

УДК 616.222-073.4-8:616.441-089
<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-4-8-28>

Ультразвуковое исследование подвижности голосовых складок: ультразвуковая анатомия и методика

А. А. Куприн¹, Ж. Е. Комарова¹, Н. Н. Ветшева², Е. Р. Аргунова¹, Н. С. Малюга³

¹ Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского, Москва, 129110, Россия

² Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, 125993, Россия

³ Городская клиническая больница им С. С. Юдина, Москва, 115446, Россия

Основными преимуществами УЗИ голосовых складок является неинвазивность, широкая техническая доступность, непродолжительность исследования и возможность применения специалистами разного профиля. Данные свойства определяют метод как скрининговый при диагностике парезов и параличей гортани. Однако широкого распространения метод не получил в связи с невысокой чувствительностью и применяется преимущественно у пациентов с патологией щитовидной железы как перед операцией, так и в послеоперационном периоде. Невысокая точность методики во многом связана с отсутствием универсальных ультразвуковых анатомических ориентиров, наличие которых увеличивало бы возможности УЗИ. Так, большинство специалистов в качестве эхографического маркера выбирают голосовые складки, структуры которых при УЗИ не имеют четких границ и визуализируются не у всех пациентов. В работе проведена корреляция анатомических структур, выявленных при аутопсийных, эндоскопических и ультразвуковых исследованиях. Черпаловидные хрящи, выявленные у всех обследуемых, отличались постоянством ультразвуковой картины и активной подвижностью в соответствии с циклами дыхания, фонацией. Поэтому данные образования предложены в качестве основных эхографических ориентиров при оценке подвижности голосовых складок. Дополнительными структурами, отражавшими двигательную функцию гортани, являются голосовые и вестибулярные складки, желудочки и мышечно-связочный аппарат гортани. Данные образования имели нечеткие очертания, определялись не у всех пациентов, а их движения не поддавались количественной оценке. Таким образом, предложенные ультразвуковые анатомические ориентиры и создание в будущем единого протокола УЗИ подвижности голосовых складок могут повысить эффективность методики и расширить диапазон его использования в медицине.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование голосовых складок, парез гортани, паралич гортани, хирургия щитовидной железы, тиреоидэктомия, возвратный гортанный нерв.

Для цитирования: Куприн А. А., Комарова Ж. Е., Ветшева Н. Н., Аргунова Е. Р., Малюга Н. С. Ультразвуковое исследование подвижности голосовых складок: ультразвуковая анатомия и методика. *Российская оториноларингология*. 2022;21(4):8–28. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-4-8-28>

Ultrasound assessment of vocal cord mobility: ultrasound anatomy and technique

A. A. Kuprin¹, Zh. E. Komarova¹, N. N. Vetsheva², E. R. Argunova¹, N. S. Malyuga³

¹ Vladimirsky Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI), Moscow, 129110, Russia

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, 125993, Russia

³ Yudin City Clinical Hospital, Moscow, 115446, Russia

The main advantages of vocal folds ultrasound are noninvasiveness, wide technical availability, the possibility of application by different specialists, and that it takes a short time to exam. These properties determine the method as a screening method for diagnosing paresis and paralysis of the larynx. However, the method has not been widely used due to its low sensitivity and is mainly used in patients before and after thyroid surgery. The low accuracy of the ultrasonography for the assessment of vocal fold mobility is mainly due to the lack of universal ultrasound anatomical landmarks, the presence of which would increase the possibilities of ultrasound. Thus, most specialists choose vocal cords as a main sonographic marker which do not have clear image and are not visualized in all patients. The work carried out the correlation of anatomical structures identified during autopsy, endoscopic and ultrasound studies. The arytenoid cartilages, identified in all the subjects, were distinguished by the constancy of the ultrasound pattern and active mobility in accordance with breathing cycles and phonation. Therefore, these structures are proposed as the main ultrasound landmarks for assessing the mobility of the vocal cords. Additional structures reflecting the motor function of the larynx are the vocal cords and vestibular folds, the ventricles, and the muscular-ligamentous apparatus of the larynx. They did not have precise patterns, are not identified in all patients, and their movements could not be quantified. Thus, the proposed ultrasound anatomical landmarks and the creation of a unified ultrasound protocol for the ultrasonography assessment of vocal cords mobility in the future can increase the effectiveness of the method and expand the scope of its application in medicine.

Keywords: ultrasound examination of the vocal cords, paresis of the larynx, paralysis of the larynx, thyroid surgery, thyroidectomy, recurrent laryngeal nerve.

For citation: Kuprin A. A., Komarova Zh. E., Vetsheva N. N., Argunova E. R., Malyuga N. S. Ultrasound assessment of vocal cord mobility: ultrasound anatomy and technique. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2022;21(4):8-28. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-4-8-28>

Введение

В последние годы наметилась тенденция к увеличению числа пациентов с парезами и параличами гортани. Это связано с ростом заболеваемости и, следовательно, хирургических вмешательств на органах, контактирующих с возвратным гортанным нервом, – гортани, щитовидной и околощитовидных железах, трахее, пищеводе, бронхах и легких, сонных артериях. Нарушения дыхания и голоса, несомненно, ухудшают качество жизни человека, приводят к снижению трудоспособности и изменению межличностных отношений [1].

В настоящее время золотым стандартом диагностики ларингеальной патологии являются видеоэндоскопические методы исследования. Однако технические возможности не каждого лечебного учреждения позволяют врачу-оторинологу в своей рутинной практике использовать видеоларингоскопию для оценки подвижности голосовых складок. Поэтому непрямая ларингоскопия по-прежнему остается самым распространенным диагностическим методом. Однако провести это исследование качественно не всегда представляется возможным из-за повышенного

глоточного рефлекса пациента, анатомических особенностей гортани, а также возраста и эмоциональной лабильности обследуемого. Особые трудности возникают при осмотре гортани у детей, что в ряде случаев делает его невыполнимым [2].

Последнее десятилетие в мировой литературе активно обсуждается УЗИ гортани в качестве дополнительного метода исследования, главным плюсом которого является неинвазивность и широкая доступность. Кроме того, данным методом могут воспользоваться не только врачи ультразвуковой диагностики, но и клинические специалисты, в профессиональных стандартах которых указана возможность применения инструментальной аппаратуры с диагностической целью, – хирурги, онкологи [3–5]. В связи с этим некоторые авторы предлагают его использовать в качестве скринингового исследования для диагностики парезов гортани в ближайшем послеоперационном периоде [6–9]. К примеру, по данным метанализа у 9,8% пациентов после тиреоидэктомии возникают односторонние парезы гортани, которые в 28% случаях остаются без яв-

ных «голосовых» проявлений (субъективно сами пациенты не отмечают изменений голоса) [10, 11]. В таких ситуациях УЗИ становится незаменимым в рутинной практике способом определения подвижности гортани. Поэтому в клинических рекомендациях по лечению пациентов с заболеваниями щитовидной железы (в особенности при злокачественных образованиях) закреплена позиция об обязательной ультразвуковой оценке подвижности голосовых складок [12, 13].

Однако широкого признания и распространения данный метод не получил. По мнению авторов, одной из причин этого является отсутствие четкого определения ультразвуковых анатомических ориентиров [3]. При сравнении литературных данных одни и те же структуры, представленные на иллюстративном материале, в разных статьях соответствуют различным анатомическим ориентирам [14–16]. Кроме того, в настоящий момент не существует количественных показателей для описания метода, что значительно повышает субъективность оценки полученных данных [6]. Эти обстоятельства и накопленный многолетний опыт УЗИ голосовых складок пациентов до и после оперативных вмешательств на щитовидной железе послужили триггером для проведения настоящего исследования.

Цель исследования

Описать ультразвуковую анатомию голосовых складок и определить качественные и количественные показатели для УЗИ голосовых складок.

Материалы и методы исследования

Анатомическое исследование

Проведена диссекция 4 нефиксированных трупных комплексов органов шеи человека.

Критерии исключения препаратов:

1) патология органов шеи (объемные образования, изменяющие нормальную анатомию шеи);

2) оперативные вмешательства на органах шеи, выполненные в данную госпитализацию или имевшиеся в анамнезе.

Анатомическое исследование состояло из трех этапов.

Первый этап – изъятие препарата. Границами изъятых органов комплекса являлись: снаружи – поверхностный листок собственной фасции шеи (II листок по В. Н. Шевкуненко), сверху – горизонтальная плоскость, проходящая выше подъязычной кости, снизу – горизонтальная плоскость, находящаяся на уровне брахиоцефального артериального ствола.

Второй этап – подготовка препарата. От гортани и трахеи отсекались окружающие мягкие ткани (сосуды и мышцы шеи, щитовидная железа). Первично гортань рассекалась срединно

в сагиттальной плоскости (рис. 1, а и б). Далее каждый препарат рассекался в горизонтальном направлении на уровне вестибулярных (рис. 2, а) и голосовых (рис. 2, в) складок.

Третий этап – фотофиксация анатомических картин. На основе полученных данных выполнялись схематичные зарисовки (рис. 1, в и г, 2, б и г) (приведена анатомическая терминология согласно классификации Terminologia anatomica, 1998).

Клиническое исследование

Клиническая часть работы основана на проспективном обследовании случайно выбранных 132 пациентов, находившихся на стационарном лечении. Средний возраст пациентов составил 28 ± 6 лет. Распределение по полу: 98 женщин и 34 мужчины.

Критерии исключения:

1) исключались пациенты с жалобами на дисфонию;

2) исключались пациенты с хирургическими заболеваниями органов шеи;

3) исключались оперированные пациенты (любые вмешательства на органах шеи, в том числе эндотрахеальный наркоз, могли вызвать дисфункцию гортани);

4) исключались пациенты младше 18 лет;

5) исключались пациенты с неудовлетворительным качеством ультразвукового изображения внутренних структур гортани [в старших возрастных группах щитовидный хрящ (ЩХ) имел кальцинаты, что ухудшало визуализацию внутренних структур гортани].

Клиническое исследование состояло из трех этапов.

Первый этап – сбор жалоб, анамнеза.

Второй этап – видеоэндоскопическое исследование. Проводилось телефаринголарингоскопом Karl Storz 70° или фиброназофаринголарингоскопом Karl Storz 4 мм. Выполнялась видеофиксация материала.

Третий этап – УЗИ голосовых складок. Всем пациентам после ларингоскопии и исключения патологии гортани выполнялись УЗИ голосовых складок, видеофиксация материала.

Четвертый этап – обработка полученных результатов (сопоставление анатомической, эндоскопической и ультразвуковой картин).

Методика УЗИ голосовых складок следующая.

УЗИ выполнялось на аппарате GE Healthcare Venue 50 линейным датчиком 12L-SC. Сканирование проводилось в В-режиме с частотой ультразвука 11 МГц и глубиной фокуса 2–3 см в режиме «vascular» с максимальным усилением серовещного изображения до 100%.

Положение пациента – на спине с валиком под лопатками и разогнутой шеей. Датчик устанавливался на ЩХ ниже его вырезки. Проводилось прямое поперечное сканирование (рис. 3).

Рис. 1. Нормальная анатомия гортани: *a* – патологоанатомический макропрепарат (сагитальное сечение); *b* – патологоанатомический макропрепарат (сагитальное сечение), в толще вестибулярной складки указан мешок гортани; *в* – схематичный рисунок (сагитальное сечение); *г* – схематичный рисунок (фронтальное сечение)

Fig. 1. Normal anatomy of the larynx: *a* – pathoanatomical macropreparation (sagittal section); *b* – pathoanatomical macropreparation (sagittal section), larynx sac is indicated in the thickness of the vestibular fold; *c* – schematic drawing (sagittal section); *d* – schematic drawing (frontal section)

