователей голоса со временем развивается хриплость и другие проблемы с голосом. Приведение в тонус мимических мышц является важным компонентом «активизации» вокального инструмента, и это хорошо известно многим певцам, которые сохраняют здоровый и молодой тонус мимических мышц даже в пожилом возрасте. В-третьих, непосредственное влияние на голосовую функцию оказывает тонус мимических мышц, имеющих опосредованные рефлекторные связи с гортанью и глоткой; Научившись «позиционировать» голос за счет поддержания тонуса лицевых мышц, можно оказать глубокое влияние как на гортань, так и на глотку.

Лицевые мышцы отличаются от других скелетных мышц тем, что у них нет прикреплений от одной кости к другой; в большинстве случаев они начинаются от кости или хряща и прикрепляются к кожным покровам, или кожной ткани, нередко сливаясь при этом с волокнами других мышц. Именно это дает им возможность создавать нашу мимику, посредством движения кожи, сужения или сморщивания участков кожи и тканей, а также движения или сжатия отверстий, как в случае области вокруг глаз. В частности,

области вокруг рта, латеральная область глазниц и область между глазами являются точками схождения мышц, где их волокна сливаются друг с другом. Поскольку мимические мышцы часто перекрывают друг друга и являются продолжением фасции, покрывающей лицо и шею, они образуют подвижный слой соединительной ткани, покрывающий все лицо (Рис. 5-1).

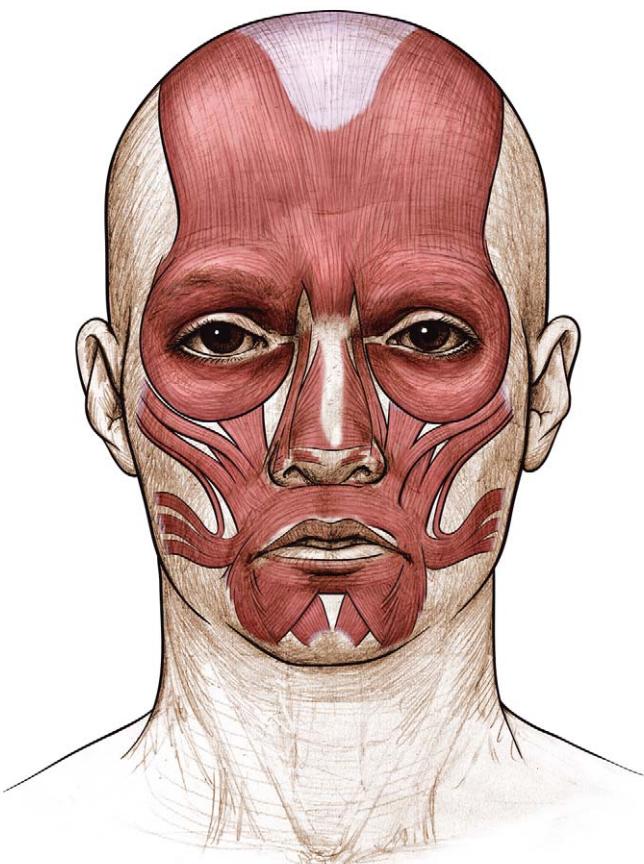


Рис. 5-1. Мышцы лица

## Маска

Возможно, из-за того, что певцы испытывают вибрации в области носа, эта область лица, которую часто называют «маской» певца, нередко считается одним из ключевых резонаторов голоса. Хотя ни носовые кости,

ни полость носа на самом деле не участвуют в резонансе голоса, практика «помещения» голоса в маску влияет на функцию горлани и делает голос более сфокусированным и звучным. «Маска» состоит в основном

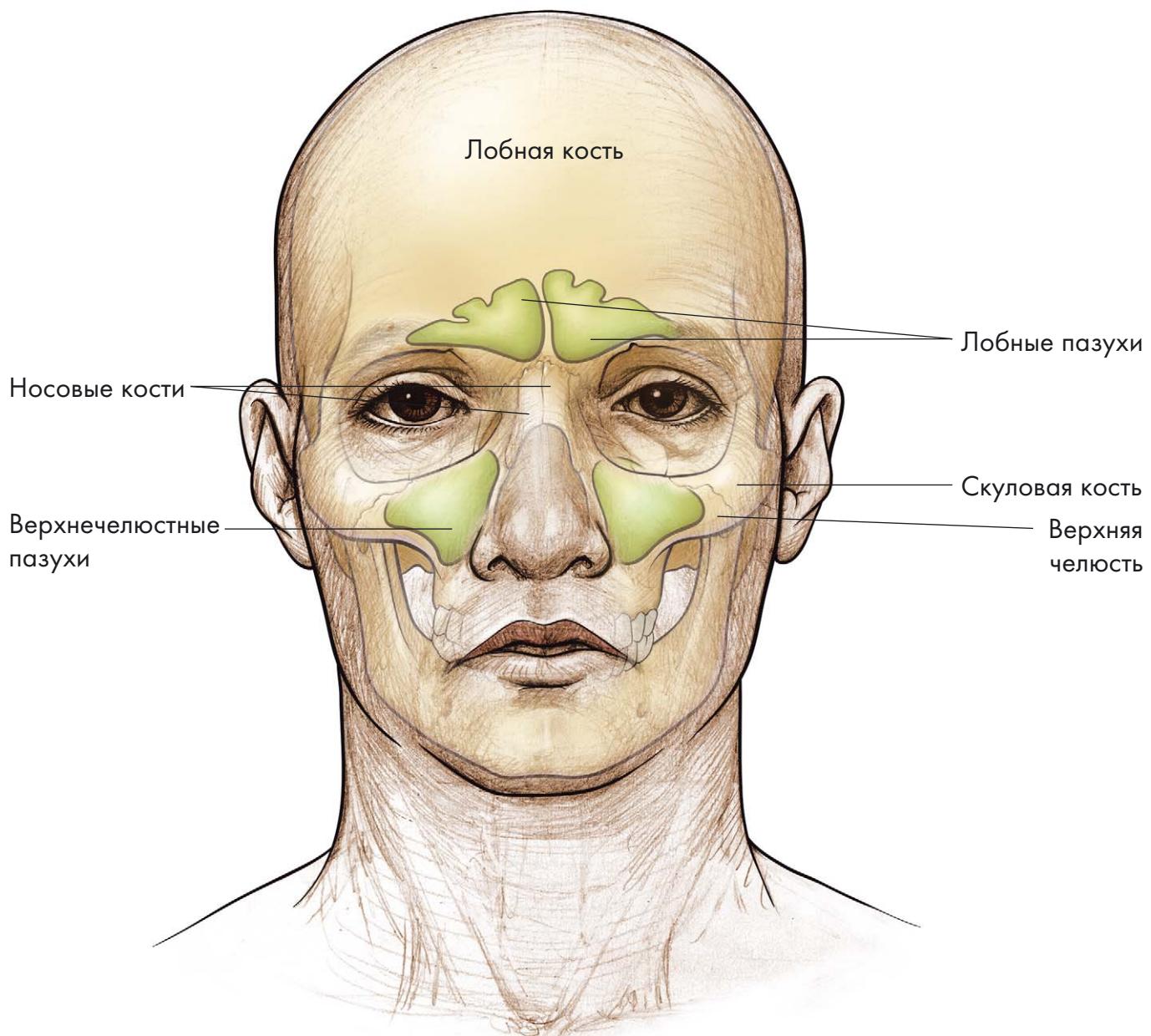


Рис. 5-2. Маска

из верхней челюсти, носовых костей и нижней части лобной кости, где расположены пазухи; певцы обычно ощущают эту область во время пения (Рис. 5-2).

## Ноздри и полость носа

Ноздри являются основным дыхательным каналом при нормальном дыхании. Ноздри переходят в носовые ходы, которые

образованы носовыми раковинами, разделенными перегородкой на две отдельные полости (Рис. 5-3). Эти полости, помимо того,

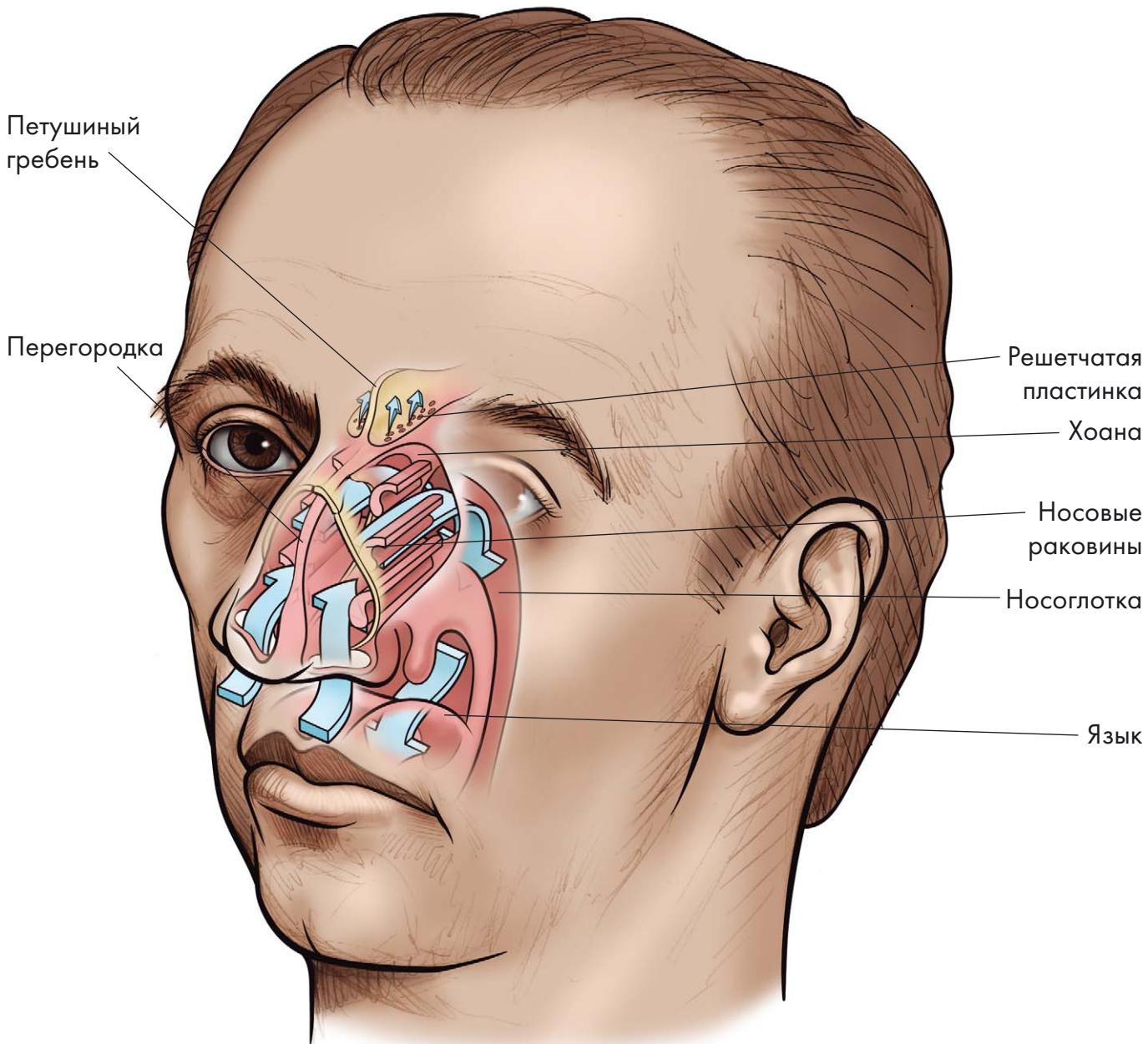


Рис. 5-3. Полость носа

что они выстланы слизистой оболочкой с богатым сосудистым кровоснабжением, разделяются на обонятельный и дыхательный отделы. Два отверстия (или хоаны) в задней

части этих полостей переходят в носоглотку. Помимо обонятельной функции, ноздри увлажняют, фильтруют и согревают поступающий в легкие воздух.

## Мышцы в области носа

Расширение и активирование ноздрей связаны со вдохом, который, в свою очередь, способствует раскрытию глотки. Есть три расширителя и три де-прессора ноздрей (Рис. 5-4). Мышца, поднимающая верхнюю губу и крыло носа (*levator labii superioris alaeque nasi*) берет свое начало в верхней части верхней челюсти у внутреннего края глазницы. Проходя под углом вниз и наружу, часть ее волокон прикрепляется к верхней губе, а часть — к крылу носа (крыловидной части ноздри, от латинского *ala*, что означает «крыло»). Она поднимает верхнюю губу, а также поднимает и расширяет крылья носа, как бы вызывая усмешку.

Сразу под мышцей, поднимающей верхнюю губу и крыло носа, находится задний расширитель ноздри (*dilatator naris posterior*). Он начинается от края носовой вырезки верхней челюсти (см. Рис. 5-7) и прикрепляется к коже у края крыла. Передний расширитель ноздри начинается от хряща крыла носа и прикрепляется к коже у его края. Эти мышцы, как следует из их названия, расширяют крылья носа.

Носовая мышца, имеющая поперечную и крыловидную части, является сжимателем ноздрей. Поперечная часть, также известная как мышца, сжимающая нос (*compressor nasi*), начинается на верхней челюсти рядом с крылом носа; ее волокна простираются вверх и внутрь сразу за ноздрями и сливаются с фасцией хряща носа, которая является продолжением

фасции мышцы, расширяющей нос (*procerus*), расположенной на переносице. Крыловидная часть носовой мышцы (у Грея — наружная часть мышцы, опускающей крылья носа) начинается от верхней челюсти ниже начала поперечной части носовой мышцы и прикрепляется к перегородке и задней части крыла. Функция этих двух мышц состоит в том, чтобы тянуть крылья вниз и сжимать их.