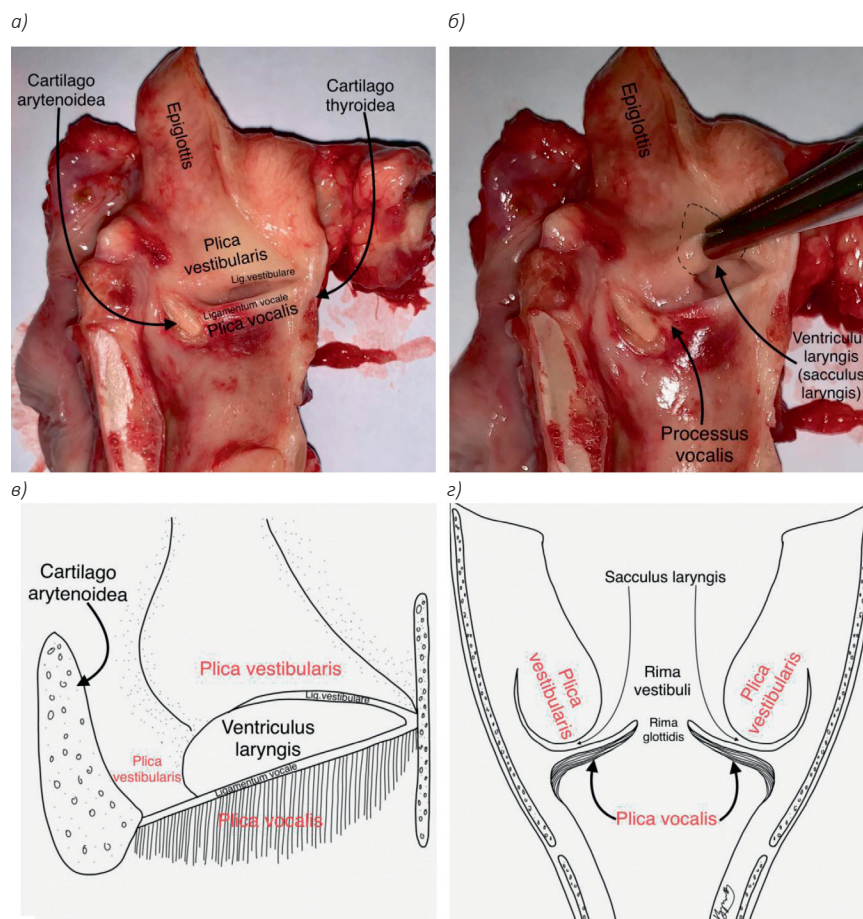
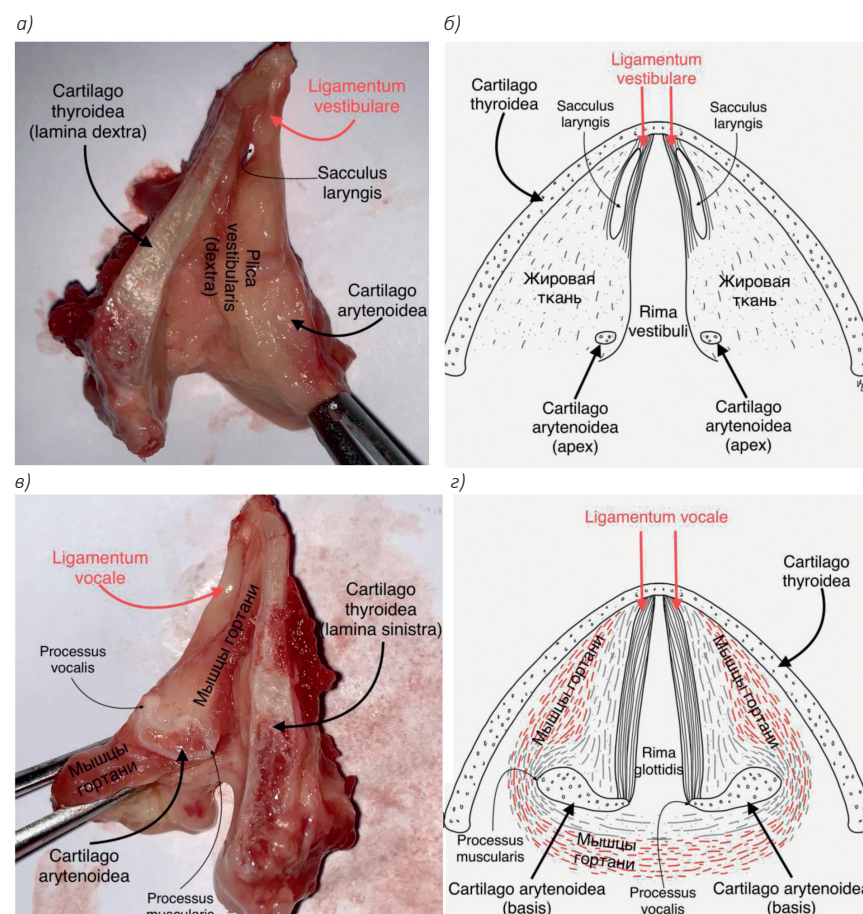


Рис. 2. Нормальная анатомия гортани: *a* – патологоанатомический макропрепарат, горизонтальное сечение на уровне вестибулярных складок (правая половина); *б* – схематичный рисунок, горизонтальное сечение на уровне вестибулярных складок; *в* – патологоанатомический макропрепарат, горизонтальное сечение на уровне голосовых складок (левая половина); *г* – схематичный рисунок, горизонтальное сечение на уровне голосовых складок

Fig. 2. Normal anatomy of the larynx: *a* – pathoanatomical macropreparation, horizontal section at the level of the vestibular folds (right half); *b* – schematic drawing, horizontal section at the level of the vestibular folds; *c* – pathoanatomical macropreparation, horizontal section at the level of the vocal folds (left half); *d* – schematic drawing, horizontal section at the level of the vocal folds



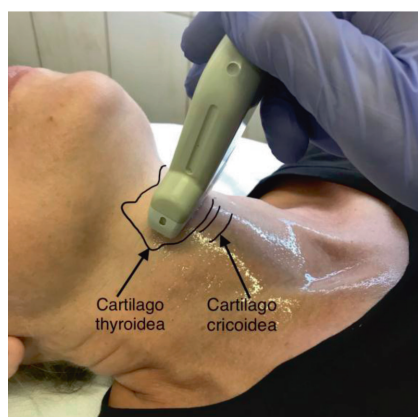


Рис. 3. Методика проведения УЗИ голосовых складок (прямое поперечное сканирование)

Fig. 3. Technique for performing ultrasound of the vocal folds (direct transverse scanning)

Правильная ультразвуковая картина при физиологической ротации гортани обеспечивалась смещением датчика в сторону ее ротации посредством установления «подковы» ЩХ симметрично на экране монитора. Это определяло дальнейшую симметрию внутренних структур гортани и исключало ошибочную интерпретацию результатов исследования (рис. 4).

Благодаря маятникообразному движению датчика (в основном за счет смещения его ручки в краниальном и каудальном направлении) получались поперечные срезы в виде веера плоскостей (верхние, средние и нижние плоскости сканирования) (рис. 5).

Эхогенность структур сопоставлялась с эхогенностью окружающих гортань мышц.

В исследовании использовались следующие функциональные пробы: фонационные (фо-

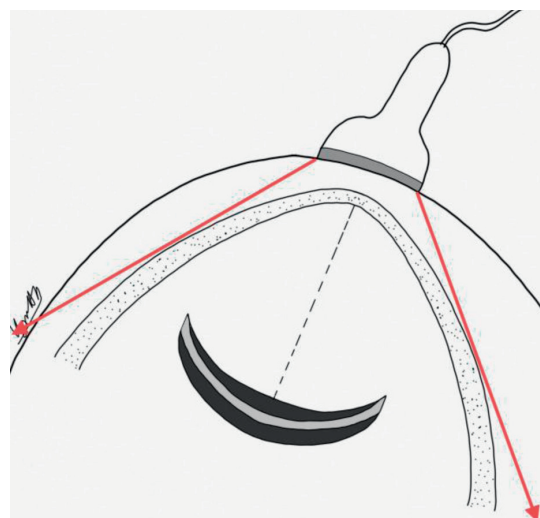


Рис. 4. Установка симметрии ультразвуковой картины при физиологической ротации гортани

Fig. 4. Setting the symmetry of the ultrasound picture during physiological rotation of the larynx

нация гласных букв), кашлевая проба (проба Вальсальвы) и циклы дыхания (вдох, выдох, задержка дыхания).

Статистический анализ

Статистический анализ проведен с использованием пакета прикладных программ SPSS Statistics 23.0. В работе использованы методы описательной статистики. Количественные переменные представлены в виде абсолютных и относительных величин. Выборка характеризовалась средней арифметической величиной и стандартным отклонением ($M \pm \sigma$). Каждый параметр при УЗИ измерялся трижды и определялся средний арифметический результат.

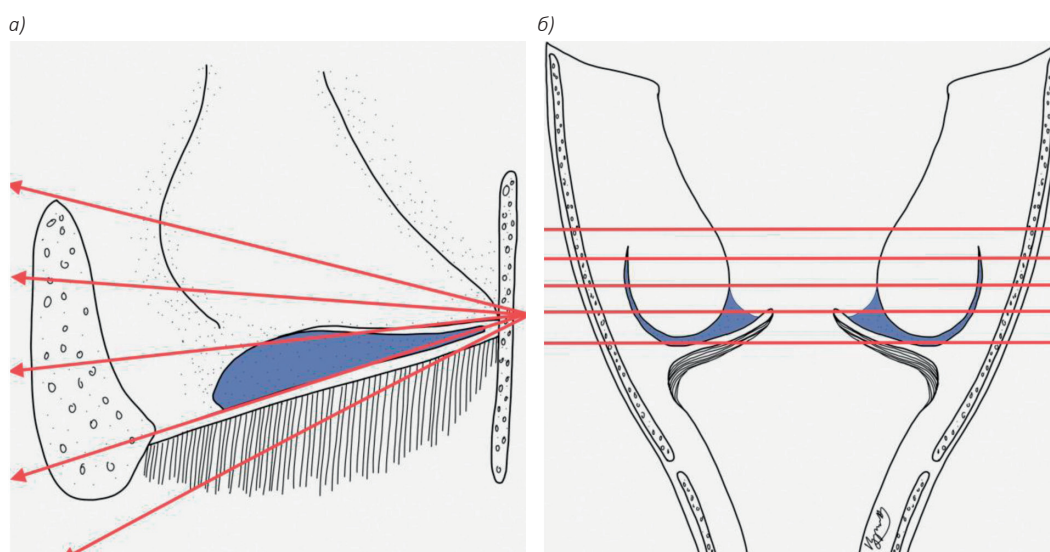


Рис. 5. Расположение плоскостей сканирования при УЗИ голосовых складок: а – сагиттальное сечение; б – фронтальное сечение. Синим цветом выделен мешок гортани, содержащий вязкий секрет

Fig. 5. Location of scanning planes during ultrasound of the vocal folds: a – sagittal section; b – frontal section. The sac of the larynx containing a viscous secret is highlighted in blue

Результаты исследования

Для определения ультразвуковой анатомии гортани проведено сопоставление анатомических, эндоскопических и ультразвуковых изображений. По результатам исследования выделены следующие структуры, доступные визуализации при УЗИ:

- 1) ЩХ;
- 2) черпаловидные хрящи (ЧХ);
- 3) вестибулярные складки;
- 4) мышечно-связочный аппарат гортани;
- 5) желудочки гортани;
- 6) голосовые складки.

В ходе исследования проанализированы их эхоструктура, форма, подвижность, возможность визуализации при УЗИ гортани.

Щитовидный хрящ (*cartilago thyroidea*)

Анатомическое соответствие. На горизонтальном срезе ЩХ имеет форму подковы и состоит из двух слоев: наружного – надхрящницы (зона молодого хряща) и внутреннего – зона зрелого хряща. Местами в препаратах определялись кальцинированные зоны (рис. 6, а).

УЗИ. Наружная надхрящница ЩХ определялась у всех обследуемых как протяженная гиперэхогенная линейная зона. В 90 (68,2%) случаях с внутренней стороны хряща определялась подобная гиперэхогенная линейная зона – внутренняя надхрящница. Между надхрящницами ткань ЩХ имела низкую эхогенность, сопоставимую с эхогенностью мышц шеи (рис. 6, б). Толщина ЩХ в области установленного датчика (определялась в месте соединения пластин хряща между двумя надхрящницами) была незначительной и составила $2,5 \pm 0,6$ мм, что способствовало удовлет-

ворительному проникновению ультразвуковой волны в глубь гортани. Кроме того, однородность хряща являлась определяющей в возможности визуализации внутренних структур гортани. При выявлении гиперэхогенных включений, представляющих собой зоны обызвествления, пациенты исключались из исследования вследствие ограничения оценки глубже лежащих анатомических образований.

В 89 (67,4%) случаях ЩХ при УЗИ имел подковообразную форму (рис. 7, а). В 43 (32,6%) наблюдениях (при астеническом телосложении пациента) пластины хряща соединялись под острым углом и при сканировании определялась клиновидная форма хряща, что уменьшало поверхность соприкосновения с датчиком (рис. 7, б).

Черпаловидные хрящи (*cartilago arytenoidea*)

Анатомическое соответствие. ЧХ располагались у задних концов голосовых складок и имели форму трехсторонней пирамиды, вершина которой направлялась вверх в толщу вестибулярных складок. С внешней стороны хрящ полностью прикрывался мягкими тканями и пластиной ЩХ, с медиальной стороны – только слизистой оболочкой гортани (см. рис. 1).

При горизонтальном срезе на уровне вестибулярных связок определялась верхушка пирамиды ЧХ (см. рис. 2, а и б), а на уровне голосовых связок – треугольное основание (мышечный отросток, *processus muscularis*, направлялся латерально, а голосовой, *processus vocalis*, – медиально в полость гортани) (см. рис. 2, в и г).

Эндоскопическая картина. При ларингоскопии ЧХ не визуализировались в связи с продоль-

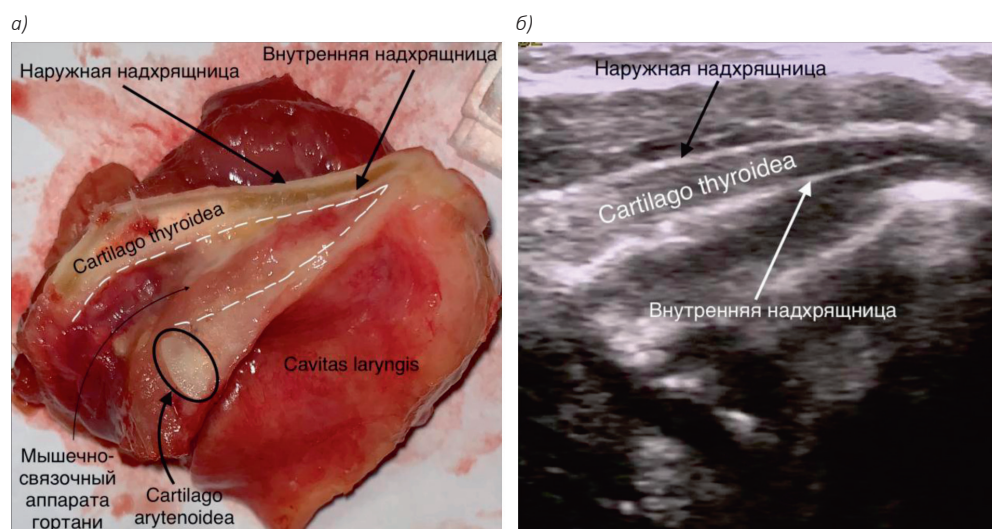


Рис. 6. Щитовидный хрящ: а – патологоанатомический макропрепарат, горизонтальное сечение на уровне голосовых складок (правая половина); б – ультразвуковое изображение щитовидного хряща (правая пластина, боковой доступ)

Fig. 6. Thyroid cartilage: а – pathoanatomical macropreparation. Horizontal section at the level of the vocal folds (right half); б – ultrasound image of the thyroid cartilage (right plate, lateral approach)

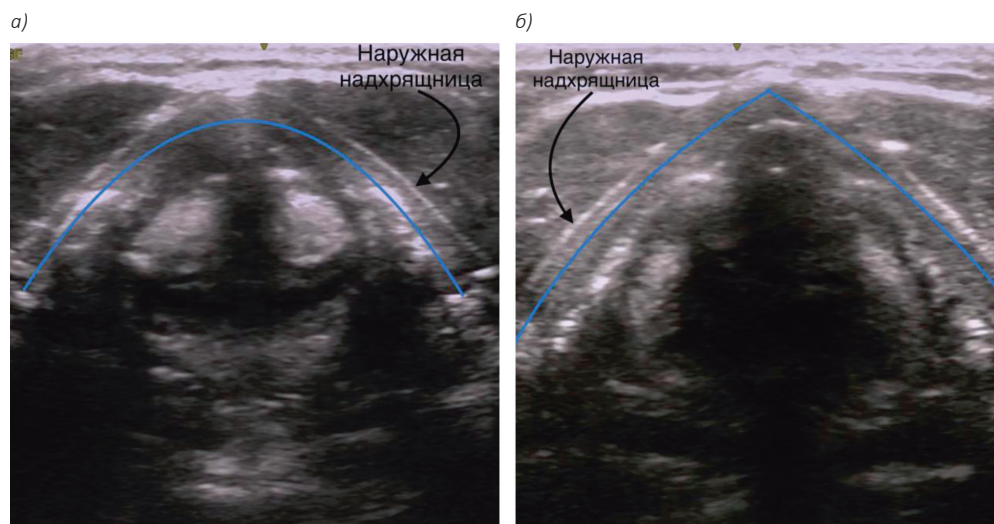


Рис. 7. Ультразвуковое изображение различных форм щитовидного хряща (формы хряща): а – подковообразная форма; б – клиновидная форма

Fig. 7. Ultrasound image of various forms of the thyroid cartilage (cartilage forms): a – horseshoe shape; b – wedge-shaped

ной их ориентацией и расположением в толще вестибулярных и черпалонадгортанных складок. Однако у 96 (72,7%) наблюдаемых при вдохе и максимальном раскрытии голосовой щели у концов голосовых складок определялись белесоватого цвета голосовые отростки (место наиболее поверхностного расположения хряща) (рис. 8). При фонации или задержке дыхания происходило сближение черпалонадгортанных и вестибулярных складок, которые прикрывали собой задние концы голосовых складок и голосовые отростки ЧХ.

УЗИ. У всех пациентов ЧХ выявлялись у задних концов пластин ЩХ в виде подвижных пар-

ных треугольных структур. Вершина данного треугольника соответствовала мышечному (латеральному) отростку, а основание – голосовому (медиальному) отростку. ЧХ определялись в широком диапазоне плоскостей сканирования от вестибулярных до голосовых складок (рис. 9).

В 112 (84,8%) случаях ЧХ определялись как гипоехогенная структура с гиперэхогенной перемычкой в центре (имели форму «глаза») (рис. 10).

У 20 (15,2%) пациентов центральная гиперэхогенная часть преобладала над гипоехогенной периферией, что наиболее вероятно соответствовало зонам обызвествления (рис. 11).

Вестибулярные складки (*plica vestibularis*)

Анатомическое соответствие. Вестибулярные складки представлены дубликатурой слизистой оболочки, содержащей плотную жировую ткань с фиброзными волокнами. Волокна концентрировались преимущественно в передних участках вестибулярных складок, формируя одноименные связки, *ligamentum vestibulare*. Ниже вестибулярных складок определялись желудочки гортани (рис. 12).

Эндоскопическая картина. У всех обследуемых вестибулярные складки занимали латеральную позицию по отношению к голосовым складкам и выполняли пассивные движения вслед за ними (рис. 13).

УЗИ. Вестибулярные складки определялись у всех наблюдаемых как парные гиперэхогенные малоподвижные образования (меняли свою форму при движении незначительно из удлиненной в каплевидную).

Однако форма вестибулярных складок в разных плоскостях сканирования была неодинаковой. В верхних плоскостях сканирования вестибулярные складки имели форму лепестков (рис. 14).

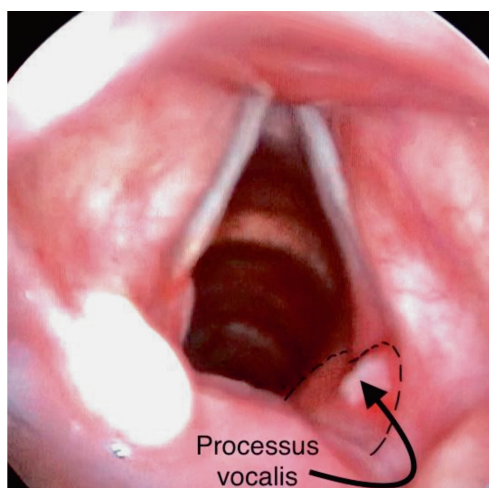


Рис. 8. Эндоскопическая картина. Визуализация черпаловидных хрящей. Штриховая линия – проекция черпаловидных хрящей. Стрелкой указан голосовой отросток (processus vocalis)

Fig. 8. Endoscopic picture. Visualization of the arytenoid cartilages. Dashed line is the projection of the arytenoid cartilages. The arrow indicates the vocal process

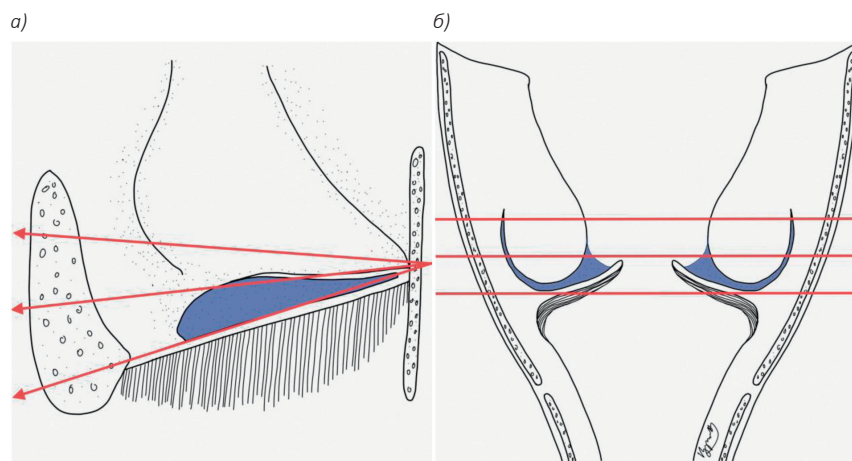


Рис. 9. Плоскости сканирования черпаловидных хрящей: а – схематичный рисунок (сагиттальное сечение); б – схематичный рисунок (фронтальное сечение). Синим цветом выделен мешок гортани, содержащий вязкий секрет
Fig. 9. Scanning planes of arytenoid cartilages: a – schematic drawing (sagittal section); b – schematic drawing (frontal section). The sac of the larynx containing a viscous secret is highlighted in blue

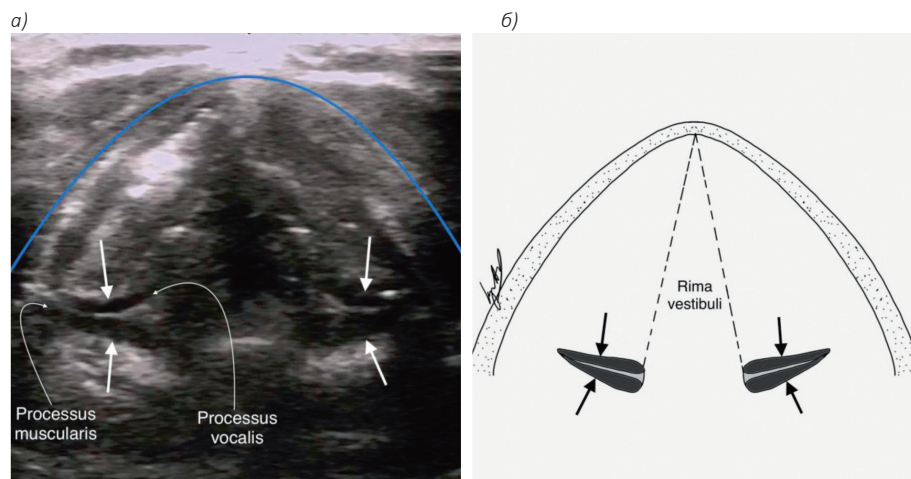


Рис. 10. Черпаловидные хрящи: а – ультразвуковое изображение черпаловидных хрящей (указаны белыми прямыми стрелками), В-режим, фигурными белыми стрелками указаны мышечный (processus muscularis) и голосовой (processus vocalis) отростки черпаловидного хряща; б – схема ультразвукового изображения черпаловидных хрящей (указаны черными прямыми стрелками)
Fig. 10. The arytenoid cartilages: a – ultrasound image of the arytenoid cartilages (indicated by white straight arrows), B-mode, curly white arrows indicate the muscular and vocal processes of the arytenoid cartilage; b – diagram of the ultrasound image of the arytenoid cartilages (indicated by black straight arrows)

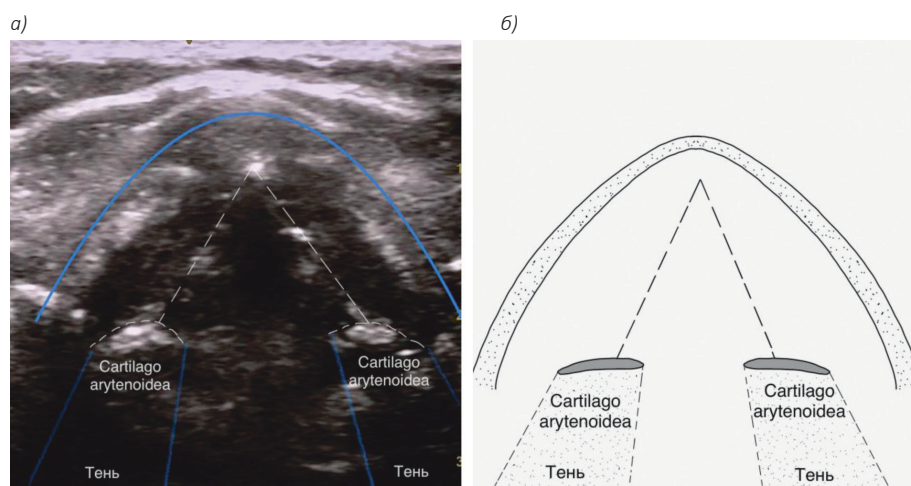


Рис. 11. Черпаловидные хрящи с очагами обызвествления: а – ультразвуковое изображение черпаловидных хрящей, В-режим; б – схема ультразвукового изображения черпаловидных хрящей
Fig. 11. Arytenoid cartilages with foci of calcification: a – ultrasound image of the arytenoid cartilages, B-mode; b – diagram of the ultrasound image of the arytenoid cartilages

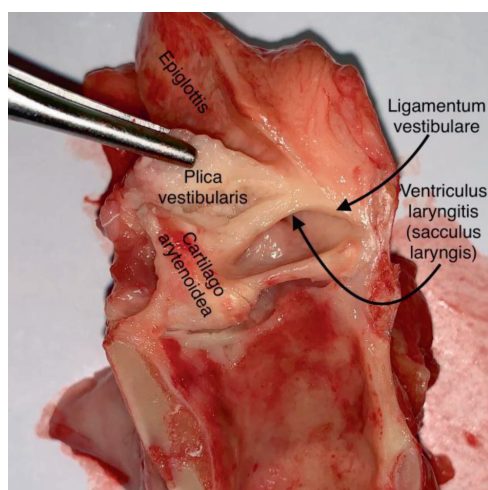


Рис. 12. Вестибулярные складки. Патологоанатомический макропрепарат (сагитальное сечение, правая половина гортани). Вестибулярная складка вскрыта (лоскут отведен пинцетом вверх – показана структура складки), скелетизирован черпаловидный хрящ

Fig. 12. Vestibular folds. Pathoanatomical macropreparation (sagittal section, right half of the larynx). The vestibular fold is opened (the flap is taken upward with tweezers – the structure of the fold is shown), the arytenoid cartilage is skeletonized

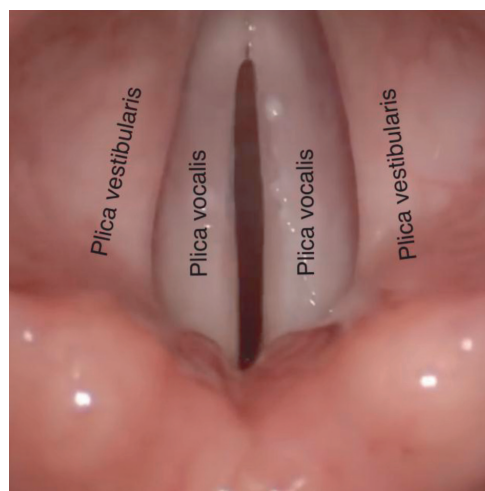


Рис. 13. Эндоскопическая картина (фонация). Вестибулярные складки располагаются латерально, голосовые складки центрально