Мышца, опускающая перегородку носа (*depressor septi nasi*) (у Грея — внутренняя часть мышцы, опускающей крылья носа) начинается от верхней челюсти под носом и прикрепляется к перегородке и задней части крыла. Ее функция состоит в том, чтобы тянуть крылья носа вниз и сжимать их.

Малый сжиматель ноздрей (*Compressor narium minor*) представляет собой крошечную мышцу, начинающуюся от хряща крыла и прикрепляющуюся к коже на кончике носа. Она также опускает хрящ носа и сужает ноздри.

Действие этих мышц связано с мягким небом и открытием глотки при пении. Сужение ноздрей, как правило, связано с опусканием и западением неба; расширение ноздрей и ухмылка, связанные со вдохом, имеют тенденцию приподнимать небо и расширять глотку. Представьте, что вы ухмыльнулись или понюхали что-то острое, и обратите внимание, как это оживляет и расширяет ноздри и даже помогает открыть глотку.

## Глаза и лоб

Помимо того, что глаза являются органами восприятия, они также выражают наше настроение

и передают наши чувства, и в этом смысле имеют решающее значение для голосового аппарата.

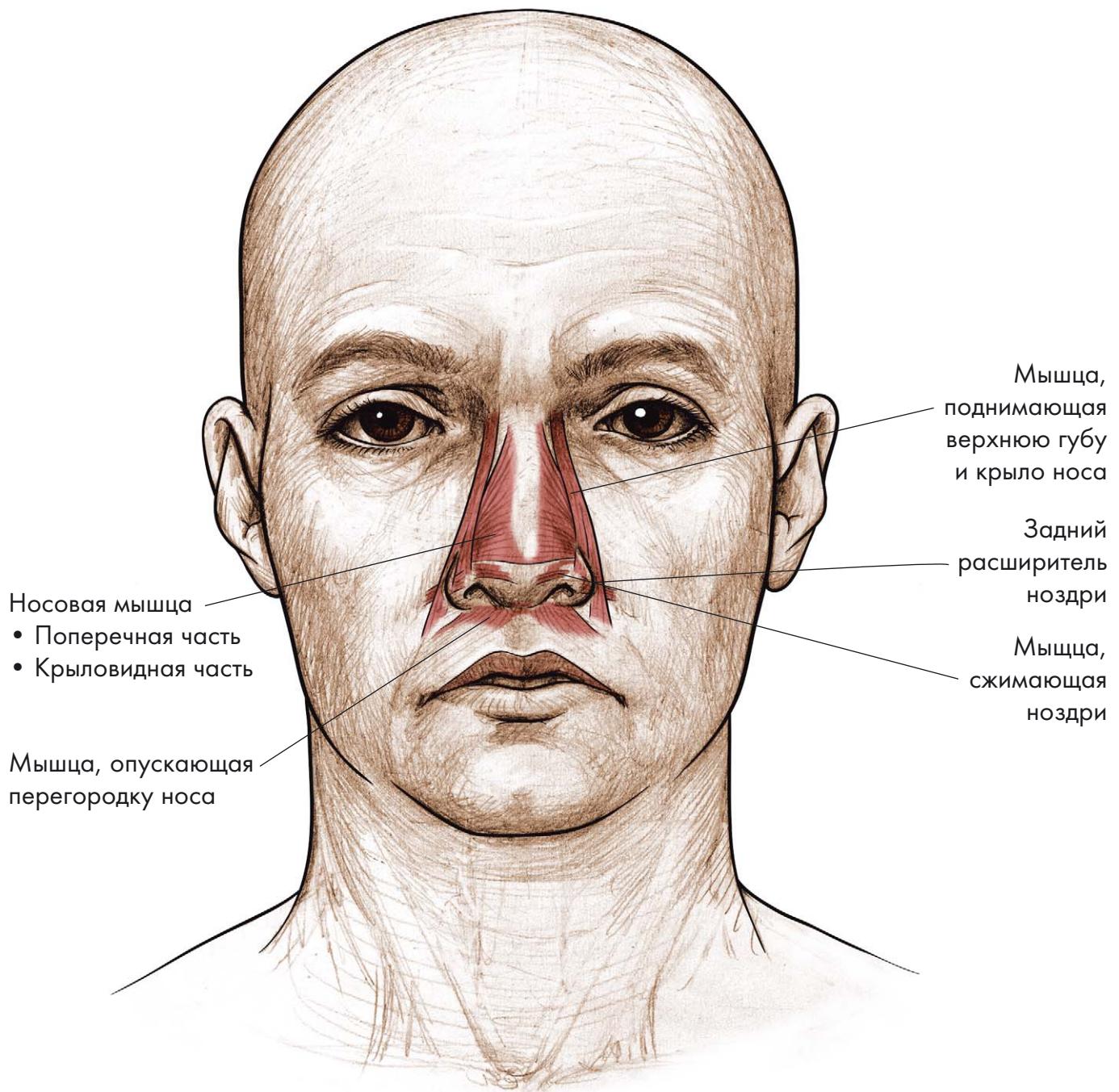


Рис. 5-4. Мышцы носа

Существует несколько мышц глаз и лба (Рис. 5-5). Ключевая мышца лба, лобная мышца (frontalis), тянет кожный покров головы назад, поднимая брови и сокращая лоб. В действительности, она является частью сухожильного листа, который проходит прямо через кожный покров головы

к затылку сзади, где находится еще один участок мышечной ткани (не изображен).

Мышца, сокращающая бровь (Corrugator supercilii), расположена между бровями; это мышца отвечает за хмурое выражение на нашем лице и вызывает вертикальные

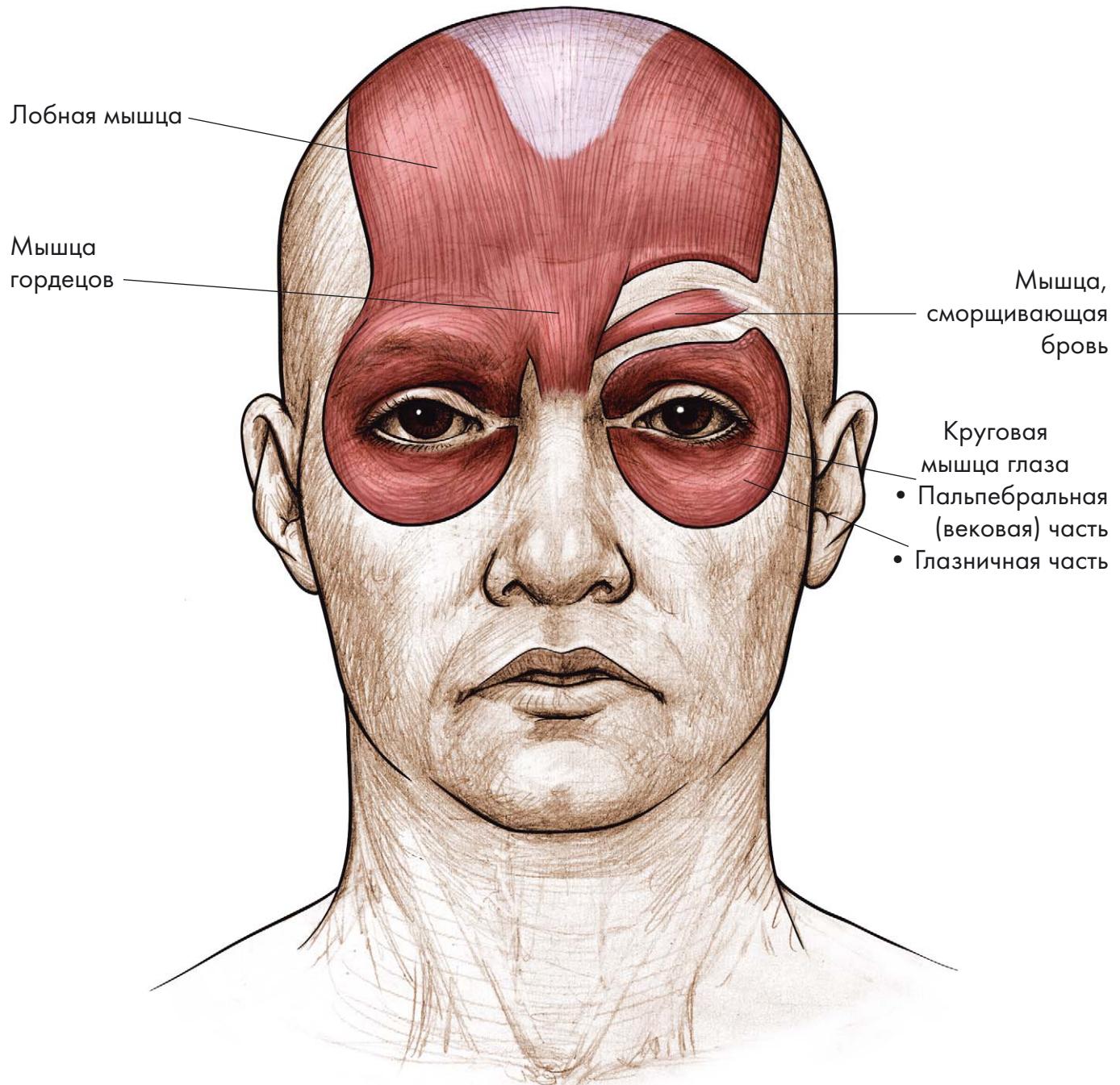


Рис. 5-5. Мышцы глаз и лба

морщины на лбу. Она начинается от внутренней части брови, или от надбровной дуги лобной кости, идет наружу и прикрепляется к коже над глазницей.

Мышца гордецов (Procerus) (также называемая *pyramidalis nasi* — пирамидальная мышца носа) находится между бровями. Она начинается

от хряща в верхней части носа и фасции над носовой костью и прикрепляется к коже и мышечным волокнам лобной мышцы. Эта мышца сводит вместе брови, а также создает ощущение нахмуренности. Волокна лобной мышцы переходят в мышцу, сокращающую бровь, мышцу гордецов и круговую мышцу глаза.

Глазницы и веки окружает мышца-сфинктер — круговая мышца глаза (*orbicularis oculi*). Наружное кольцо ее волокон составляет глазничную часть; внутреннее кольцо, покрывающее наружное веко, составляет пальпебральную часть. Круговая мышца глаза начинается от лобной и носовой частей верхней челюсти, ее волокна расходятся вверх и вниз, покрывая веки и окружая глазницы, к щеке и вискам. Ее функция заключается в сужении и защите области вокруг глаз и вместе с мышцами нахмуривания в прищуривании. Ее пальпебральная часть способствует закрытию век. Постоянное сокращение орбитальной области приводит к постоянному прищуриванию, которое тянет бровь в сторону века.

Поскольку наша коммуникация происходит в том числе посредством лица и глаз, привычное хмурое выражение, беспокойство и серьезная манера поведения приводят к тому, что глаза

теряют тонус и выразительность, что, в свою очередь, означает потерю энергии или разрушение речевого аппарата. Из-за прищуривания и напряжения круговые мышцы глаза обычно оказываются напряженными. Кроме того, когда мы концентрируемся на работе или сидим за компьютером, наш взгляд «стекленеет», словно под гипнозом, что делает взгляд более жестким и снижает тонус мышц вокруг глаз. Смягчение и блеск в глазах приводят к расслаблению и тонизированию области вокруг глаз и связаны с более позитивным умственным настроем и активацией вокального аппарата. Поскольку это связано с улыбкой, то лучший способ вызвать такую улыбку — не выдавливать ее из себя насилино, а подумать о чем-то смешном или трогательном, установить зрительный контакт с другим человеком или внимательно посмотреть на объект.

## Щеки

Щечные мышцы также связаны с активацией речевого инструмента и с более сфокусированным тоном. Вокруг щеки и области над верхней губой расположено несколько мышц, отвечающих за такие выражения лица, как грусть и смех (Рис. 5-6). Мышца, поднимающая верхнюю губу (*levator labii superioris*), начинается от нижнего края глазницы, образованного скуловой и верхнечелюстной костями. Она проходит вниз и внутрь, где сливается с мышечными волокнами вокруг рта. Ее функция заключается в приподнятии верхней губы.

Мышца, поднимающая угол рта (*levator anguli oris*), начинается от клыковой ямки верхней челюсти, как раз там, где начинает выступать скула или скуловая кость. Она идет вниз и сливается с мышечными волокнами круговой мышцы рта и большой скуловой мышцы, вокруг рта. Ее функция заключается в поднятии угла губ. Вы можете почувствовать действие этих

мышц, если наморщите нос, который действует эти мышцы-элеваторы, чтобы приподнять щеки прямо под глазами.

Малая скуловая мышца (*Zygomaticus minor*) начинается от скуловой кости, или скулы, идет вниз и внутрь, где наряду с мышцей, поднимающей верхнюю губу, сплетается с мышечными волокнами круговой мышцы рта. Она тянет рот вверх и немного назад, как при выражении печали на лице.