Fig. 13. Endoscopic picture (phonation). The vestibular folds are located laterally, the vocal folds are located centrally

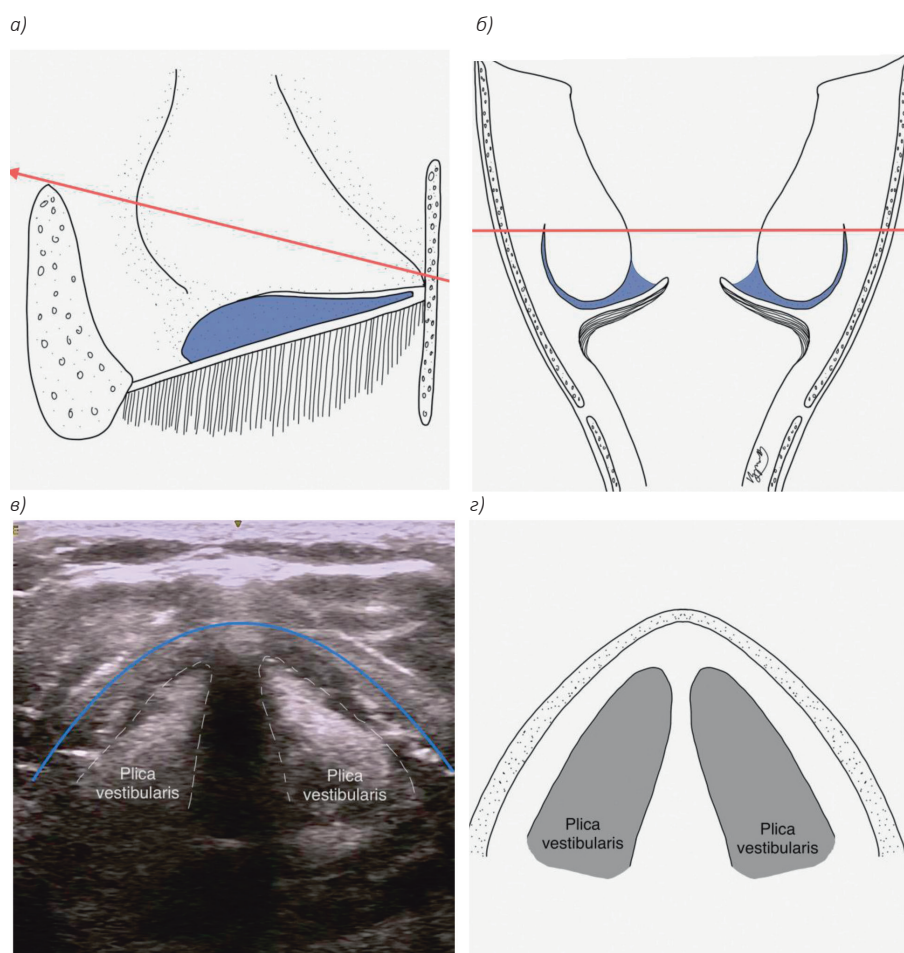
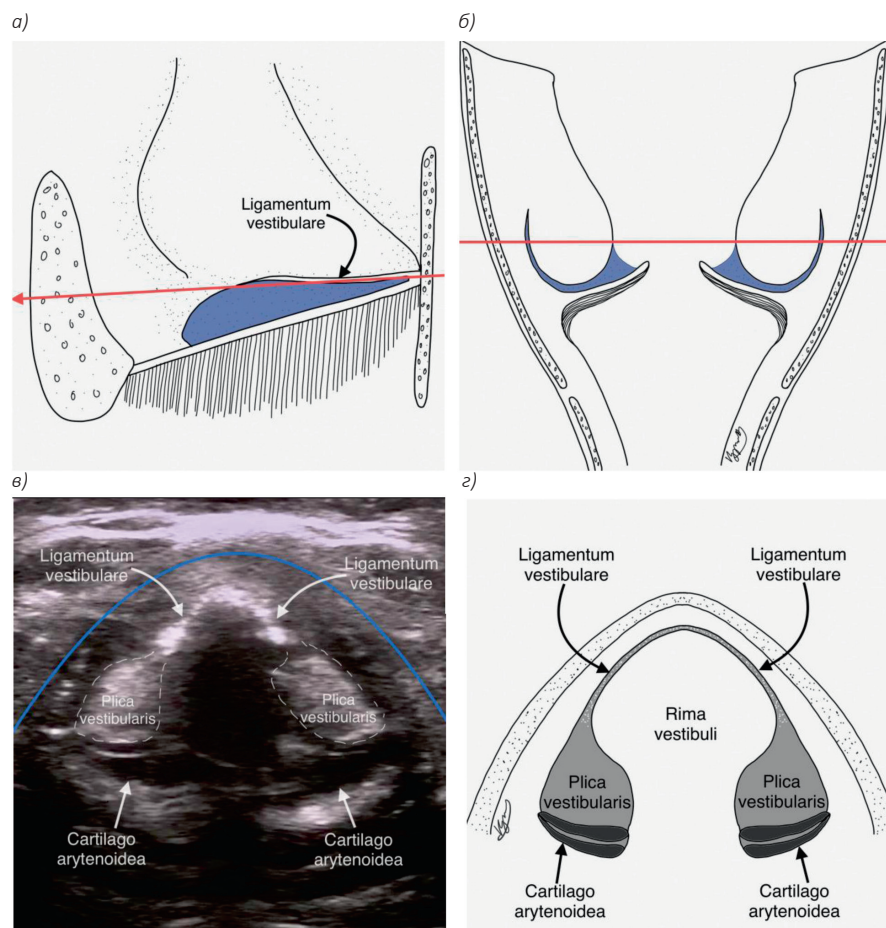


Рис. 14. Вестибулярные складки (уровень верхних плоскостей сканирования): а – схематичный рисунок расположения верхней плоскости сканирования (сагитальное сечение); б – схематичный рисунок расположения верхней плоскости сканирования (фронтальное сечение); синим цветом выделен мешок гортани, содержащий вязкий секрет; в – ультразвуковое изображение вестибулярных складок, В-режим; г – схема ультразвукового изображения вестибулярных складок

Fig. 14. Vestibular folds (level of the upper scanning planes): a – schematic drawing of the location of the upper scanning plane (sagittal section); b – schematic drawing of the location of the upper scanning plane (frontal section). The sac of the larynx containing a viscous secret is highlighted in blue; c – ultrasound image of vestibular folds, B-mode; d – diagram of the ultrasound image of the vestibular folds

Рис. 15. Вестибулярные складки (уровень средних плоскостей сканирования): *a* – схематичный рисунок плоскости сканирования на уровне вестибулярных связок (сагиттальное сечение); *b* – схематичный рисунок плоскости сканирования на уровне вестибулярных связок (фронтальное сечение); синим цветом выделен мешок гортани, содержащий вязкий секрет; *в* – ультразвуковое изображение вестибулярных складок (plica vestibularis) и связок (ligamentum vestibulare), В-режим; *г* – схема ультразвукового изображения вестибулярных складок и связок

Fig. 15. Vestibular folds (level of the middle scanning planes): *a* – schematic drawing of the scanning plane at the level of the vestibular ligaments (sagittal section); *b* – schematic drawing of the scanning plane at the level of the vestibular ligaments (frontal section). The sac of the larynx containing a viscous secret is highlighted in blue; *c* – ultrasound image of vestibular folds and ligaments, B-mode; *d* – diagram of the ultrasound image of the vestibular folds and ligaments



В 110 (83,3%) случаях в средних плоскостях сканирования удавалось выявить вестибулярные связки, которые визуализировались как крупные гиперэхогенные тяжи, начинающиеся у ЩХ и продолжающиеся кзади в гиперэхогенные вестибулярные складки. Длина связок составляла $7,9 \pm 1,4$ мм. При сканировании на этом уровне вестибулярные складки имели меньшее сечение (рис. 15).

На нижних уровнях сканирования вестибулярные складки имели минимальную площадь сечения (рис. 16).

Мышечно-связочный аппарат гортани

Анатомическое соответствие. На горизонтальных срезах определялись следующие группы мышц, крепившиеся к мышечному (латеральному) отростку ЧХ (см. рис. 2, *в* и *г*):

1) латеральные мышцы гортани (соответствуют *m. cricoarythenoideus lateralis*, *m. thyroarythenoideus*);

2) мышцы задней поверхности гортани (соответствуют *m. arythenoideus transversus*, *m. arythenoideus obliqui*, *m. cricoarythenoideus posterior*).

От голосового (медиального) отростка ЧХ начинались *m. vocalis*, располагавшиеся в толще одноименной складки (описание голосовых складок см. ниже).

УЗИ. У всех наблюдаемых вдоль внутренней поверхности пластинок ЩХ определялись подвижные гиперэхогенные структуры (с наибольшей концентрацией в области мышечного отростка ЧХ). Эти участки соответствовали топографии мышц, крепящихся к одноименному отростку ЧХ (рис. 17).

Желудочки гортани (*ventriculus laryngis*)

Анатомическое соответствие. С двух сторон на латеральной стенке полости гортани определялись углубления, ограниченные сверху вестибулярной складкой, а снизу – голосовой складкой. Желудочки кверху и несколько кпереди в толще вестибулярной складки продолжались в карман гортани, *sacculus laryngis* (см. рис. 1).

Эндоскопическая картина. При традиционной ларингоскопии желудочки и карман гортани скрыты от визуализации нависающей сверху вестибулярной складкой. У всех наблюдаемых отмечалось скопление вязкого секрета в области желудочков гортани, количество которого увеличивалось при сужении голосовой щели (секрет «выдавливался» из мешка и желудочков гортани приводящимися складками) (рис. 18).

УЗИ. В желудочках гортани вязкий секрет формировал границу раздела двух сред, что способствовало активному отражению и преломлению ультразвуковой волны, формированию эффекта

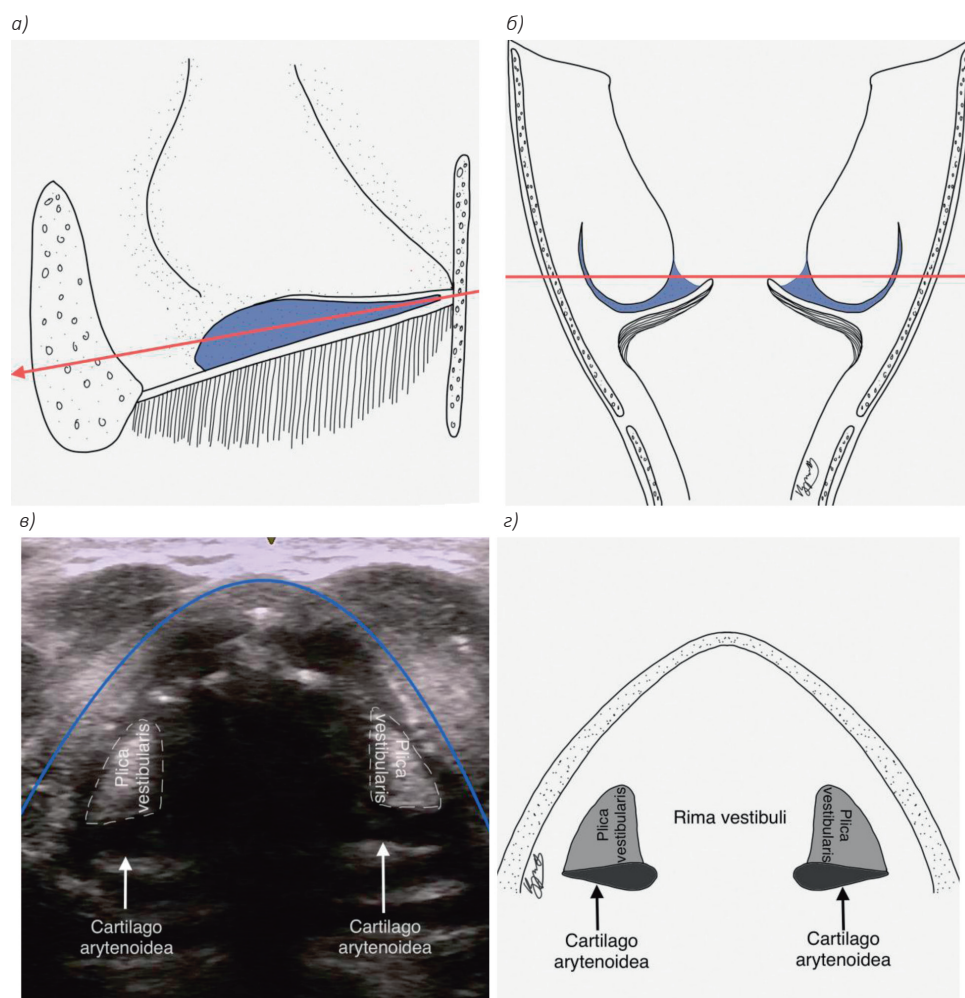


Рис. 16. Вестибулярные складки (уровень нижних плоскостей сканирования): а – схематичный рисунок плоскости сканирования (сагиттальное сечение); б – схематичный рисунок плоскости сканирования (фронтальное сечение); синим цветом выделен мешок гортани, содержащий вязкий секрет; в – ультразвуковое изображение вестибулярных складок, В-режим; г – схема ультразвукового изображения вестибулярных складок