Большая скуловая мышца (*Zygomaticus major*) начинается от скуловой дуги, где она изгибаются, образуя боковую поверхность лица. Она идет по диагонали вниз и вперед, прикрепляясь к круговой мышце рта рядом с мышцей, поднимающей угол рта. Она тянет уголки рта назад, как это бывает при смехе. Там, где начинается большая скуловая мышца — спереди от уха — она идет непрерывно вдоль боковой полверхности лица вместе с другой

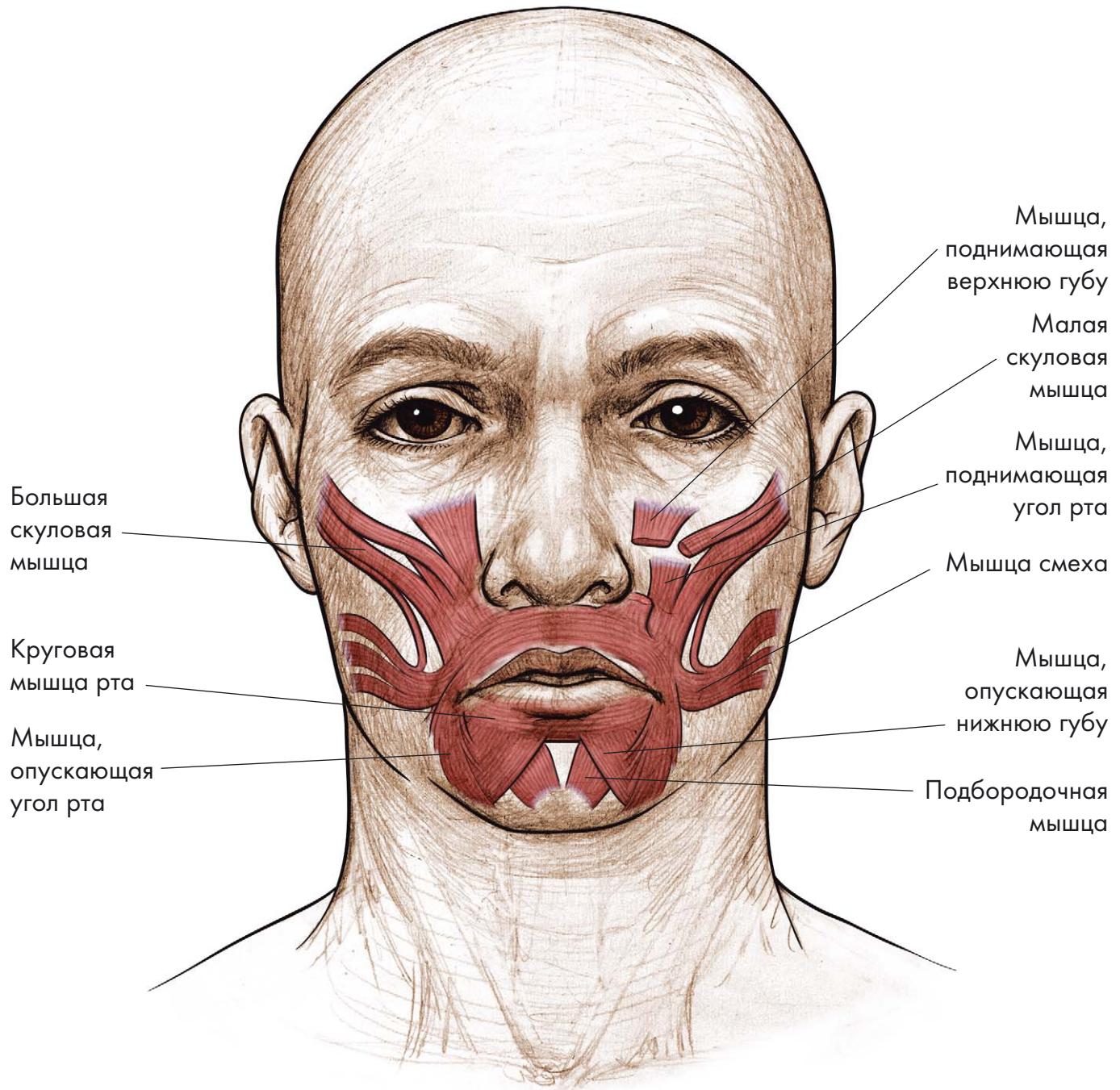


Рис. 5-6. Мышцы щек и рта

расположенной спереди от уха мышцей, передней ушной мышцей auricularis anterior, а также с височно-нижнечелюстным суставом.

Из-за тенденции к потере выразительности лица полезно привести в тонус щечные мышцы, «придав блеска» глазам и приподняв

или округлив щеки. Приведение в тонус мышц глаз и щек помогает активировать мышцы, поддерживающие горло, и «поместить» голос вперед, придав ему более яркий тон. Это также помогает поддерживать здоровый мышечный тонус и молодость лицевых мышц в пожилом

возрасте. Когда мышечное напряжение в глазах и щеках уменьшается, вы можете почувствовать, как мускулатура лица становится подвижной

и свободной по всему периметру лица и челюсти, что способствует раскрытию и тонусу мышц неба и глотки.

## Челюсть и височно-нижнечелюстной сустав

Челюсть, или нижняя челюсть (также называемая нижней челюстной костью), является самой крупной костью лица (Рис. 5-7). Участок челюсти, образующий подбородок, называется симфизом; основная линия

челюсти называется телом; направленный вверх отросток, образующий сустав и прикрепление мышц, называется ветвью челюсти. Ветвь делится на венечный отросток спереди и мыщелковый отросток сзади.

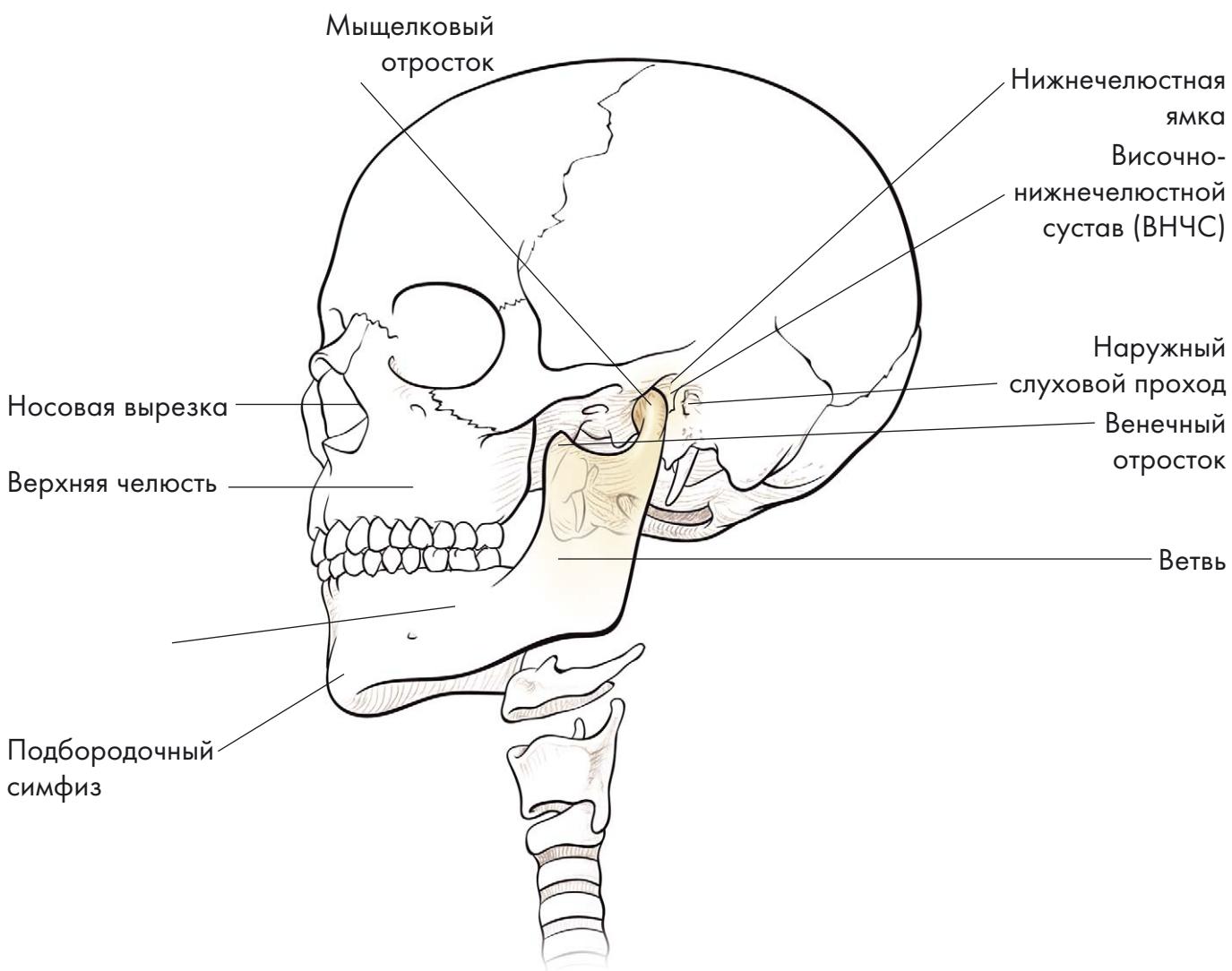
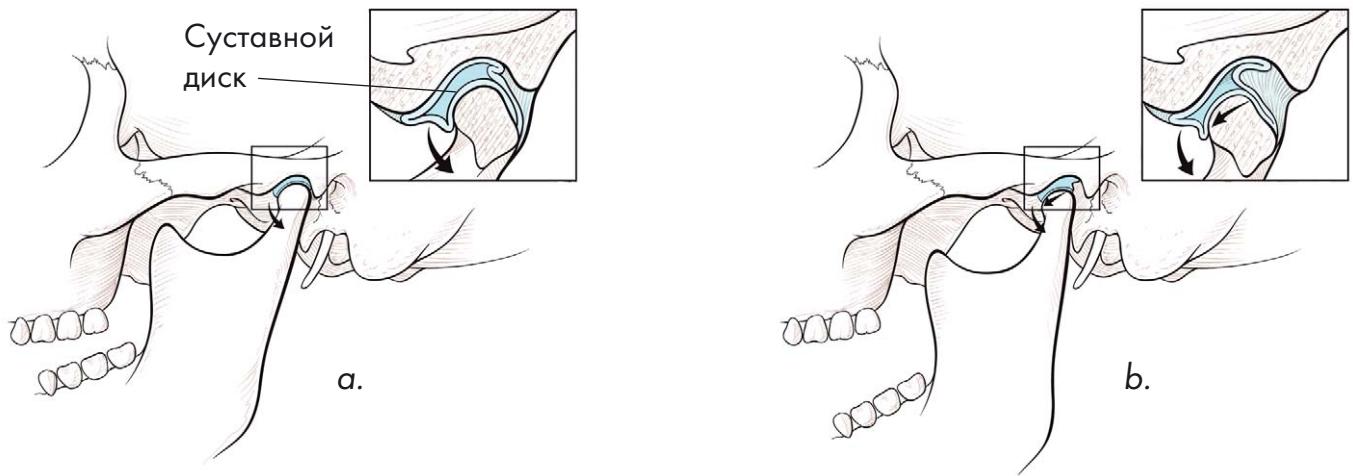


Рис. 5-7. Челюсть и височно-нижнечелюстной сустав



**Рис. 5-8. а)** Частичное открывание челюсти для разговора: челюсть шарнирно прокручивается в суставе (стрелка вниз), не выдвигаясь вперед;  
**б)** Более широкое раскрытие челюсти для пения: челюсть, проворачиваясь, чтобы открыться (стрелка вниз), раскачивается или движется вперед по отношению к височной кости (стрелка вперед)

Венечный отросток служит местом прикрепления височной мышцы; мыщелковый отросток сочленяется с височной костью, образуя височно-нижнечелюстной сустав.

Височно-нижнечелюстной сустав расположен непосредственно спереди от наружного слухового прохода, ушного отверстия (Рис. 5-7). Непосредственно перед этим отверстием находится углубление, называемое нижнечелюстной ямкой. Мыщелки челюсти находятся внутри этого углубления и, вращаясь, производят основное шарнирное движение челюсти. Мыщелки также могут скользить вперед по отношению к нижнечелюстной ямке, так что челюсть в целом может двигаться вперед и назад. Когда один мыщелок движется вперед, а другой назад, челюсть производит перемалывающие движения.

Височно-нижнечелюстной сустав представляет собой преимущественно скользящий эллипсовидный сустав. Между нижнечелюстной ямкой и мыщелком находится

хрящ, называемый суставным диском. Нижняя поверхность суставного диска имеет округлую форму, в которую хорошо вмещается мыщелок, способный вращаться внутри этого диска, производя шарнирное действие челюсти (Рис. 5-8а). Однако этот диск не фиксирован на височной кости: его верхняя поверхность смазывается синовиальной жидкостью, так что он может скользить вперед по отношению к нижнечелюстной ямке, увлекая за собой мыщелок и челюсть (Рис. 5-8б).

Таким образом, височно-нижнечелюстной сустав состоит из двух суставов: эллипсовидного, образованного сочленением мыщелка с суставным диском, и плоского сустава, образованного сочленением суставного диска с височной костью. Оба сустава смазываются, и весь сустав заключен в капсулу и поддерживается двумя другими связками. Челюсть также поддерживаются шило-нижнечелюстной связкой (не изображена), которая простирается от шиловидного отростка височной кости к углу челюсти.

## Положение челюсти во время пения

Для обычной речи не требуется широкого раскрытия челюсти; мышцы челюсти врачаются внутри суставного диска, но никакого другого движения при этом не происходит. Однако для пения челюсть должна открываться больше, чтобы не блокировать звук, и чтобы создавать достаточно большую для эффективного резонанса полость рта. В этом случае челюсть должна не только повернуться на мышцелке,

но и проскользить вперед; в противном случае мышцелок защемляется, и челюсть не может свободно открываться (Рис. 5-8b). Когда мышцелок скользит вперед, вы можете почувствовать, как снизу от уха открывается «карман». Многим пользователям голоса незнакомо это ощущение свободного открытия челюсти; чаще всего они сжимают челюсть или уводят ее в ретракцию.

## Мышцы челюсти

Три мышцы отвечают за перетирание, жевание и открытие-закрытие челюстей (Рис. 5-9). Височная мышца (*Temporalis*), которая представляет собой широкую, мощную мышцу, имеет широкое начало в височной области сбоку головы и сходится, прикрепляясь к венечному отростку челюсти; именно она преимущественно отвечает за открытие-закрытие челюсти. Жевательная мышца (*masseter*) начинается на скуле и прикрепляется к ветви челюсти. Ее функция состоит в том, чтобы поднимать нижнюю челюсть и сжимать ее.

Латеральные и медиальные крыловидные мышцы (*pterygoid muscles*) начинаются от скуловой и небной областей черепа. Медиальная крыловидная мышца прикрепляется к ветви и углу челюстной кости. Латеральная крыловидная мышца прикрепляется к межсуставному волокнистому хрящу височно-нижнечелюстного сустава и отвечает за выдвижение челюсти вперед. При поочередном действии функция крыловидных мышц заключается в перемалывающем действии челюсти. Действуя

вместе, все три мышцы челюсти производят жевательные движения и движения, направленные на измельчение пищи.

Три мышцы опускают, или открывают, челюсть, все они находятся на нижней стороне челюсти (Рис. 5-10). Двубрюшная мышца (*Digastricus* — что означает «имеющий два брюшка») начинается на сосцевидном отростке, проходит через петлю на подъязычной кости и прикрепляется к челюсти. Челюстно-подъязычная (*Mylohyoid*) и подбородочно-подъязычная (*geniohyoid*) мышцы образуют дно челюсти, а также связывают челюсть с подъязычной костью. Эти две мышцы образуют дно челюсти и иногда называются «диафрагмой челюсти» (Рис. 5-11). Певцы нередко со средотачиваются на больших «замыкателях» челюсти, когда пытаются освободить челюсть. Но эти мышцы челюсти развились как часть мускулатуры шеи, прикрепляющейся к подъязычной кости, и симпатически напрягаются в ответ на напряжение в шее, поэтому настоящим ключом к расслаблению мышц челюсти являются именно мышцы шеи.

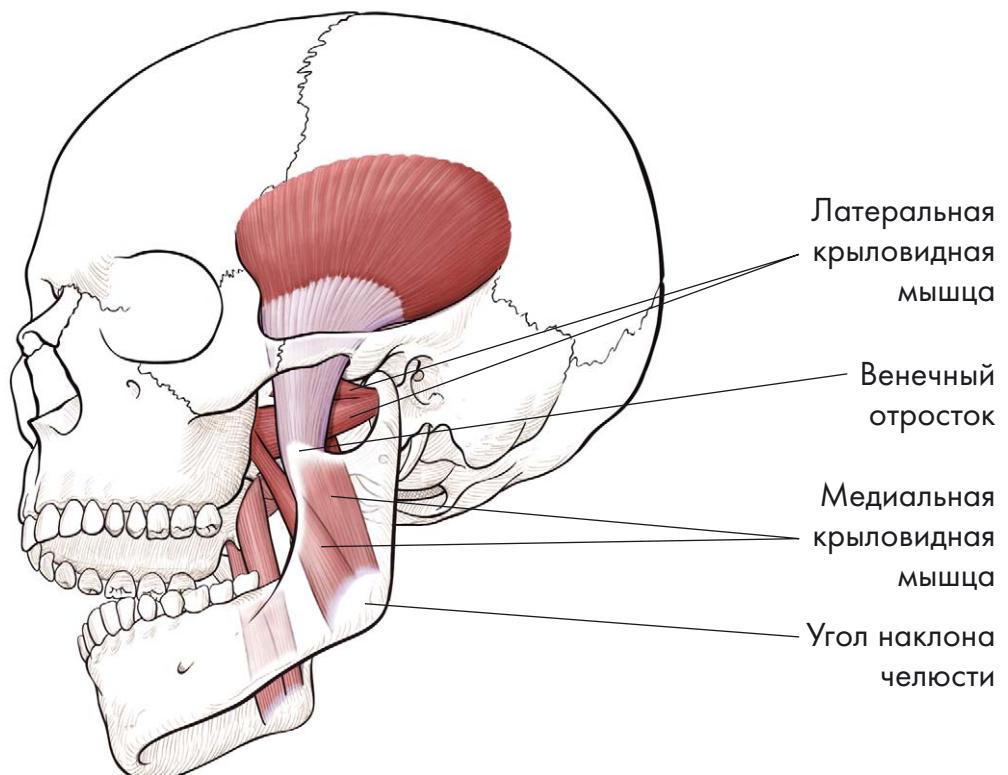
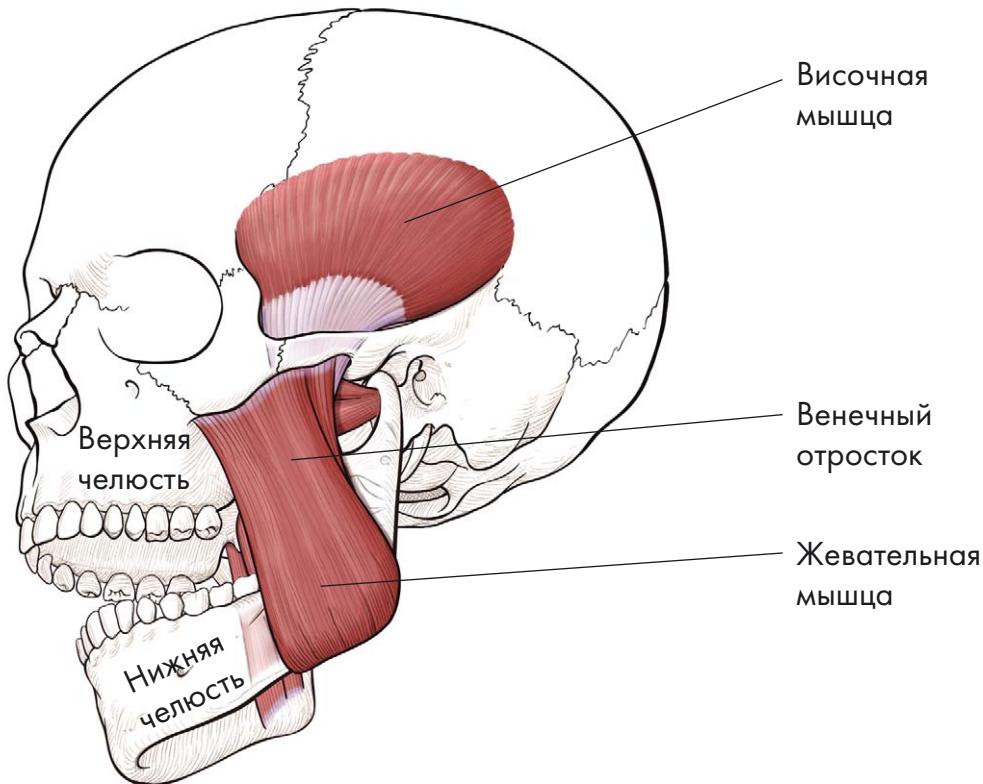


Рис. 5-9. Мышцы челюсти

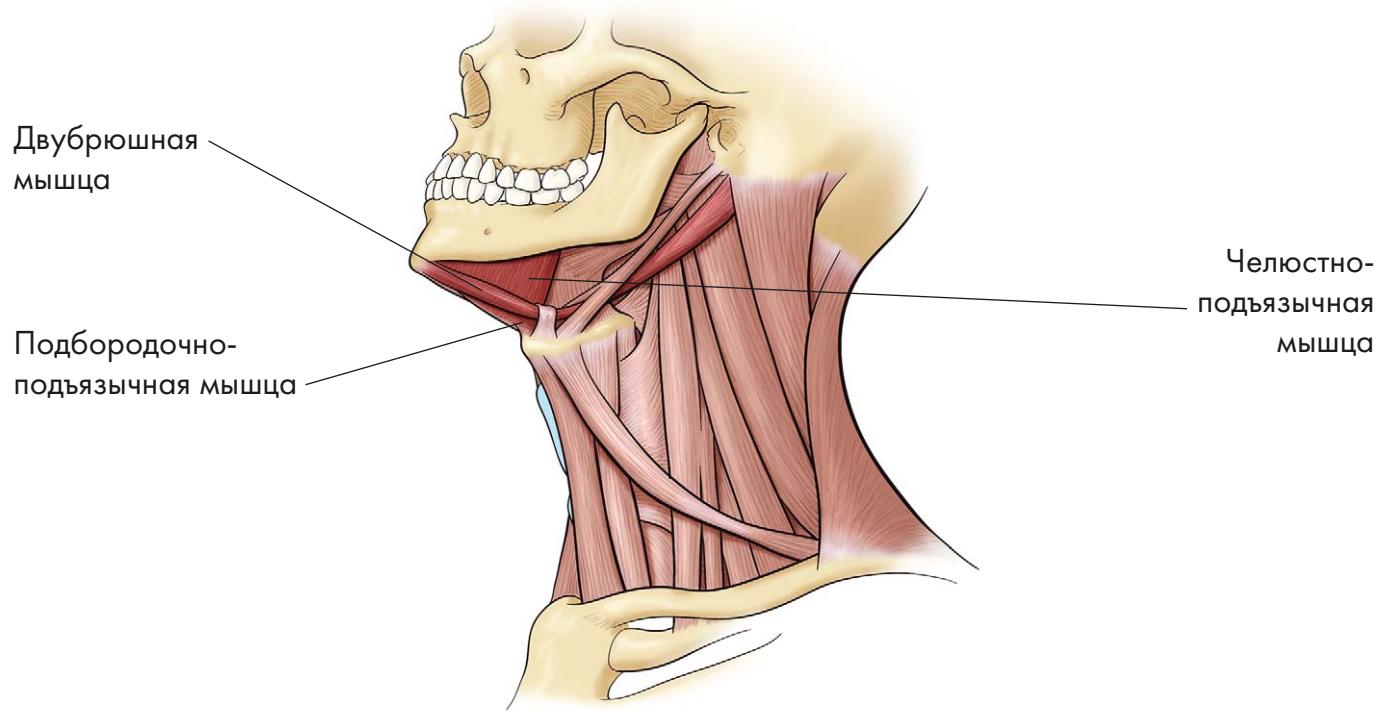


Рис. 5-10. Мышцы, опускающие челюсть

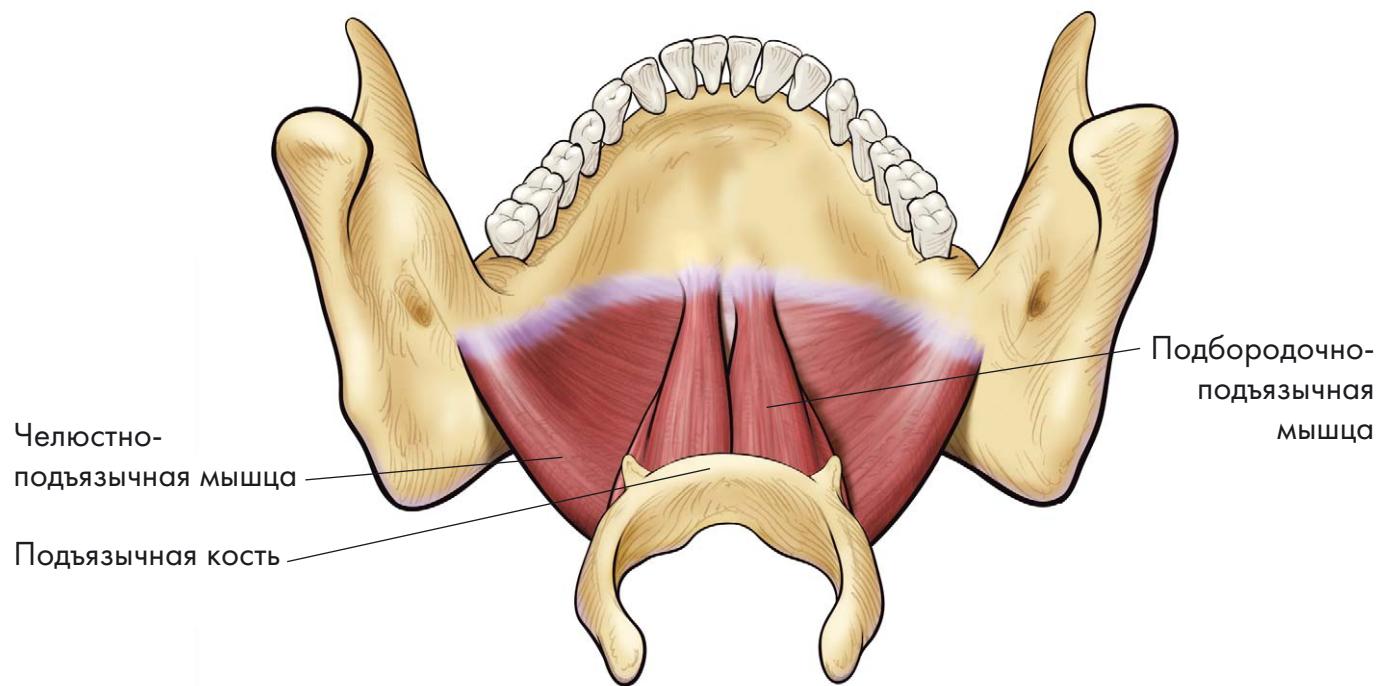


Рис. 5-11. Диафрагма челюсти

## ГЛАВА 6

# ЭВОЛЮЦИЯ ГОРТАНИ И ЕЕ ФУНКЦИЯ

Все, кто хотя бы поверхностно изучал гортань человека, вероятно, предположат, исходя из того, насколько она прекрасно приспособлена для звукообразования, что большинство ее замечательных и сложных особенностей развились главным образом для этой цели.

На самом же деле, большинство особенностей гортани развились по причинам, не связанным с голосовой коммуникацией. Чтобы лучше понять строение гортани и голоса в целом, давайте в этой заключительной главе рассмотрим некоторые этапы эволюции гортани и голоса.