Fig. 16. Vestibular folds (level of the lower scanning planes): а – schematic drawing of the scanning plane (sagittal section); б – schematic drawing of the scanning plane (frontal section). The sac of the larynx containing a viscous secret is highlighted in blue; в – ultrasound image of vestibular folds, B-mode; г – diagram of the ultrasound image of the vestibular folds

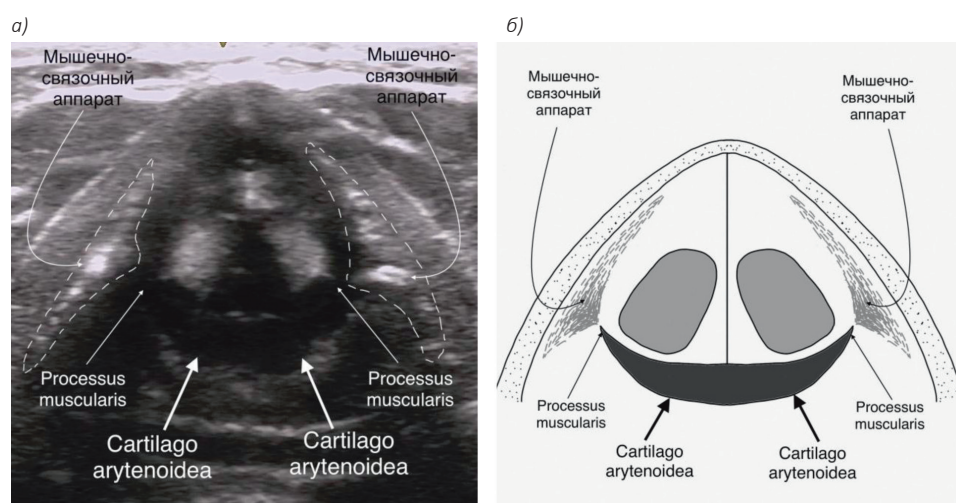


Рис. 17. Мышечно-связочный аппарат гортани: а – ультразвуковое изображение, В-режим; б – схема ультразвукового изображения

Fig. 17. Muscular-ligamentous apparatus of the larynx: а – ultrasound image, B-mode; б – diagram of the ultrasound image

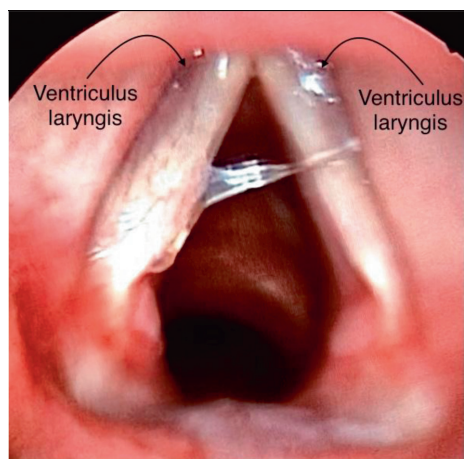


Рис. 18. Эндоскопическая картина. Скопление вязкого секрета в желудочках гортани

Fig. 18. Endoscopic picture. Accumulation of viscous secretions in the ventricles of the larynx

реверберации. Поэтому у 102 (77,3%) обследуемых по внутреннему краю вестибулярных складок определялись прерывистые линейные гиперэхогенные тяжи различной длины, направляющиеся от ЩХ к ЧХ (рис. 19). Структуры были подвижны при дыхании и фонации, но не имели четких ультразвуковых границ и визуализировались в узком диапазоне плоскостей сканирования.

Голосовые складки (plica vocalis)

Анатомическое соответствие. Голосовые складки тонкие, натянутые между внутренней поверхностью ЩЖ и голосовым отростком ЧХ. Состоят в основном из мышечных волокон m. vocalis, которые медиально формируют одноименные связки, ligamentum vocale (рис. 20).

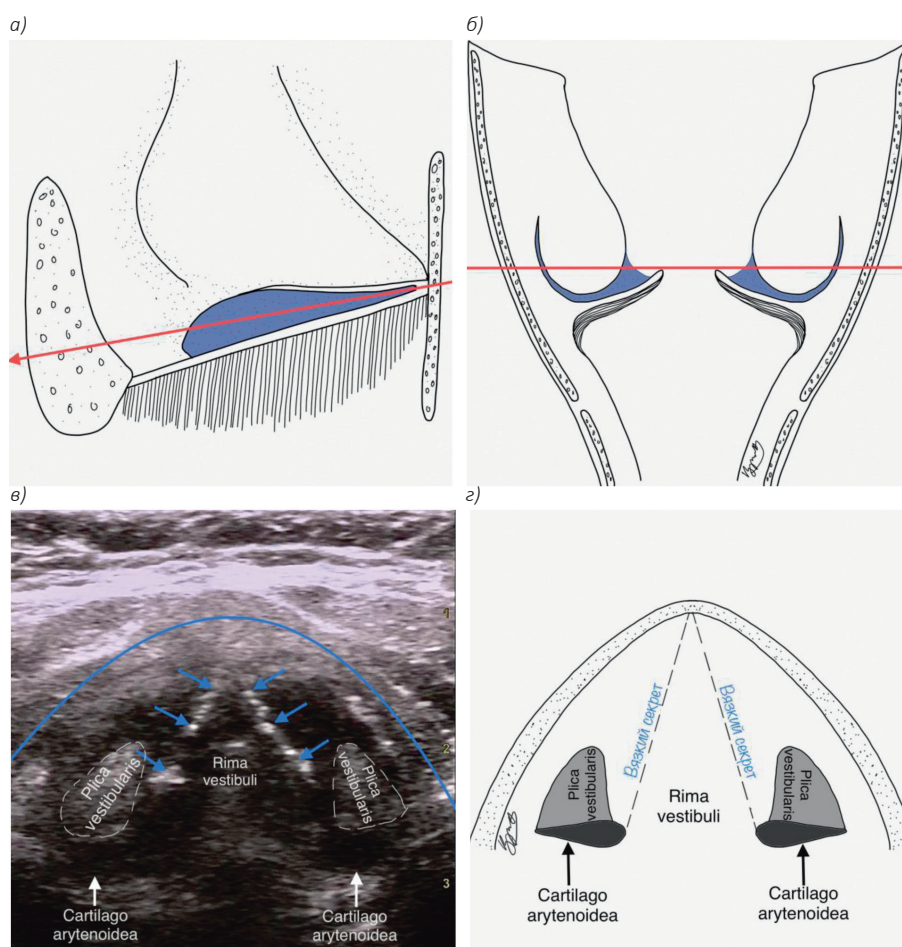
Эндоскопическая картина. Голосовые складки – активно подвижные структуры, являющиеся основным ориентиром при оценке двигательной активности гортани (см. рис. 13, 18).

УЗИ. В 98 (74,2%) случаях медиальнее вестибулярных складок и желудочков гортани на фоне анэхогенной воздушной среды визуализировались активно подвижные изоэхогенные столбчатые структуры (рис. 21, в и г). При выдохе или фонации голосовые складки соединялись и формировали треугольной формы образования (рис. 21, д и е). Однако данные эхоструктуры не имели четких ультразвуковых границ (в связи с активной подвижностью, небольшой толщиной сечения и визуализацией только в нижних плоскостях сканирования) (рис. 21, а и б).

Физиологические движения внутренних структур гортани. В целях ультразвуковой оценки подвижности гортани в работе использованы следующие функциональные пробы:

Рис. 19. Желудочки гортани: а – схематичный рисунок плоскости сканирования (сагиттальное сечение); б – схематичный рисунок плоскости сканирования (фронтальное сечение); синим цветом выделен мешок гортани, содержащий вязкий секрет; в – ультразвуковое изображение желудочков гортани (синие стрелки), В-режим; г – схема ультразвукового изображения желудочков гортани (прерывистая прямая линия)

Fig. 19. Ventricles of the larynx: a – schematic drawing of the scanning plane (sagittal section); b – schematic drawing of the scanning plane (frontal section). The sac of the larynx containing a viscous secret is highlighted in blue; c – ultrasound image of the ventricles of the larynx (blue arrows), B-mode; d – diagram of the ultrasound image of the ventricles of the larynx (dashed straight line)



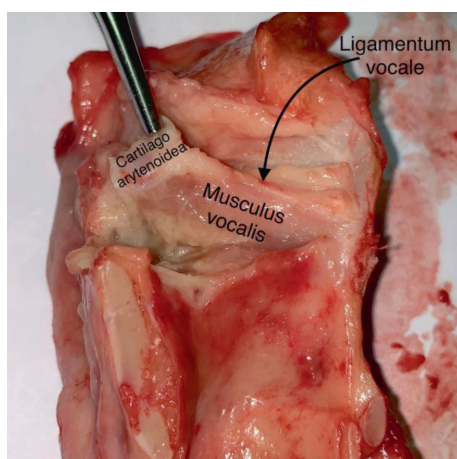


Рис. 20. Голосовые складки. Патоаноатомический макропрепарат (сагиттальное сечение, правая половина гортани). Голосовая складка рассечена в продольном направлении, отведена вверх пинцетом

Fig. 20. Vocal folds. Pathoanatomical macro-preparation (sagittal section, right half of the larynx). The vocal fold is dissected in the longitudinal direction, taken upward with tweezers

- 1) кашлевой толчок (проба Вальсальвы);
- 2) фонация с гласными буквами («и», «о»);
- 3) циклы дыхания (вдох, выдох, задержка дыхания).

При кашлевой пробе у всех обследуемых отмечалось резкое смещение гортани, а при фонации – высокочастотные колебания внутренних структур перпендикулярно к плоскости сканирования. Это приводило к «ускользанию» изображения из плоскости ультразвукового луча и отсутствию четкой визуализации. Кроме того, время выполнения данных проб было значительно ограничено (проба Вальсальвы длится несколько секунд, а время максимальной фонации составляло в зависимости от пола 15–25 с). Таким образом, с помощью кашлевого толчка и фонации оценить физиологические особенности гортани, выполнить точные количественные расчеты при УЗИ не представлялось возможным.

Напротив, использование циклов дыхания не вызывало смещения гортани и эффекта «ускользания» внутренних структур из плоскости сканирования, а проба не ограничивалась временными рамками. Поэтому дыхательная проба оказалась удобной для изучения физиологических движений гортани, а также для качественного и количественного их описания.

В исследовании отмечены следующие положения ЧХ в зависимости от цикла дыхания.

1. Латеральная позиция.

На вдохе у всех наблюдаемых ЧХ при УЗИ занимали латерально-нижнее положение (максимально отдалялись друг от друга), а мышечные отростки опускались книзу. При ларингоскопии это соответствовало максимальному раскрытию голосовой щели, что способствовало бес-

препятственному прохождению воздушных масс (рис. 22).

2. Парамедианная позиция.

На фоне выдоха у всех пациентов при УЗИ ЧХ приводились ближе к друг другу и занимали парамедианное положение. Мышечные отростки при этом поднимались вверх. При ларингоскопии голосовые складки также занимали парамедианное положение, умеренно суживая голосовую щель (рис. 23).

3. Медианная позиция.

При УЗИ и задержке дыхания у 112 (84,8%) обследуемых ЧХ сближались и соприкасались голосовыми отростками, а латеральные (мышечные) отростки поднимались вверх, образуя, таким образом, фигуру «улыбки» (рис. 24).

При эндоскопическом исследовании на фоне задержки дыхания голосовые складки соприкасались на всем протяжении, закрывая голосовую щель, а вестибулярные складки сближались, что приводило к «выдавливанию» слизи из желудочков гортани и увеличению количества секрета вдоль складок. Это усиливало отражение, преломление сигнала и способствовало появлению вертикально расположенной гиперэхогенной линии смыкания (рис. 25). Данный признак отмечен у всех пациентов.

В 20 (15,2%) случаях симптом «улыбки» не выявлен вследствие повышенной эхогенности ЧХ (рис. 26).

При УЗИ у 56 (42,4%) наблюдаемых отмечен симптом «падающей капли» (отмечалось вертикальное смещение гиперэхогенного сигнала по «линии смыкания») (рис. 27). В свою очередь, при ларингоскопии и смыкании голосовых складок отмечалось постепенное спереди-назад соприкосновение их слизистых, чем можно было объяснить данный ультразвуковой эффект.

Определены следующие количественные показатели для описания движения ЧХ.

1. Длина голосовых связок определялась от внутренней надхрящницы ШХ (соответствовала верхней точке линии смыкания) до голосового отростка ЧХ.

Показатели зависели от цикла дыхания (рис. 28). Разница между длинами голосовых связок при вдохе и задержке дыхания с ипсилатеральной стороны – длина сокращения голосовых связок – составила 1,9–6,7 мм (минимум–максимум). У 76 (57,6%) пациентов при вдохе левые голосовые связки были короче правых на 1–2 мм.

2. Ширина голосовой щели измерялась между противоположными голосовыми отростками ЧХ.

Максимально голосовая щель раскрывалась при вдохе, а при выдохе отмечалось сужение ее просвета (рис. 28).