### Происхождение гортани

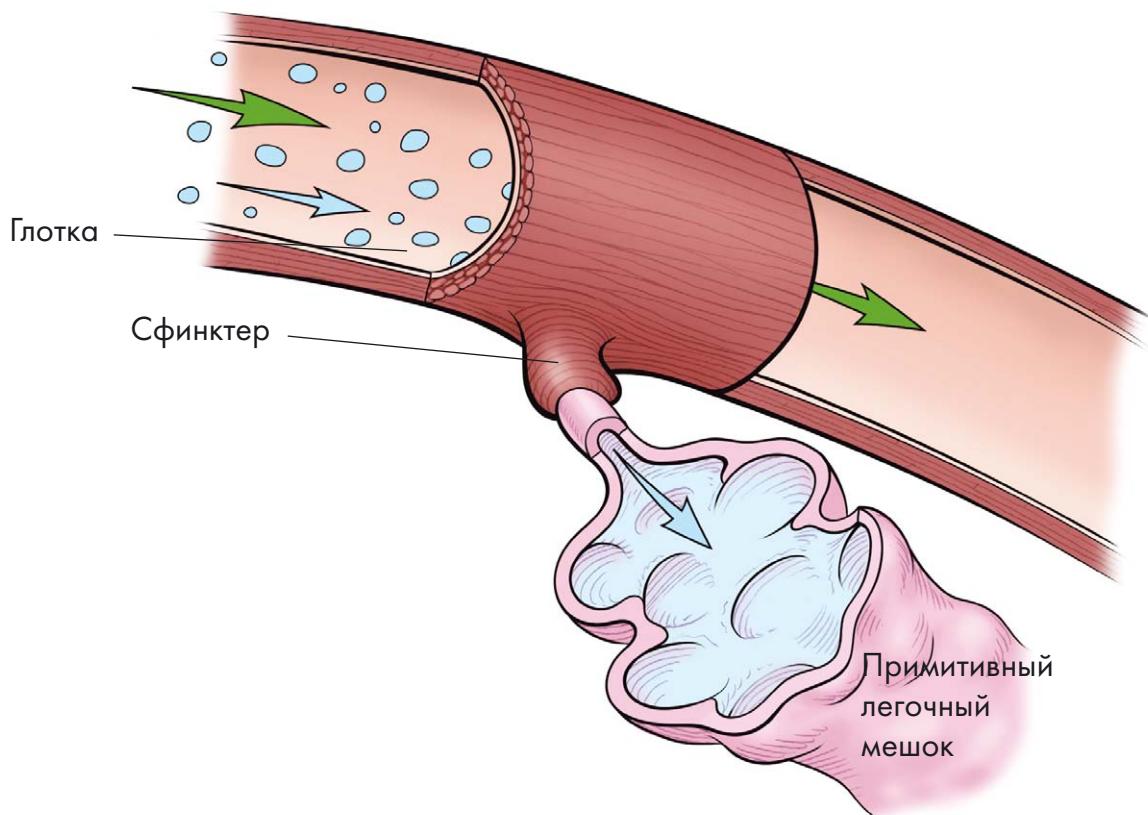


Рис. 6-1. Гортань выполняет функцию сфинктера, закрывающего дыхательные пути

Первоначальная функция гортани заключалась в защите дыхательных путей у рыб, которые могли дышать воздухом. Как мы все знаем, рыбы обычно не дышат воздухом, а берут кислород из воды, проходящей через их жабры. Однако у некоторых видов рыб развились легочные мешки, чтобы они могли заглатывать воздух, всплывая на поверхность, или выживать в иле в засушливые периоды. Доступом к этим легочным мешкам служил короткий проход, который открывался

со дна глотки. Чтобы вода или пища не попали в этот воздушный канал, отверстие было защищено простым клапаном или кольцевой мышцей-сфинктером, которая оставалась закрытой, когда рыба находилась под водой или кормилась (Рис. 6-1). Человеческая гортань, хотя и претерпела значительные изменения по сравнению с этой первоначальной формой, по-прежнему функционирует как сфинктер, закрывающий и защищающий дыхательные пути.

## Эволюция хрящей и мышц гортани

У рыб с легкими нет возможности активно открыть сфинктер гортани; в периоды, когда им требовался воздух, сфинктер просто расслаблялся, и воздух поступал в легкие. Однако наземным животным требовалась возможность более активного контроля открытия и закрытия голосовой щели. Это было абсолютно необходимым условием для животных, которые дышали посредством всасывания воздуха, поскольку

всасывающее действие грудной клетки стягивало голосовую щель, или отверстие гортани, вместе и, следовательно, ему должны были противодействовать мышцы и каркасные конструкции, которые бы могли активно удерживать ее открытой.

У млекопитающих, у которых развилась сложная гортань, эти изменения происходили в несколько этапов. Во-первых, мышечные

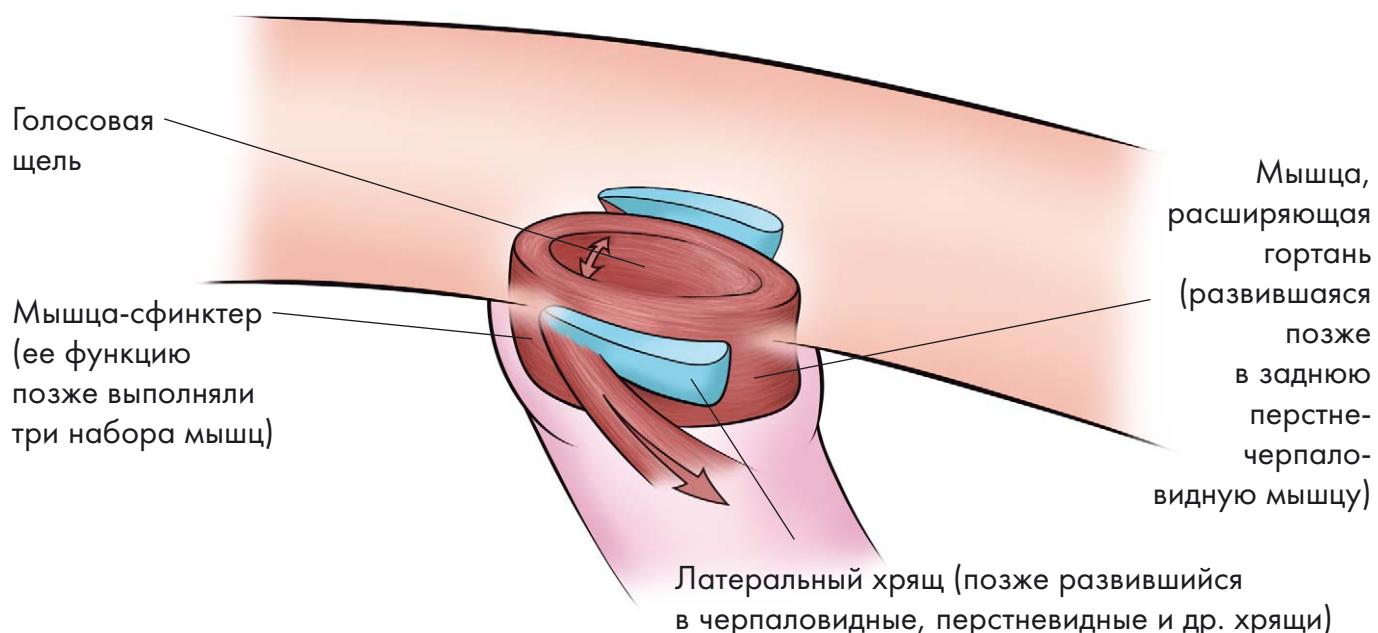


Рис. 6-2. Мышцы-сфинктеры и мышцы, расширяющие гортань

волокна, прикрепляющиеся близко к сфинктеру, сместили направление своего действия таким образом, чтобы они могли активно тянуть края голосовой щели и расширять или открывать ее. (Это были предшественники задних перстнечерпаловидных мышц.) Затем по краям голосовой щели появились хрящи; они служили «якорями» для мышц-расширителей, делая создаваемое этими мышцами натяжение более эффективным (Рис. 6-2).

Часть латеральных хрящей сформировала черпаловидные хрящи в задней части голосовой щели и служила местом прикрепления голосовых складок; другие части хряща с обеих сторон срослись, образовав перстневидное кольцо в верхней части трахеи. Черпаловидные хрящи образовали суставы с перстневидным хрящом; когда черпаловидные хрящи поворачивались, это активным образом раздвигало края голосовой щели.

Щитовидный хрящ также возник в процессе эволюции как отросток перстневидного хряща. Сначала два хряща были сращенными, но у высших млекопитающих они разделились, образуя шарнир. Поскольку щиточерпаловидная мышца теперь прикреплялась своим передним концом к щитовидному хрящу (вместо перстневидного), движение щитовидного хряща относительно перстневидного хряща укорачивало голосовую щель и облегчало ее закрытие.

С появлением черпаловидных хрящей и двигающихся их мышц, голосовая щель теперь закрывалась тремя наборами мышц и открывалась

одним. Щиточерпаловидные мышцы образовали края голосовой щели и, сокращаясь, непосредственно отвечали за закрытие голосовой щели. Две другие мышцы, латеральные перстнечерпаловидные на боковой стороне перстневидного хряща и поперечные черпаловидные мышцы сзади, стягивали части черпаловидных хрящей вместе, закрывая голосовую щель. Хотя эти три мышцы претерпели изменения по сравнению с их первоначальной формой, они по-прежнему образовывали сфинктер, закрывавший голосовую щель; задняя перстнечерпаловидная мышца превратилась в мышцу, расширяющую голосовую щель (Рис. 6-3).

Теперь гортань имела ряд тех черт, которые мы видим у людей. Черпаловидный, щитовидный и перстневидный хрящи послужили каркасом для мышц, которые эффективно открывали и закрывали голосовую щель. Задняя перстнечерпаловидная мышца разводила голосовые складки. Щиточерпаловидные мышцы, или голосовые складки, выступали в роли сжимателей голосовой щели; латеральные перстнечерпаловидные и поперечные черпаловидные мышцы закрывали голосовую щель; а перстнечитовидные мышцы растягивали ее. Имея возможность как открываться, так и закрываться, гортань теперь выполняла две жизненно важные функции: она защищала дыхательные пути и обеспечивала постоянное снабжение воздухом; при этом она также хорошо подходила для роли звукообразующего органа.

## Наружные мышцы гортани и глотание

Одна из важнейших ролей наружных мышц гортани проявляется во время глотания. У большинства рептилий гортань располагается на дне глотки и не препятствует прохождению пищи, которую они могут заглатывать крупными кусками. У наземных животных гортань была наклонена назад так,

что дыхательные пути находились на одной линии со ртом, что располагало трахею и пищевод параллельно друг другу. Это облегчало постоянный приток воздуха, но также увеличило опасность аспирации пищи, так как открытые дыхательные пути теперь находились прямо на пути пищевого комка. Чтобы защитить

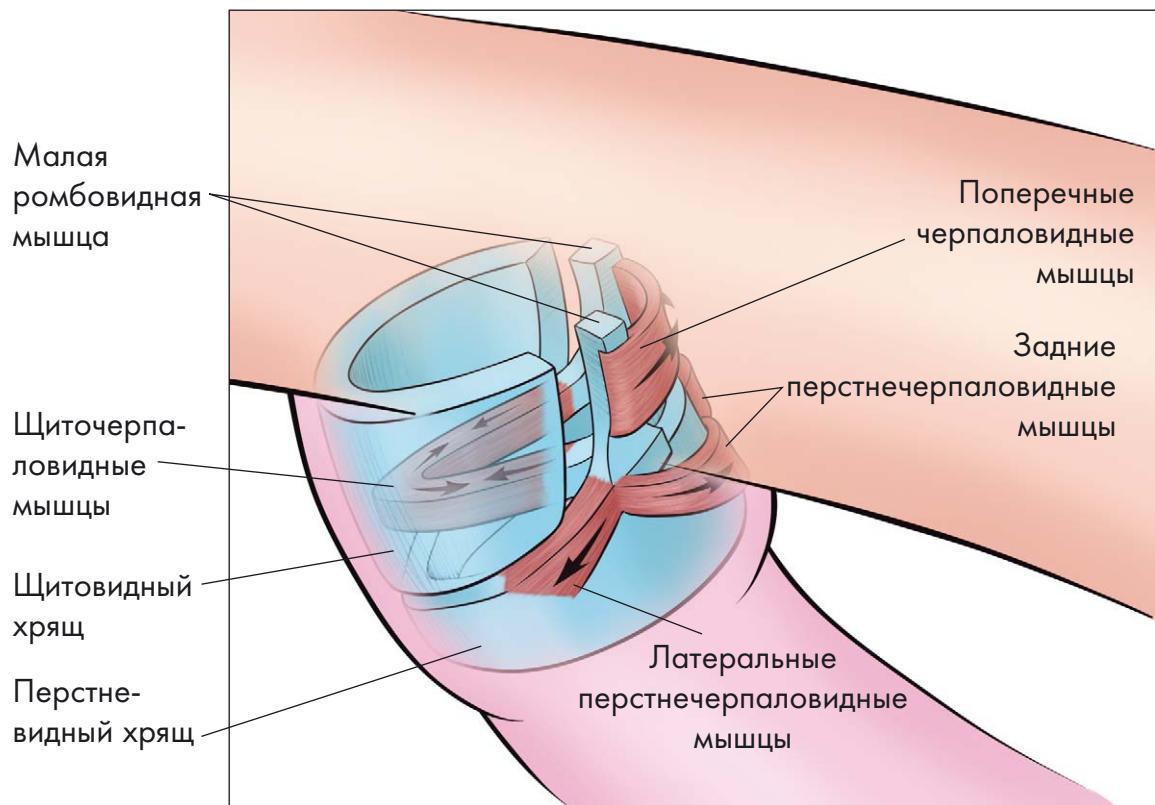


Рис. 6-3. Дальнейшее развитие мышц, расширяющих и закрывающих дыхательные пути

дыхательные пути во время глотания, гортань теперь не только закрывалась; ее также приподнимали надподъязычные мышцы, которые подтягивали ее по направлению к языку.

У змей гортань подтягивается прямо к зубам, так что дыхательные пути остаются полностью открытыми, даже при медленном проталкивании в глотку огромной добычи.

## Небо, надгортанник и носовые ходы

У всех дышащих животных носовой ход сообщается с дыхательными путями, так что поток воздуха, входящий и выходящий из легких, может доставлять молекулы в орган обоняния. У рептилий воздух, выдыхаемый через ноздри, поступает прямо в глотку (Рис. 6-4a). У млекопитающих между носовым ходом и полостью рта образовалось вторичное небо, чтобы отделить пищевые и дыхательные пути, тем самым давая им возможность кусать и жевать одновременно с дыханием (Рис. 6-4b). Это разделение стало особенно важным для травоядных

млекопитающих и грудных младенцев, которые кормятся в течение длительного времени и должны иметь возможность продолжать при этом дышать. Чтобы сделать возможным глотание при дыхании, у травоядных сформировался большой «лоскут», или надгортанник, в передней части гортани. Надгортанник образует воротник с высокими стенками по бокам гортани, что позволяет жидкостям (или овощам в жидкой форме) проходить по бокам гортани в пищевод без какой-либо опасности аспирации жидкости в дыхательные пути (Рис. 6-5).

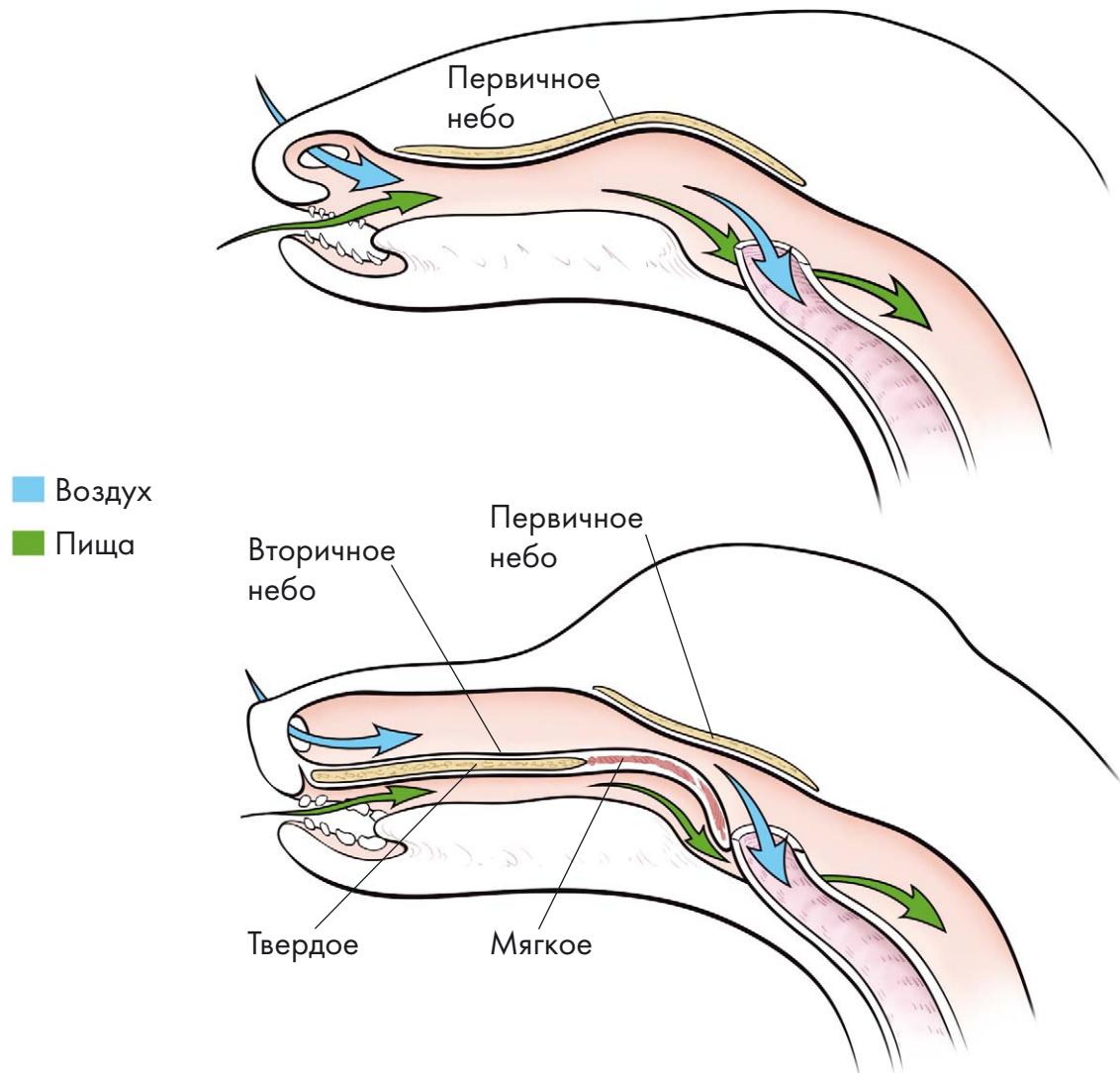
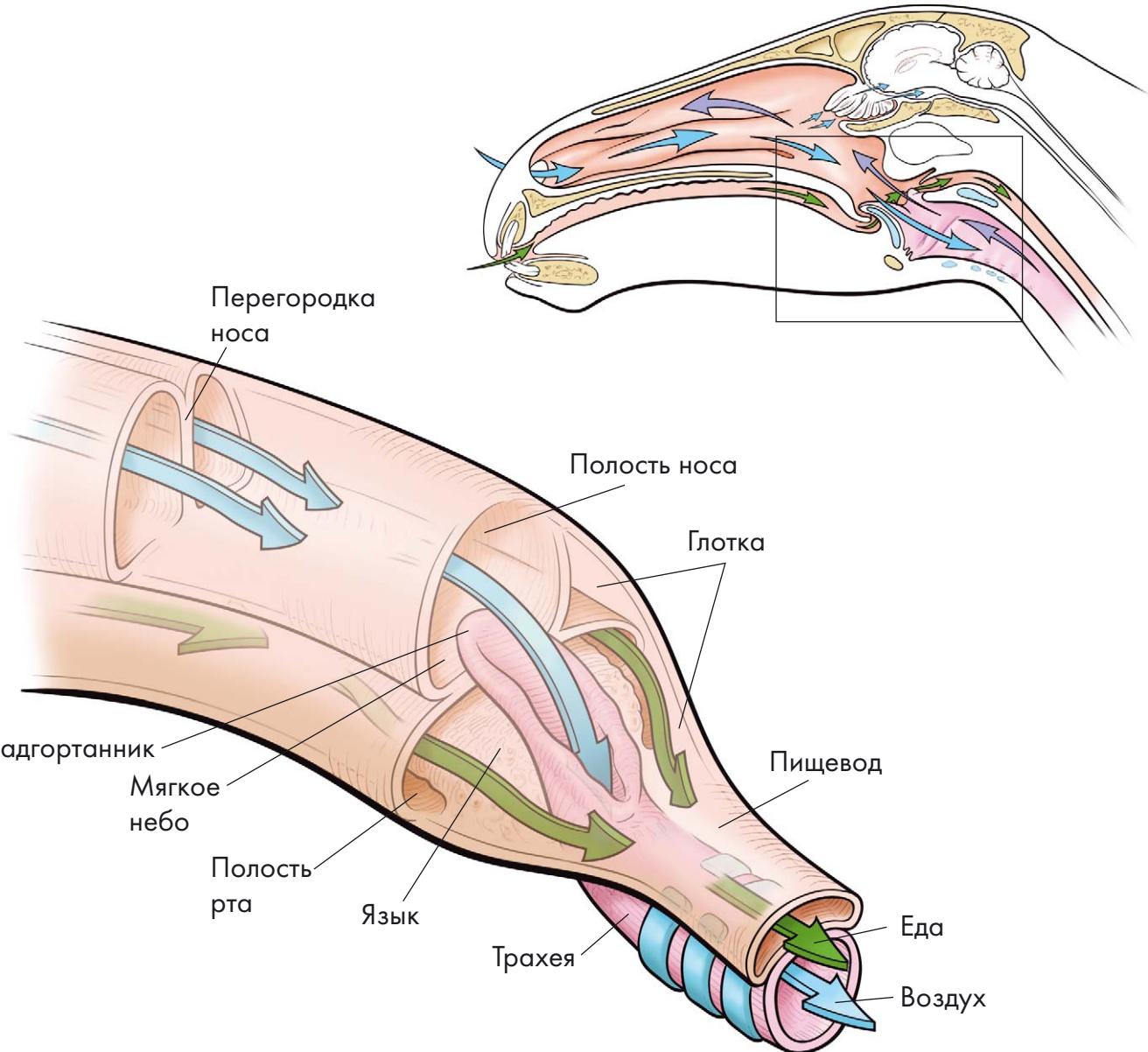


Рис. 6-4. Небо и разделение носовых и ротовых ходов:  
а) У рептилий; б) У млекопитающих

Надгортанник также способен вступать в непосредственный контакт с небом, блокируя прохождение воздуха через рот и направляя его через нос, так что обоняние может сохраняться постоянно, даже во время кормления. (Вопреки распространенному мнению, надгортанник изначально не предназначен для предотвращения попадания пищи в гортань; это функция гортани.) У человека надгортанник уже не соединяется с небом и, таким образом, утратил свою первоначальную функцию. Но мы по-прежнему устроены так, что дышим в основном через нос.

## Устройство голосовых складок

Другое важное событие в эволюции горлани как звукообразующего органа произошло с разделением щиточерпаловидных мышц на верхнюю и нижнюю складки. Четвероногим животным требуется постоянный запас воздуха для бега, но им не нужно сильно напрягать передние конечности. Что же касается древесных животных, они должны висеть и раскачиваться на своих мощных передних конечностях. Такое использование рук создает огромную нагрузку



*Рис. 6-5. Надгортанник и небо у травоядных, показывающие, как надгортанник соединяется с небом, закрывая рот для дыхания*

на ребра, которые необходимо стабилизировать, чтобы мышцы рук поддерживали тело через туловище. Для облегчения этого процесса щиточерпаловидные мышцы разделяются на верхнюю и нижнюю части.

Верхние складки оказались обращенными вниз и поэтому действовали как выпускной клапан, препятствующий выходу воздуха

при наполнении легких (Рис. 6-6а). Это позволяло при наполнении легких воздухом и последующей попытке выдоха за счет сокращения ребер и мышц живота поднять внутригрудное давление. (Это также полезно во время дефекации и родов и позволяет кашлять путем создания давления, а затем внезапного выпускания воздуха.)

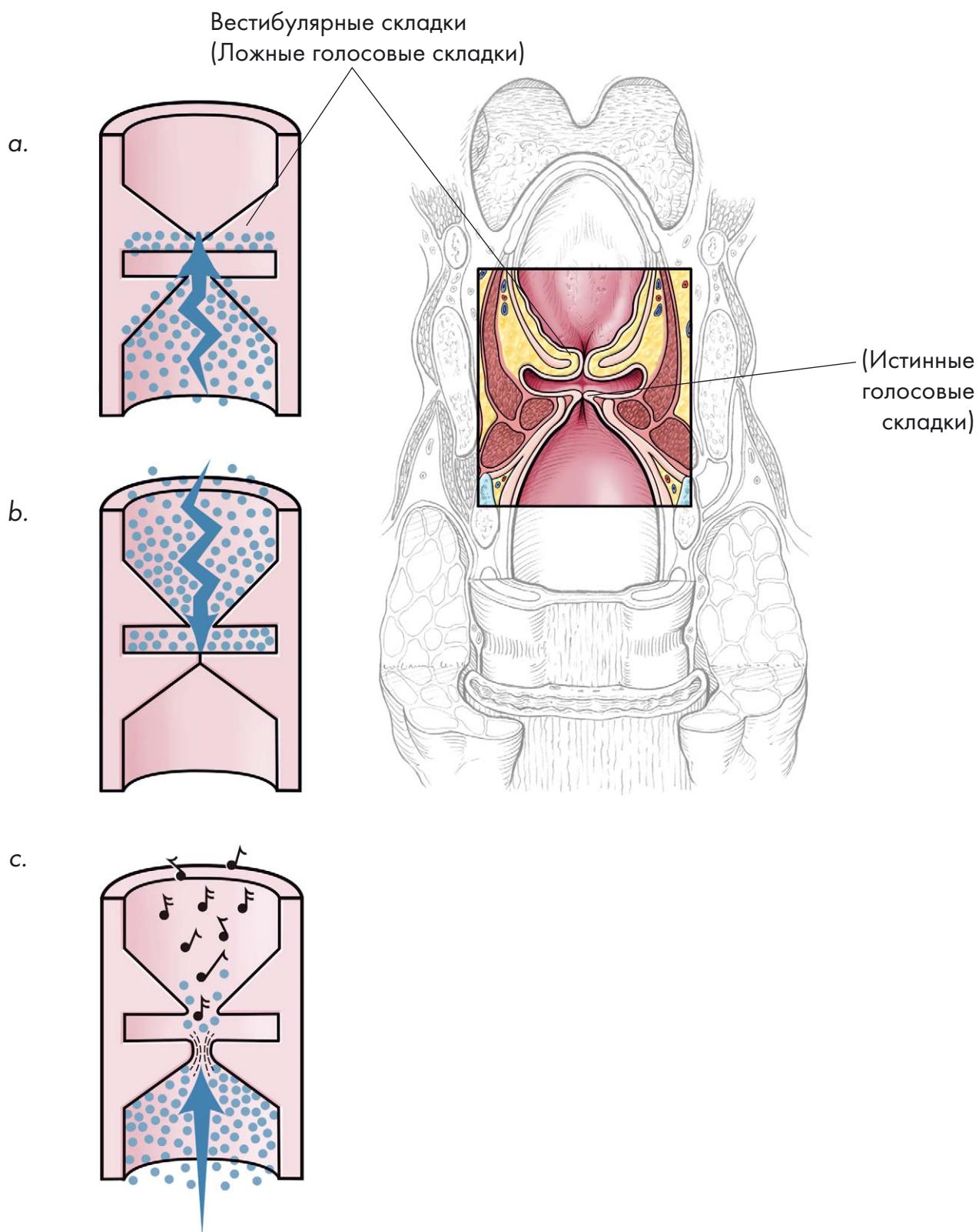


Рис. 6-6. а и б – Фронтальный срез гортани, показывающий впускной и выпускной клапаны (вестибулярные складки и голосовые складки); с. Голосовые складки не препятствуют оттоку воздуха и вибрируют, производя звук

Нижние складки обращены вверх, выполняя роль впускного клапана, препятствующего поступлению воздуха в легкие (Рис. 6-6б). Это позволяло путем вытеснения воздуха из легких и сокращения этих складок создавать вакуум, который не позволял ребрам подниматься, даже когда их тянули, тем самым обеспечивая фиксированные точки для действия мышц рук. Теперь голосовые складки функционировали как двойные клапаны, препятствующие попаданию воздуха в легкие и выходу из них, и действующие как регулятор внутригрудного давления.