3. Вершина угла расхождения голосовых складок соответствовала верхней точке линии смы-

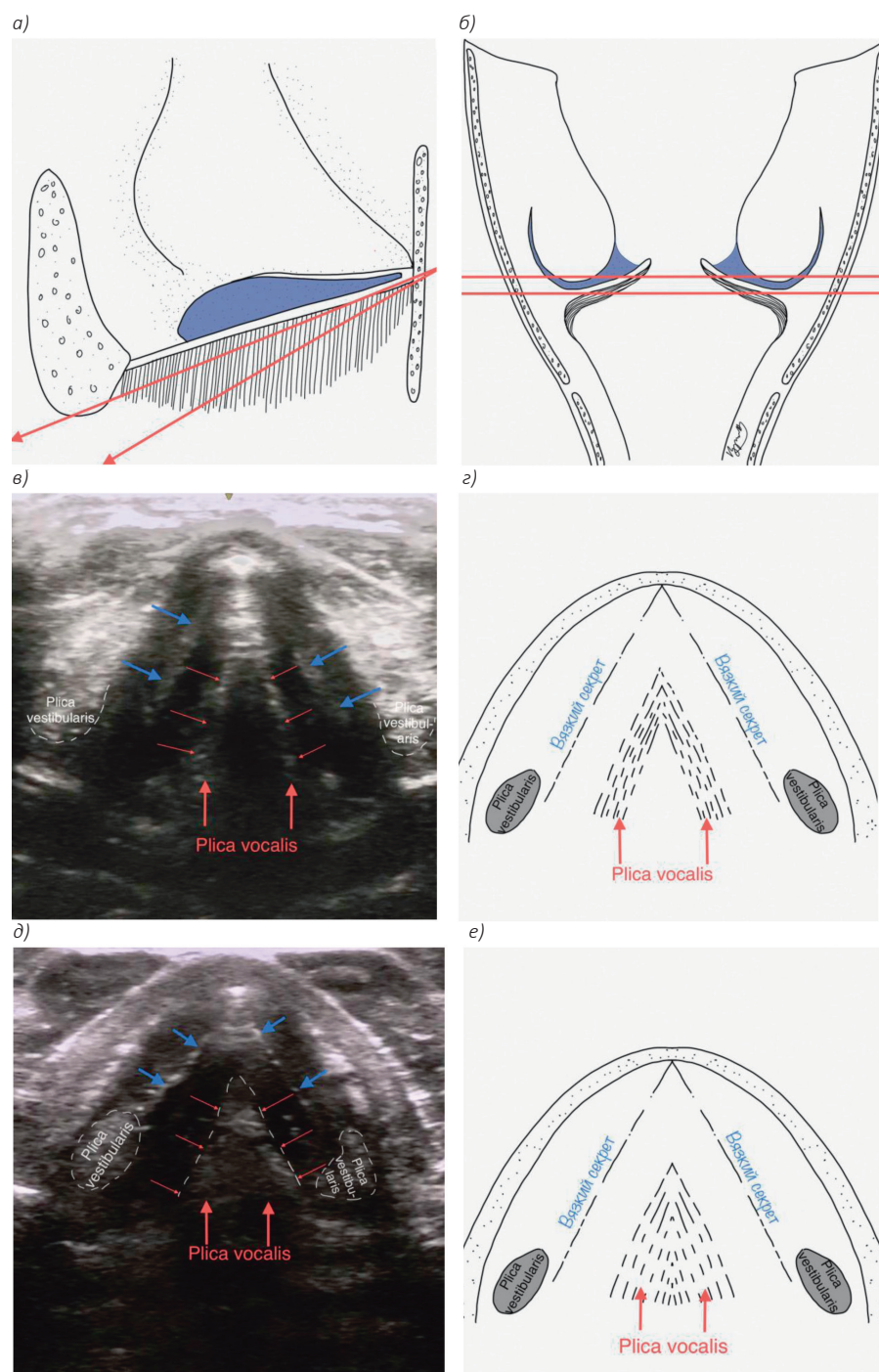


Рис. 21. Голосовые складки: а – схематичный рисунок плоскостей сканирования (сагиттальное сечение); б – схематичный рисунок плоскостей сканирования (фронтальное сечение); синим цветом выделен мешок гортани, содержащий вязкий секрет; в – ультразвуковое изображение голосовых складок при вдохе (расширение голосовой щели), В-режим, красные стрелки – голосовые складки, синие стрелки – желудочки гортани; г – схема ультразвукового изображения голосовых складок при вдохе (расширение голосовой щели) (заштрихованная фигура – голосовые складки, прерывистая прямая линия – желудочки гортани); д – ультразвуковое изображение голосовых складок при фонации или выдохе (приведение складок), В-режим, красные стрелки – голосовые складки, синие стрелки – желудочки гортани; е – схема ультразвукового изображения голосовых складок при фонации или выдохе (приведение складок) (заштрихованная треугольная фигура – голосовые складки, прерывистая прямая линия – желудочки гортани)

Fig. 21. Vocal folds: а – schematic drawing of scanning planes (sagittal section); б – schematic drawing of scanning planes (frontal section). The sac of the larynx containing a viscous secret is highlighted in blue; в – ultrasound image of the vocal folds during inspiration (glottis expansion), B-mode, red arrows – vocal folds, blue arrows – ventricles of the larynx; г – diagram of the ultrasound image of the vocal folds during inspiration (glottis expansion) (shaded figure – vocal folds, broken straight line – ventricles of the larynx); д – ultrasound image of the vocal folds during phonation or exhalation (adduction of the folds), B-mode, red arrows – vocal folds, blue arrows – ventricles of the larynx; е – diagram of the ultrasound image of the vocal folds during phonation or exhalation (adduction of the folds) (shaded triangular figure – vocal folds, dashed straight line – ventricles of the larynx)

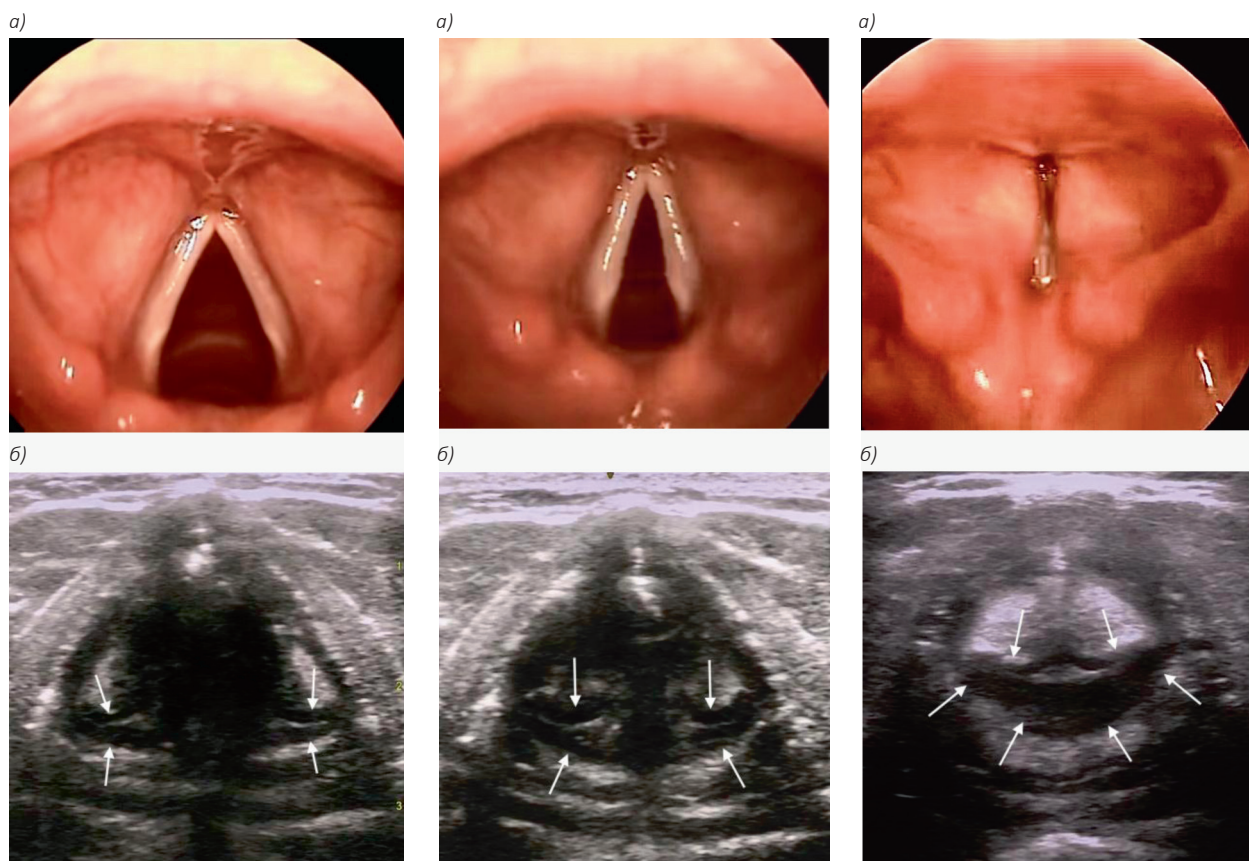


Рис. 22. Положение внутренних структур гортани при вдохе: а – эндоскопическая картина (голосовая щель раскрыта); б – ультразвуковое изображение (стрелками указаны ЧХ), В-режим

Fig. 22. Position of the internal structures of the larynx during inspiration: a – endoscopic picture (the glottis is open); b – ultrasound image (arrows indicate frequency response), B-mode

Рис. 23. Положение внутренних структур гортани при выдохе: а – эндоскопическая картина (голосовая щель сужена); б – ультразвуковое изображение (стрелками указаны ЧХ, которые сближены и ротированы вверх), В-режим

Fig. 23. Position of the internal structures of the larynx during exhalation: a – endoscopic picture (glottis is narrowed); b – ultrasound image (arrows indicate arytenoid cartilages that are close together and rotate upward), B-mode

Рис. 24. Положение внутренних структур гортани при задержке дыхания: а – эндоскопическая картина (голосовая и вестибулярная щели закрыты); б – ультразвуковое изображение (стрелками указаны ЧХ), В-режим. Симптом «улыбки»

Fig. 24. Position of the internal structures of the larynx during breath holding: a – endoscopic picture (voice and vestibular slits are closed); b – ultrasound image (arrows indicate arytenoid cartilages), B-mode. Smile sign

кания на внутренней надхрящнице ЩХ, а концы лучей угла определялись на голосовых отростках ЧХ;

Величина менялась в зависимости от цикла дыхания (рис. 29).

4. Угол отклонения ЧХ определен как угол отклонения хрящей относительно линии смыкания (данная линия располагалась строго вертикально и принята за начало координат – 0°).

Угол имел наименьшее значение при задержке дыхания, а при вдохе достигал максимальных значений (рис. 30). Разница между углами отклонения ЧХ при вдохе и задержке дыхания с ипсилатеральной стороны – угол ротации составил – 15–53° (минимум–максимум).

У 82 (62,1%) пациентов определялось уменьшение левого угла отклонения на 5–9° по сравнению с контралатеральной стороной. Кроме того,

в 28 (21,2%) случаях отмечена явная визуальная гипотония (отставание в движении) левого ЧХ.

Обсуждение исследования

Первые публикации на тему «УЗИ голосовых складок» в медицинской базе данных PubMed появились только в 2011 году (при поиске использовались ключевые слова: transcutaneous laryngeal ultrasonography, transcutaneous laryngeal ultrasound). При этом подавляющее большинство работ посвящено оценке чувствительности и специфичности метода при диагностике парезов и параличей гортани, не уделяя должного внимания ультразвуковой анатомии и количественным характеристикам способа. Так, по данным метаанализа чувствительность метода варьирует в широких пределах от 67 до 91% (CI 95%: 77,24–88,50%) [6], что как раз по мнению авторов, явля-

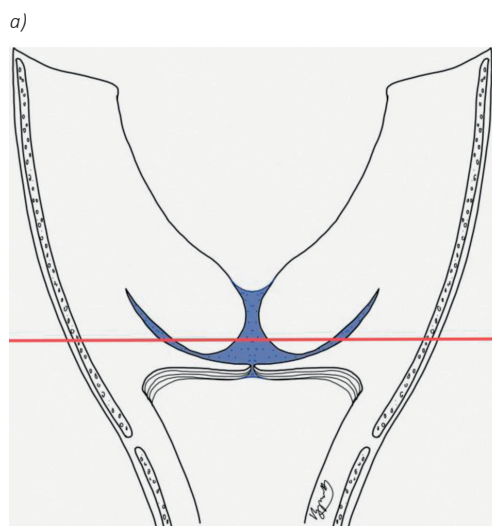


Рис. 25. Линия смыкания: а – схематичный рисунок гортани при задержке дыхания (фронтальное сечение); увеличение количества секрета между приведенными складками (указано синим цветом); б – ультразвуковое изображение линии смыкания при задержке дыхания (указано синими стрелками); в – схема ультразвукового изображения линии смыкания при задержке дыхания

Fig. 25. Closure line: а – a schematic drawing of the larynx during breath-holding (frontal section). Increasing the amount of secret between the given folds (indicated in blue); б – ultrasound image of the closure line during breath holding (indicated by blue arrows); в – diagram of the ultrasound image of the closure line during breath holding