Эволюция этих двойных складок в щито-черпаловидной мышце стала основой развития гортани как звукообразующего органа. Верхние складки, называемые складками преддверия или ложными голосовыми складками, поскольку они не участвуют в воспроизведении звука,

теперь хорошо функционировали как выпускной клапан для повышения внутригрудного давления. Напротив, нижние складки, называемые голосовыми, потому что они выбрировали при воспроизведении звука, теперь препятствовали поступлению звука в легкие теперь препятствовали поступлению воздуха в легкие, но не препятствовали его оттоку, что делало их особенно подходящими для свободной вибрации и более точного контроля, способствующего получению большего диапазона высоты тона, громкости и различной объема звука, или регистров (Рис. 6-6с). У обезьян и других приматов эти складки имели довольно острые края, придававшие голосу резкий тон; когда гоминиды стали ходить прямо, голосовые складки приобрели более округлые края и стали еще лучше приспособлены для звукообразования.

## Глотка, вертикальное положение и человеческая речь

Два последних события в развитии голоса, которые следует упомянуть — это эволюция артикуляторов и человеческой глотки. Мы уже видели, что у животных, которые пережевывают пищу, должны быть отдельные проходы для еды и дыхания. У них также должны быть щеки для удерживания пищи между зубами и очень подвижные языки и губы. Способность совершать эти движения в большой ротовой и глоточной полостях позволяет образовывать ряд гласных, а также производить прерывистые звуки человеческой речи, поскольку язык, небо, губы и даже гортань сама по себе имеют больше свободы для артикуляции. Когда животные стали вести древесный образ жизни, зрение стало вытеснять обоняние в качестве основного средства идентификации хищников; поскольку воздух больше не нужно было направлять через нос, надгортанник отделился от неба. Это освободило эти органы для еще более эффективной фонации и артикуляции.

Развитие удлиненной глотки — еще одна важная конструктивная особенность голосовой системы. Большинство млекопитающих могут изменять форму ротовой полости и губ (например, собаки могут лаять или визжать), но не форму глотки. Даже у человекообразных обезьян подъязычная кость и гортань расположены близко ко рту, в связи с чем их глотка оказывается слишком короткой для эффективного воспроизведения речи или продолжительных звуков (Рис. 6-7а). Однако у людей происходит постепенное исчезновение морды, которая заменяется носом, а язык располагается дальше по пищеводу. Поскольку подъязычная кость и гортань находятся у основания языка, они также перемещаются в более низкое положение, что делает глотку человека более длинной, чем у человекообразных обезьян. Можно предположить, что благодаря полностью вертикальному положению у подъязычной кости и гортани появилась возможность опуститься еще ниже, благодаря чему глотка стала

еще длиннее. Такое опускание гортани у людей привело к развитию глотки, которая абсолютно функциональна для резонанса, речи и продолжительного звука (Рис. 6-7b). Мы по-прежнему

поднимаем гортань, чтобы защитить дыхательные пути во время глотания, но ее нижнее положение является важнейшим компонентом певческого и разговорного голоса.

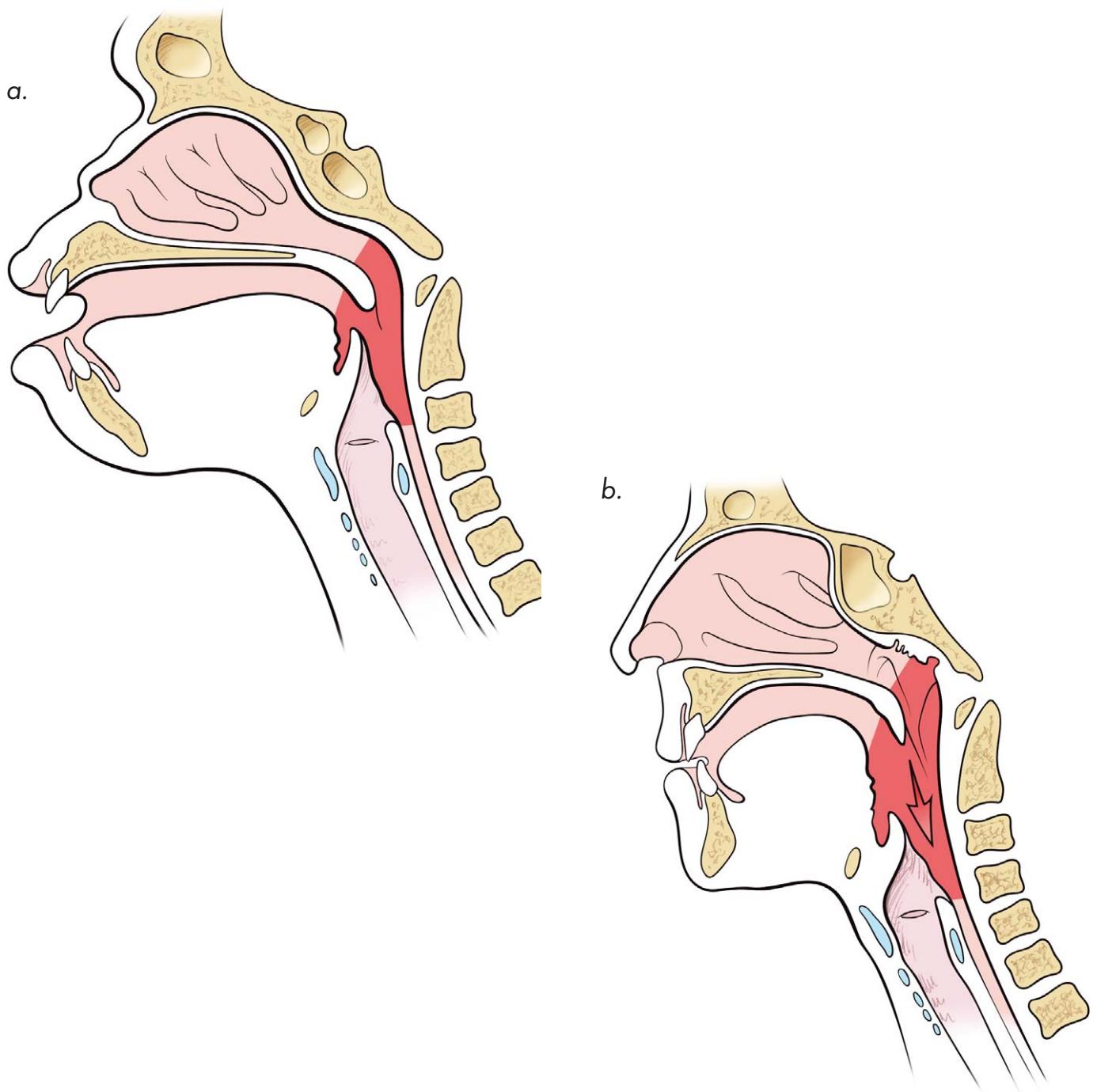


Рис. 6-7. а) Расположение подъязычной кости и гортани у человекообразных обезьян.  
б) Расположение подъязычной кости и гортани у людей

# ЭПИЛОГ

**Ч**еловеческий голос — одно из величайших чудес природы. Как мы видели, этот вокальный инструмент состоит из нескольких систем, включая дыхательную систему, гортань, глотку, голосовой тракт, лицо и челюсть.

Хотя гортань является основным органом, производящим звук, мы не смогли бы издавать звук без потока воздуха из легких, который является источником энергии для приведения голосовых складок в движение.

Второй компонент голоса — гортань, включающая в себя полость для голосовых складок и сами голосовые складки. Именно здесь мы можем сводить и разводить голосовые складки, растягивать их или напрягать. Эти действия производятся внутренними мышцами гортани, которые представляют собой довольно сложную организацию, но становятся более понятными, если разобрать те действия, которые выполняются и производятся различными мышцами.

Сама гортань подвешена внутри сети мышц, иногда называемых наружными мышцами гортани; эти мышцы двигают гортань, когда мы глottаем, а также помогают ей закрываться. Когда

мы произносим звуки, эти мышцы воздействуют на гортань, помогая голосовым складкам растягиваться, а также помогая сформировать голосовой тракт.

Четвертая основная система — голосовой тракт; именно здесь образуется резонанс, который усиливает звук, исходящий от вибрирующих голосовых складок. Поскольку голосовой тракт не имеет фиксированной формы и может изменяться в зависимости от того, как мы используем различные структуры, такие как рот, язык, гортань и небо, понимание его анатомии имеет решающее значение для пользователей голоса.

Последняя система — это лицо и челюсть, которые играют решающую роль в экспозиции голоса и влияют на функционирование глотки и гортани.

Наше дыхание, гортань, поддерживающая мускулатура глотки, голосовой тракт, губы, лицо и язык — все эти структуры образуют замечательную систему, чувствительность и контроль которой трудно понять. Работая вместе, эти системы создают одно из величайших чудес природы — человеческий голос.

# ОБ АВТОРЕ

ДР. ТЕОДОР ДАЙМОН — основатель и директор Института Даймона, а также адъюнкт-профессор Педагогического колледжа Колумбийского университета. Он получил степени магистра и доктора педагогических наук Гарвардского университета и является всемирно известным преподавателем дисциплин,

связанных с разумом и телом. Он написал семь книг, в том числе «Анатомия движущегося тела»; «Тело в движении»; «Ваше тело, ваш голос»; «Элементы мастерства»; «Неразделенное Я»; «Новая модель сознательного развития человека»; и «Нейродинамика: искусство внимательности в действии».

# ОБ ИЛЛЮСТРАТОРЕ

Г. ДЭВИД БРАУН с 2005 года является директором программы иллюстраций в Уинтропском университете в Южной Каролине. До этого он 25 лет работал медицинским иллюстратором в Далласе, штат Техас. Он закончил аспирантуру

по медицинской иллюстрации в Центре медицинских наук Техасского университета в Далласе и бакалавриат по визуальным и экологическим исследованиям в Гарварде. Это пятая книга Теда Даймона, которую он проиллюстрировал.

# АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

«Ременные» мышцы (подподъязычные мышцы) 66

## А

Адамово яблоко 33, 34

Альвеолы 28

Аорта 17, 19

## Б

Белая линия живота 21–23

Большая ромбовидная мышца 26, 27

Большая скуловая мышца 88, 89

## В

Валик Пассавана 71, 72

Венечный отросток 90–93

Верхние щиточерпаловидные мышцы 38

Верхний констриктор глотки 69–72, 77

Височная мышца 91–93

Височно-нижнечелюстной сустав 89–92

Внутренняя косая мышца живота 21, 23

Волнообразное движение голосовых складок 50–53, 71, 74

## Г

Глаза 82, 85–90

Глотание 6, 32, 35, 40, 49, 54, 63–68, 71–78, 97, 98, 103

Глотка 6, 28, 54–85, 90, 95–104

Глоточный бугорок 56, 69, 70

Головной голос 53, 61, 80

Голосовая мышца 35, 38, 39, 42–44, 48–53, 58, 60, 61, 69, 96, 97

Голосовая щель 42–53, 96, 97

Голосовой тракт 6, 67, 75, 80, 104

Голосовые отростки 34, 36, 43, 46, 52

Голосовые складки 8, 32–53, 58–61, 65, 97, 101–104

Гортанный мешочек 39–41

Гортаноглотка 68

Гортань 6, 28, 32–68, 74, 75, 79, 80, 82, 89, 95–99, 102–104

Грудино-ключично-сосцевидная мышца 23, 25, 26

Грудино-подъязычная мышца 57, 59, 62, 77

Грудино-щитовидная мышца 54–61, 66

Грудной регистр 51

Грушевидный синус 35, 51, 73

## Д

Двубрюшная мышца 64, 65, 70, 73, 92, 94

Диафрагма 9–13, 17–23, 26, 30, 31, 72, 92, 94

Длинная мышца, поднимающая ребра 15

Дыхание 6–33, 49, 53, 68, 71, 72, 84, 98, 100, 102, 104

## Ж

Жевательная мышца 92, 93

## З

Задний расширитель ноздри 85, 86

Задняя верхняя зубчатая мышца 26, 27

Задняя нижняя зубчатая мышца 26, 27

Задняя перстнечерпаловидная мышца 40, 43–46, 50–53, 60, 96–98

Зерновидные хрящи 34

## К

Капсула сустава 34, 35

Квадратная мышца поясницы 15, 17, 26

Клиновидные хрящи 33–35, 51

Короткая мышца, поднимающие ребра 15

Косая черпаловидная мышца 40–47

Крестцово-остистая мышца 24, 25

Круговая мышца глаза 87, 88

Круговая мышца рта 69, 88, 89

Крылонижнечелюстной шов 69

## Л

Латеральная крыловидная мышца 92, 93

Латеральная перстнечерпаловидная мышца 35, 41, 44, 46, 50–53, 97, 98

Легкие 10, 11, 14, 19–21, 28–31, 85, 96, 102

Лестничные мышцы 16, 23, 24

Лицо 6, 82–93, 104

Лоб 83–88

Лобная мышца 86, 87

Ложные складки 38, 101

Лопатки 26–28, 51

Лопаточно-подъязычная мышца 57, 61, 66, 77

## М

Малая ромбовидная мышца 27, 61, 98  
Малая сколовая мышца 88, 89  
Маска 83  
Медиальная крыловидная мышца 92, 93  
Межреберные мышцы 14–17, 20–25  
Мешочек гортани 39–41  
Мышечный отросток 34, 35, 43–45  
Мышца гордецов 87  
Мышца смеха 89  
Мышца, опускающая нижнюю губу 89  
Мышца, опускающая перегородку носа 85, 86  
Мышца, опускающая угол рта 89  
Мышца, поднимающая верхнюю губу и крыло носа 85–89  
Мышца, поднимающая лопатку 26  
Мышца, поднимающая небную занавеску 72, 77  
Мышца, поднимающая ребра 15–17, 26  
Мышца, поднимающая угол рта 88, 89  
Мышца, сжимающая ноздри 86  
Мышца, сморщающая бровь 86, 87  
Мышцы живота 20–26, 100