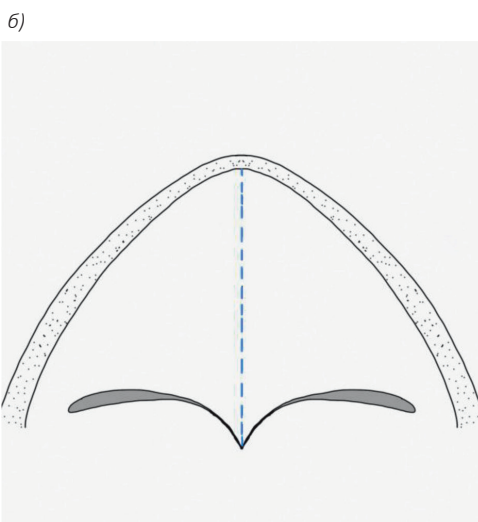
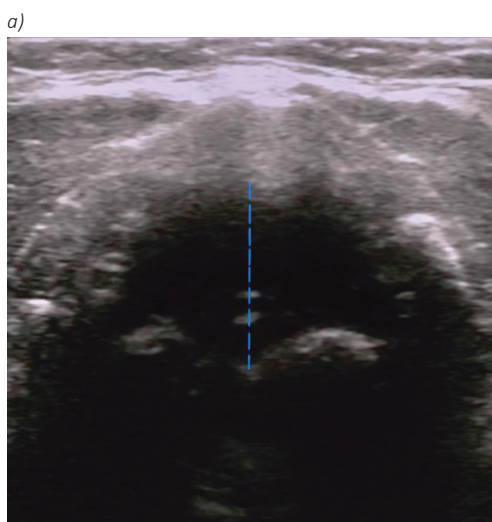
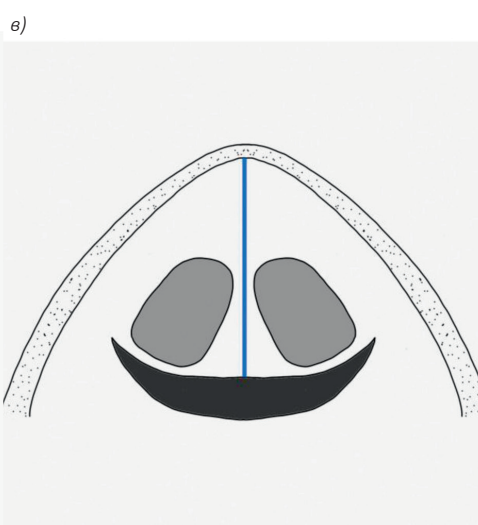
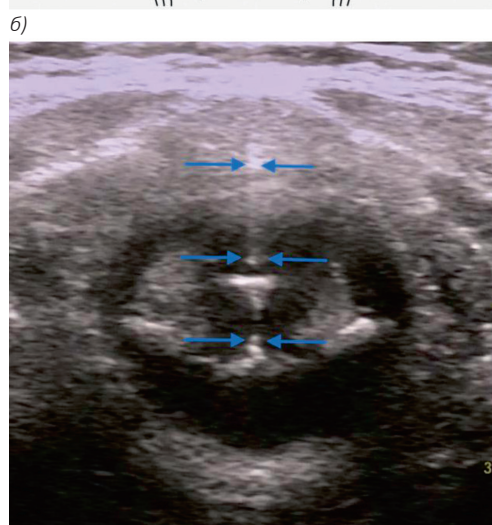


Рис. 26. Черпаловидные хрящи с очагами обызвествления (задержка дыхания): а – ультразвуковое изображение черпаловидных хрящей при задержке дыхания (симптом «летающей птицы»), В-режим; синяя прерывистая линия – линия смыкания; б – схема ультразвукового изображения черпаловидных хрящей (симптом «летающей птицы»); синяя прерывистая линия – линия смыкания

Fig. 26. Arytenoid cartilages with foci of calcification (breath-holding): а – ultrasound image of the arytenoid cartilages during breath-holding (Flying bird sign), B-mode. The blue dashed line is the closure line; б – scheme of ultrasound image of arytenoid cartilages (Flying bird sign). Blue dashed line is the closure line

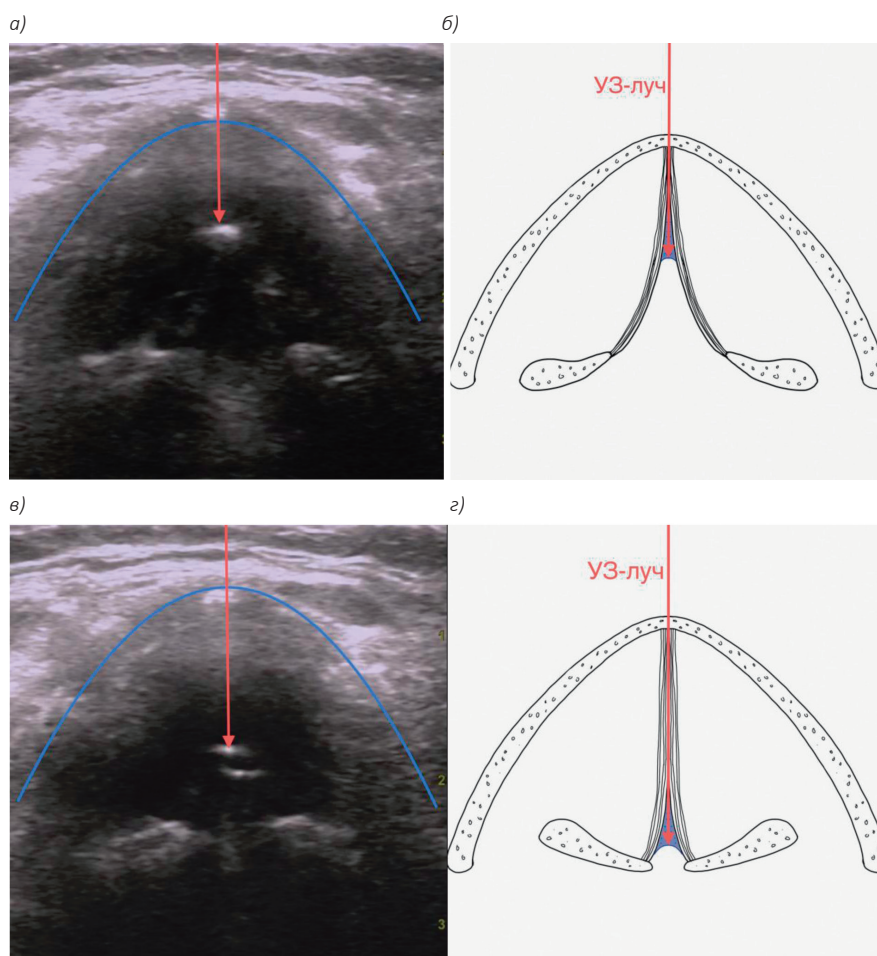


Рис. 27. Симптом «падающей капли»: а – ультразвуковое изображение, В-режим; гиперэхогенная «падающая капля» (указана стрелкой) располагается в верхней части линии смыкания; черпаловидные хрящи повышенной эхогенности (кальцинированы), находятся в латеральной позиции; б – схема начального этапа соприкосновения слизистых гортани; в – ультразвуковое изображение, В-режим; гиперэхогенная «падающая капля» (указана стрелкой) располагается в нижней части «линии смыкания»; черпаловидные хрящи повышенной эхогенности (кальцинированы), находятся в медианной позиции; г – схема конечного этапа соприкосновения слизистых гортани

Fig. 27. Falling drop sign: a – ultrasound image, B-mode. A hyperechoic Falling drop (indicated by an arrow) is located in the upper part of the closure line. The arytenoid cartilages are highly echogenic (calcified) and are in a lateral position; b – diagram of the initial stage of contact of the mucous membranes of the larynx; c – ultrasound image, B-mode. A hyperechoic Falling drop (indicated by an arrow) is located in the lower part of the line of closure. The arytenoid cartilages are highly echogenic (calcified) and are in a median position; d – diagram of the final stage of contact of the mucous membranes of the larynx

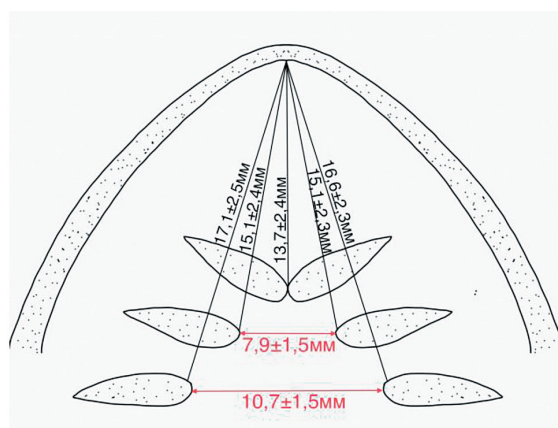


Рис. 28. Схема ультразвукового изображения движения черпаловидных хрящей в зависимости от цикла дыхания. Изменение длины голосовых связок (черный цвет) и ширины голосовой щели (красный цвет)

Fig. 28. Scheme of ultrasound image of the movement of the arytenoid cartilages depending on the respiratory cycle. Change in vocal cord length (black) and glottis width (red)

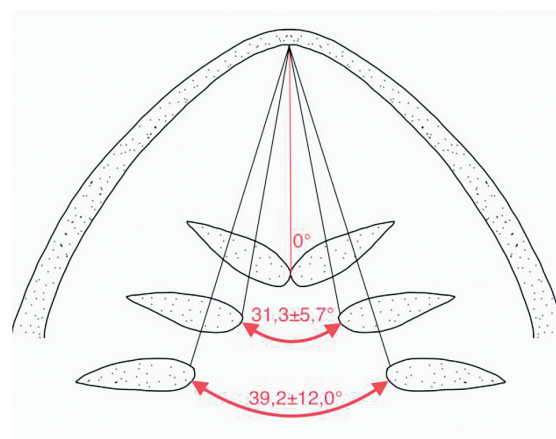


Рис. 29. Схема ультразвукового изображения движения черпаловидных хрящей в зависимости от цикла дыхания.

Изменение угла расхождения голосовых складок

Fig. 29. Scheme of ultrasound image of the movement of the arytenoid cartilages depending on the respiratory cycle. Changing the angle of divergence of the vocal folds

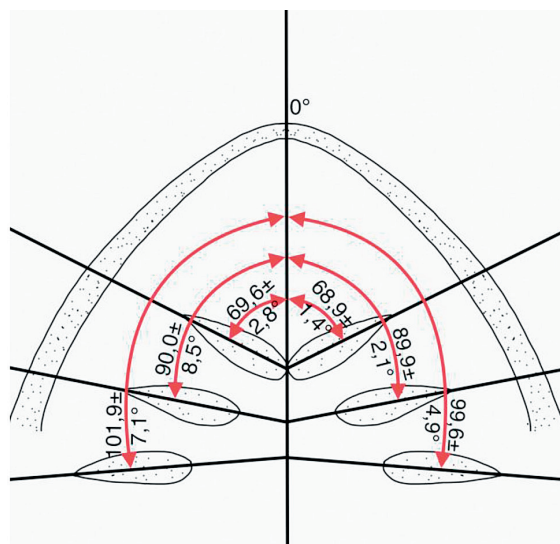


Рис. 30. Схема ультразвукового изображения движения черпаловидных хрящей в зависимости от цикла дыхания.

Изменение угла отклонения ЧХ от линии смыкания

Fig. 30. Scheme of ultrasound image of the movement of the arytenoid cartilages depending on the respiratory cycle. Changing the angle of deviation of the frequency response from the closure line

ется свидетельством отсутствия универсальных эхографических ориентиров [3].

По-прежнему для большинства исследователей основными ультразвуковыми ориентирами при диагностике парезов и параличей гортани остаются голосовые складки (*plica vocalis*) [8, 9, 17–19]. Однако, по данным других авторов, при УЗИ голосовые складки визуализируются лишь в 36,7% случаев [20]. Поэтому применение только данных структур в качестве эхографического маркера значительно снижает эффективность метода [3]. Так, в нашей работе при УЗИ голосовые складки определялись у 74,2% обследуемых как изоэхогенные столбчатые или треугольной формы структуры, расположенные в центральной части гортани. Отмечено, что структуры имели нечеткие ультразвуковые границы (в связи с активным движением как в сагитальной, так и в горизонтальной плоскостях) и идентифицировались лишь в узком диапазоне сканирования (в нижних плоскостях).

Вестибулярные складки (*plica vestibularis*) при УЗИ гортани удается визуализировать в 92,7% случаев как широкие гиперэхогенные структуры треугольной формы [20]. Этим фактом можно объяснить желание оператора использовать их в качестве основного эхографического маркера. Однако вестибулярные складки не содержат мышечных волокон и выполняют пассивные движения, которые в полной мере не отражают двигательную активность гортани [11]. В нашем исследовании также отмечена возможность иден-

тификации вестибулярных складок во многих плоскостях сканирования как массивных гиперэхогенных структур, обладающих слабой двигательной активностью и изменяющих свою форму из удлиненной в каплевидную.

До сих пор нет единого мнения по поводу возможности ультразвуковой визуализации ЧХ (*cartilago arytenoidea*). Одни авторы заявляют, что ЧХ выявить в прямой проекции не представляется возможным (только при смещении датчика на боковую поверхность шеи) [18, 21]. В других работах при прямой позиции датчика исследователям удалось идентифицировать ЧХ в 89,8% случаев, который и являлся главным маркером при описании подвижности гортани [20, 22]. Так, авторы одной из работ при описании парезов гортани ориентировались на изменение площади треугольного пространства, ограниченного ЧХ [3].

По данным нашего исследования, у всех пациентов удалось идентифицировать ЧХ при УЗИ, которые имели четкие очертания и форму («глаза» или «летающей птицы»). Простота их визуализации обусловлена продольной ориентацией и выявлением в большинстве плоскостей сканирования гортани. При этом отмечена активная подвижность ЧХ, синхронная с движением голосовых складок, что обусловлено креплением всех мышц гортани, участвующих в движении голосовых связок, к данным структурам.

Еще одно преимущество УЗИ – это возможность полипозиционного осмотра гортани и создания представления о ее трехмерной модели [17]. Так, используя в работе множество поперечных плоскостей сканирования, мы смогли определить строение гортани от вестибулярной щели до подскладочного пространства. Поэтому использование множества плоскостей сканирования может дополнительно увеличить чувствительность метода [3].