## Н

Надгортанник 33–41, 51, 68, 73, 98–102  
Наружная косая мышца живота 21–23  
Небная занавеска 72, 77  
Небно-глоточная мышца 74, 75  
Небно-язычная мышца 73–77  
Небный язычок 73  
Небо 6, 56, 67, 68, 71–78, 80, 82, 85, 90, 98, 100, 102, 104  
Нижние щиточерпаловидные мышцы 38  
Нижний констриктор глотки 56, 69–71, 77  
Ноздри 84–86, 98  
Нос 8, 68, 72, 74, 83–88, 99, 100, 102  
Носовая мышца 85, 86  
Носовая полость 68  
Носоглотка 68, 72, 84, 85

## П

Пение 6, 60  
Перикард 17, 18, 30  
Перстневидный хрящ 28, 33–39, 42–44, 48, 49, 55, 56, 59, 61, 68–71, 97, 98  
Перстнеглоточная мышца 55–57, 61, 69, 71

Перстнечерпаловидный сустав 35, 36  
Перстнешитовидная мембрана 34, 37  
Перстнешитовидная мышца 41–43, 48–53, 57–61, 65, 97  
Пирамидальная мышца носа 87  
Пирамидальные хрящи 33, 35  
Пищевод 13, 19, 28, 29, 35, 54–56, 59, 67–71, 74, 97–102  
Плавание 71  
Плевральная полость 30  
Подбородочная мышца 89  
Подбородочно-подъязычная мышца 58, 64, 65, 92  
Подбородочно-язычная мышца 75, 77  
Подъязычная кость 33, 34, 40, 41, 54–57, 61–66, 70, 74–77, 92, 94, 102  
Подъязычно-язычная мышца 59, 77  
Позвонки 10–13, 16, 18, 24–30  
Позвоночник 9–13, 17, 18, 24, 25, 30, 71  
Поперечная мышца груди 16, 17, 21, 22  
Поперечная мышца живота 22, 23  
Поперечная черпаловидная мышца 40, 45, 50–53, 97, 98  
Постуральные мышцы 24, 25  
Производство голоса 8, 32, 52, 79, 80  
Прямая мышца живота 22–26

## Р

Реберная дуга 10, 11, 18  
Реберно-позвоночные суставы 12  
Ребра 9–26, 30, 31, 55, 100, 102  
Рожковидные хрящи 34, 35, 51  
Рот 6, 8, 67–78, 82, 88, 97–104  
Ротоглотка 68

## С

Сердце 11, 18, 19, 30  
Складки преддверия 102  
Сосцевидный отросток 23, 56, 64, 92  
Средний констриктор глотки 69, 70, 77

## Т

Трапециевидная мышца 28  
Трахея 13, 28, 29, 32–34, 37, 54, 59, 68, 71, 97, 100  
Трубно-глоточная мышца 72–74

## Ф

Фальцет 52–54, 59, 60, 80

## X

Хрящи Врисберга 34, 35

Хрящи Санторини 35

## Ч

Челюстно-подъязычная мышца 64, 77

Челюсть 7, 63, 64, 67, 69, 75, 77, 78, 82–94, 104

Черпаловидные хрящи 33–53, 59, 97

Черпалонадгортанная мышца 39–41, 49

Черпалонадгортанные складки 35, 38, 40, 41, 51

## Ш

Шиловидные отростки 55, 60, 62, 77, 91

Шилоглоточная мышца 55–60, 70, 73, 75, 77, 80

Шилоподъязычная мышца 57, 58, 62, 63, 70, 77

Шилоязычная мышца 64, 65, 77

Широчайшая мышца спины 28

## Щ

Щеки 69, 88, 89, 102

Щечная мышца 69, 70, 88, 89

Щитовидный хрящ 33–43, 48, 50, 54, 55, 59–61, 65, 66, 70, 71, 75, 97, 98

Щитонадгортанная мышца 39–41

Щитоподъязычная мембрана 34

Щитоподъязычная мышца 54–58, 60, 66, 77

Щитоподъязычная связка 54

Щиточерпаловидная мышца 38–43, 49, 97–102

## Э

Эластический конус 37–39, 43

## Я

Язык 6, 32, 34, 62–68, 71–79, 84, 98, 100, 102, 104

*Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.*

Научно-популярное издание

МЕДИЦИНСКИЙ АТЛАС

**Даймон Теодор**

**АНАТОМИЯ ГОЛОСА**

ИЛЛЮСТРИРОВАННОЕ РУКОВОДСТВО ДЛЯ ПЕВЦОВ, ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ПО ВОКАЛУ И ЛОГОПЕДОВ

Главный редактор Р. Фасхутдинов

Начальник отдела Т. Решетник

Руководитель медицинского направления О. Шестова

Ответственный редактор О. Ключникова

Художественный редактор Е. Анисина

Компьютерная верстка О. Крайнова

Корректоры И. Чиркова, Ю. Шигарева

Страна происхождения: Российская Федерация

Шығарылған ел: Ресей Федерациясы

ООО «Издательство «Эксмо»

123308, Россия, город Москва, улица Зорге, дом 1, строение 1, этаж 20, каб. 2013.

Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: [www.eksmo.ru](http://www.eksmo.ru) E-mail: [info@eksmo.ru](mailto:info@eksmo.ru)

Өндіруші: «ЭКСМО» АҚБ Баспасы,

123308, Ресей, қала Москву, Зорге көшесі, 1 үй, 1 ғимарат, 20 қабат, офис 2013 ж.

Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: [www.eksmo.ru](http://www.eksmo.ru) E-mail: [info@eksmo.ru](mailto:info@eksmo.ru).

Тауар белгілі: Эксмо-

Интернет-магазин : [www.book24.ru](http://www.book24.ru)

Интернет-магазин : [www.book24.kz](http://www.book24.kz)

Интернет-дүкен : [www.book24.kz](http://www.book24.kz)

Импортер в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы».

Казахстан Республикасында импорташы «РДЦ-Алматы» ЖШС.

Дистрибутор и представитель по приему претензий на продукцию,

в Республике Казахстан: ТОО «РДЦ-Алматы»

Қазақстан Республикасында дистрибутор және енім бойынша арыз-талараптарды

қабылдаудынаның екілі «РДЦ-Алматы» ЖШС,

Алматы қ., Домбровский кеш., 3-ағ, литер Б, офис 1.

Тел.: 8 (727) 251-59-90/91/92. E-mail: [RDC-Almaty@eksmo.kz](mailto:RDC-Almaty@eksmo.kz)

Өнімнің жарандылық мерзімі шектелмеген.

Сертификация туралы актарат сайты: [www.eksmo.ru/certification](http://www.eksmo.ru/certification)

Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ

о техническом регулировании можно получить на сайте Издательства «Эксмо»

[www.eksmo.ru/certification](http://www.eksmo.ru/certification)

Өндірген мемлекет: Ресей. Сертификация қарастырылмаган

Дата изготовления / Подписано в печать 13.09.2022. Формат 60x84<sup>1/8</sup>.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,07.

Тираж      экз. Заказ

ПРИСОЕДИНЯЙТЕСЬ К НАМ!



Мы в соцсетях:



eksmo



eksmo.ru

[eksmo.ru](http://eksmo.ru)

ISBN 978-5-04-171092-7



9 785041 710927 >

В электронном виде книги издательства вы можете  
купить на [www.litres.ru](http://www.litres.ru)

ЛитРес:

один клик до книг



**book 24.ru**

Официальный  
интернет-магазин  
издательской группы  
«ЭКСМО-АСТ»



ЧИТАЙ  
ГОРОД

# ЛУЧШИЕ КНИГИ О БИЗНЕСЕ С ЛОГОТИПОМ ВАШЕЙ КОМПАНИИ? ЛЕГКО!

Удивить своих клиентов, бизнес-партнеров, сделать памятный подарок сотрудникам и рассказать о своей компании читателям бизнес-литературы? Приглашаем стать партнерами выпуска актуальных и популярных книг. О вашей компании узнает наиболее активная аудитория.

## **ПАРТНЕРСКИЕ ОПЦИИ:**

- Специальный тираж уже существующих книг с логотипом вашей компании.
  - Размещение логотипа на суперобложке для малых тиражей (от 30 штук).
  - Поддержка выхода новинки, которая ранее не была доступна читателям (50 книг в подарок).

## ПАРТНЕРСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ:

- Рекламная полоса о вашей компании внутри книги.
  - Вступительное слово в книге от первых лиц компании-партнера.
  - Обращение первых лиц на суперобложке.
  - Отзыв на обороте обложки вложение информационных материалов о вашей компании (закладки, листовки, мини-буллеты).



**У вас есть возможность обсудить свои пожелания с менеджерами корпоративных продаж. Как?**

Звоните:

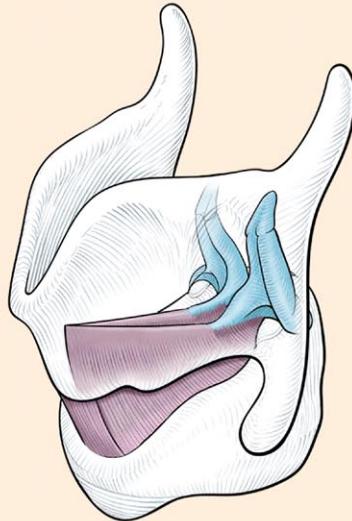
+7 495 411 68 59 доб. 2261

**Заходите на сайт:  
eksmo.ru/b2b**

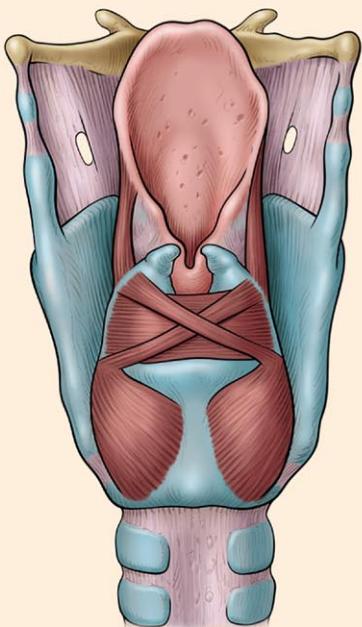


Человеческий голос — одно из величайших чудес природы. Этот вокальный «инструмент» затрагивает работу дыхательной системы, гортани, глотки, голосового тракта, лица и челюсти. Каждый из этих элементов, незаменимых в производстве голоса, подробно описан и проиллюстрирован с позиции анатомии и физиологии.

Автор объясняет, как формируется звук, что помогает сделать его сильнее и глубже, почему мы теряем голос и можно ли его восстановить при развитии различных болезней.



## ПОМИМО МЕХАНИКИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЗВУКОВ, ВНУТРИ ВАС ЖДУТ:



- 100 подробных цветных авторских изображений для лучшего понимания анатомии и физиологии;
- способы создания звуков и их коррекция при проблемах логопедического характера;
- разбор резонаторов голоса, в том числе вокальной маски, и их использование для усиления звука;
- описание положений языка во время пения для достижения необходимого тембра;
- обзор некоторых голосовых техник, таких как головной голос и фальцет с опорой.

«Анатомия голоса» станет прекрасным помощником преподавателей вокала, профессиональных певцов, актеров и логопедов.

**ДР. ТЕОДОР ДАЙМОН** — специалист по дыханию и голосообразованию, основатель и директор Института Даймона, а также адъюнкт-профессор Педагогического колледжа Колумбийского университета. Получил степени магистра и доктора педагогических наук Гарвардского университета, читает лекции для студентов по всему миру.

**ДЭВИД БРАУН** — иллюстратор, директор программы преподавания медицинской иллюстрации в Уинтропском университете в Южной Каролине.

«Эта книга помогает понять, что происходит в дыхательной системе и ротовом аппарате при формировании звуков и что должно происходить на самом деле. Визуализация процесса создания голоса и пошаговые методики работы с ним дают возможность ускорить логопедическую терапию, улучшить голосовые навыки, проверить функцию мышц и закрепить используемую технику. Идеальное пособие для логопедов, певцов и актеров, а также всех, кто интересуется анатомией».

— **Ксения Клименко**, врач-отоларинголог, хирург, к.м.н., член Американской академии отоларингологии — хирургии головы и шеи, автор книги «В лабиринтах уха, горла и носа»