Использование функциональных проб также оказывает влияние на чувствительность и специфичность методики [3]. По мнению одних авторов, кашлевая проба (проба Вальсальвы) способствует увеличению чувствительности УЗИ подвижности голосовых складок [6, 19]. В других работах успешно применялись фонационные пробы [17–19, 22]. Однако при кашле и фонации мы отметили резкое смещение гортани, высокочастотные колебания внутренних структур гортани перпендикулярно к плоскости сканирования. Это приводило к «ускользанию» изображения из плоскости ультразвукового луча и невозможности четкой визуализации анатомических ориентиров. Кроме того, время исследования значительно ограничивалось временем выполнения пробы.

Напротив, использование спокойного дыхания являлось весьма удобным маневром для оцен-

ки двигательной активности гортани (движение внутренних структур гортани было плавным, преимущественно в горизонтальной плоскости, а время пробы не ограничивалось). В публикациях также отмечено изменение ширины голосовой щели при дыхании, что использовалось авторами для оценки двигательной активности гортани [3, 17–19].

По данным авторов, у 95% пациентов при эндоскопическом исследовании отмечено физиологическое отклонение – анатомическая асимметрия (голосовые складки с контралатеральных сторон различались по длине, ширине и толщине, располагались одна выше другой, полностью не смыкались в задней трети и образовывали при фонации треугольную щель) [14]. В нашей работе у 57,6% пациентов при УЗИ отмечено укорочение левых голосовых связок на 1–2 мм. В 62,1% случаев отмечено уменьшение угла отклонения левого ЧХ на 5–9°. Кроме того, в 21,2% наблюдений отмечено явное отставание в движении (асинхронность) левого ЧХ. Такую гипотонию левой половины гортани можно объяснить иннервацией и анатомической асимметрией возвратного гортанного нерва (левый возвратный гортанный нерв «проходит» под дугой аорты и длиннее правого; левый возвратный гортанный нерв чаще делится на гортанные ветви и формирует дополнительные трахеопищеводные ветви) [23].

Заметная даже «на глаз» при УЗИ асимметрия движения гортани обусловлена увеличением картины на экране монитора и большим углом ротации ЧХ (15–53°). Однако при ларингоскопии из-за инерции зрительного восприятия определить незначительную асимметрию движения голосовых складок становится затруднительно

(в норме при ширине голосовой щели в межчерпаловидном пространстве 10–12 мм, каждая голосовая складка преодолевает незначительное «для глаза» исследователя расстояние – лишь 5–6 мм) [2].

Выводы

ЧХ при УЗИ выявлены у всех наблюдаемых и имели четкую экоструктуру, а их движения были синхронны движениям голосовых складок. Эти свойства определяют ЧХ в качестве универсальных ультразвуковых ориентиров при описании двигательной функции гортани.

Вестибулярные и голосовые складки, мышцы и желудочки гортани имели непостоянную экоструктуру и траекторию движения, которые не полностью отражали двигательную активность гортани. Поэтому при описании ультразвуковой картины данные образования могут иметь только вспомогательное значение.

Дыхательные функциональные пробы (задержка дыхания, спокойное дыхание) удобны для качественного и количественного описания двигательной функции гортани.

Таким образом, предложенные ультразвуковые анатомические ориентиры и создание в будущем единого протокола УЗИ подвижности голосовых складок могут повысить эффективность методики и расширить диапазон его использования в медицине. Для стандартизации измерений и определения диапазона нормативных значений в соответствии с полом и возрастом требуется продолжить исследование с проведением более детального статистического анализа.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Дайхес Н. А., Кокорина В. Э., Нажмудинов И. И., Гусейнов И. Г. и др. Парезы и параличи гортани: клинические рекомендации. М.: НМАО МЗ РФ, 2014. 19 с.
Daikhes N. A., Kokorina V. E., Nazhmudinov I. I., Guseinov I. G. i dr. *Parezy i paralichi gortani: klinicheskie rekomendatsii*. Moscow: NMAO MZ RF, 2014. 19 p. (In Russ.)
2. Степанова Ю. Е. Современные методы диагностики заболеваний гортани. *Доктор.Ру*. 2009;5:31–34
Stepanova Yu. E. *Sovremennye metody diagnostiki zabolevanij gortani*. *Doktor.Ru*. 2009;5:31–34. (In Russ.)
3. Lazard D. S., Bergeret-Cassagne H., Lefort M. et al. Transcutaneous Laryngeal Ultrasonography for Laryngeal Immobility Diagnosis in Patients with Voice Disorders After Thyroid/Parathyroid Surgery. *World J Surg*. 2018;42(7):2102–2108. <https://doi.org/10.1007/s00268-017-4428-2>. PMID: 29299645
4. Профессиональный стандарт «врач-хирург» РФ от 2018 г. Код 02.043. <https://classinform.ru/profstandarty/02.043-vrach-hirurg.html>
Professional'nyi standart „vrach-khirurg“ RF ot 2018 g. Kod 02.043. (In Russ.) <https://classinform.ru/profstandarty/02.043-vrach-hirurg.html>
5. Профессиональный стандарт «врач-онколог» РФ от 2018 г. Код 02.085 <https://classinform.ru/profstandarty/02.085-vrach-onkolog.html>
Professional'nyi standart „vrach-onkolog“ RF ot 2018 g. Kod 02.085. (In Russ.) <https://classinform.ru/profstandarty/02.085-vrach-onkolog.html>
6. Patel A., Spychalski P., Aszkiełowicz A. et al. Transcutaneous Laryngeal Ultrasound for Vocal Cord Paralysis Assessment in Patients Undergoing Thyroid and Parathyroid Surgery-A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2021;10(22):5393. <https://doi.org/10.3390/jcm10225393>

7. Hamilton C. E., Su E., Tawfik D. et al. Pediatric Research Collaborative on Critical Ultrasound (PeRCCUS). Assessment of Vocal Cord Motion Using Laryngeal Ultrasound in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pediatr Crit Care Med.* 2021;22(10):e532-e539. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000002734>
8. Макарьин В. А., Успенская А. А., Тимофеева Н. И., Слепцов И. В., Семенов А. А., Черников Р. А., Чинчук И. К., Карелина Ю. В., Новокшонов К. Ю., Федоров Е. А., Малогугов Ю. Н., Русаков В. Ф., Давыдова М. О., Мальков В. А., Придвигкина Т. С., Валдина Е. А., Федотов Ю. Н., Бубнов А. Н. Использование чрескожной ультрасонографии гортани для оценки подвижности голосовых складок после выполнения оперативных вмешательств на щитовидной и околощитовидных железах. *Клиническая и экспериментальная тиреоидология.* 2015;11(3):60–67. <https://doi.org/10.14341/ket2015360-67>
Makarin V. A., Uspenskaya A. A., Timofeeva N. I., Sleptsov I. V., Semenov A. A., Chernikov R. A., Chinchuk I. K., Karelina Yu. V., Novokshonov K. Yu., Fedorov E. A., Malugov Yu. N., Rusakov V. F., Davidova M. O., Malkov V. A., Pridvigkina T. S., Valdina E. A., Fedotov Yu. N., Bubnov A. N. Percutaneous larynx ultrasonography for evaluation of vocal cords mobility after thyroid and parathyroid operations. *Clinical and experimental thyroidology.* 2015;11(3):60–67. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/ket2015360-67>
9. Ветшев П. С., Янкин П. Л., Животов В. А., Поддубный Е. И., Дрожжин А. Ю., Бондарев Н. С., Король В. В., Маады А. С., Васильев И. В., Алексеев К. И., Осипов А. С., Апостолиди К. Г., Савчук О. В., Широкова Н. В., Крастынь Э. А., Балан Б. А. Ультразвуковое исследование гортани в диагностике нарушений подвижности голосовых складок. *Эндокринная хирургия.* 2016;10(3):5–14. <https://doi.org/10.14341/serg201635-14>
Vetshev P. S., Yankin P. L., Zhivotov V. A., Poddubnyi E. I., Drozzin A. Y., Bondarev N. S., Korol V. V., Maady A. S., Vasilev I. V., Alekseev K. I., Osipov A. S., Apostolidi K. G., Savchuk O. V., Shirokova N. V., Krastyn E. A., Balan B. A. Ultrasonography of the larynx for diagnosis of the vocal folds mobility impairment. *Endocrine Surgery.* 2016;10(3):5–14. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/serg201635-14>
10. Chandrasekhar S. S., Randolph G. W., Seidman M. D. et al. Clinical practice guideline: improving voice outcomes after thyroid surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2013;148(6Suppl):S1–S37. <https://doi.org/10.1177/0194599813487301>
11. Carneiro-Pla D., Solorzano C. C., Wilhelm S. M. Impact of vocal cord ultrasonography on endocrine surgery practices. *Surgery.* 2016;159(1):58–63. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2015.06.067>
12. Patel K. N., Yip L., Lubitz C. C. et al. The American Association of Endocrine Surgeons Guidelines for the Definitive Surgical Management of Thyroid Disease in Adults. *Ann Surg.* 2020;271(3):e21–e93. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003580>
13. Дифференцированный рак щитовидной железы: клинические рекомендации. М.: Министерство здравоохранения РФ, 2020.
Differentsirovannyi rak shchitovidnoi zhelezy: klinicheskie rekomendatsii. Moscow: Ministerstvo zdravookhraneniya RF, 2020. (In Russ.)
14. Ростовцев М. В., Кармазановский Г. Г., Литвиненко И. В. Лучевая диагностика рака гортани (тактика, трудности, ошибки). М.: Видар-М, 2013. 96 с.
Rostovtsev M. V., Karmazanovskii G. G., Litvinenko I. V. *Luchevaya diagnostika raka gortani (taktika, trudnosti, oshibki).* Moscow: Vidar-M, 2013. 96 p. (In Russ.)
15. Shah M. K., Ghai B., Bhatia N. et al. Comparison of transcutaneous laryngeal ultrasound with video laryngoscope for assessing the vocal cord mobility in patients undergoing thyroid surgery. *Auris Nasus Larynx.* 2019;46(4):593–598. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2018.12.007>
16. Masood M. M., Huang B., Goins A. et al. Anatomic factors affecting the use of ultrasound to predict vocal fold motion: A pilot study. *Am J Otolaryngol.* 2018;39(4):413–417. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2018.04.005>
17. Derlatka-Kochel M., Kumoniewski P., Majos M. et al. Assessment of vocal fold mobility using dynamic magnetic resonance imaging and ultrasound in healthy volunteers. *Pol J Radiol.* 2019;25(84):e368–e374. <https://doi.org/10.5114/pjr.2019.89122>
18. De Miguel M., Peláez E. M., Caubet E. et al. Accuracy of transcutaneous laryngeal ultrasound for detecting vocal cord paralysis in the immediate postoperative period after total thyroidectomy. *Minerva Anesthesiol.* 2017;83(12):1239–1247. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.17.11755-4>
19. Kumar A., Sinha C., Kumar A. et al. Assessment of functionality of vocal cords using ultrasound before and after thyroid surgery: An observational study. *Indian J Anaesth.* 2018;62(8):599–602. https://doi.org/10.4103/ija.IJA_197_18
20. Wong K. P., Woo J. W., Youn Y. K. et al. The importance of landmarks by transcutaneous laryngeal ultrasonography in post-thyroidectomy vocal cord assessment. *Surgery.* 2014;156(6):1590–6; discussion 1596. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2014.08.061>
21. Fukuhara T., Donishi R., Matsuda E. et al. A Novel Lateral Approach to the Assessment of Vocal Cord Movement by Ultrasonography. *World J Surg.* 2018;42(1):130–136. <https://doi.org/10.1007/s00268-017-4151-z>
22. Da Costa B. O. I., Rodrigues D. S. B., Santos A. S. et al. Transcutaneous Laryngeal Ultrasonography for the Assessment of Laryngeal Function After Thyroidectomy: A Review. *Ear Nose Throat J.* 2021;100(6):439–446. <https://doi.org/10.1177/0145561319870487>
23. Куприн А. А., Малюга В. Ю., Бритвин Т. А., Абуладзе И. О. Экстраларингеальные варианты возвратного гортанного нерва. Серия наблюдений на аутопсийном материале. *Эндокринная хирургия.* 2020;14(4):4–18. <https://doi.org/10.14341/serg12706>
Kuprin A. A., Malyuga V. Y., Britvin T. A., Abuladze I. O. Extralaryngeal branching of the recurrent laryngeal nerve. Autopsy case series. *Endocrine Surgery.* 2020;14(4):4–18. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/serg12706>

Информация об авторах

✉ **Куприн Александр Александрович** – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения хирургической эндокринологии, Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского (129110, Россия, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2); e-mail: kuprinlexandr@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5810-2999>; eLibrary SPIN: 7950-8820

Комарова Жанна Евгеньевна – ассистент кафедры оториноларингологии, Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского (129110, Россия, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2); e-mail: zhkomarova@icloud.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7683-7518>

Ветшева Наталья Николаевна – доктор медицинских наук, профессор кафедры ультразвуковой диагностики, Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования (123995, Россия, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1); e-mail: n.vetsheva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9017-9432>

Аргунова Елена Руслановна – врач-оториноларинголог отделения хирургической эндокринологии, Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского (129110, Россия, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2).

Малюга Наталия Сергеевна – врач ультразвуковой диагностики, Городская клиническая больница им. С. С. Юдина ДЗМ (115446, Россия, Москва, Коломенский пр-д, д. 4); e-mail: malugan@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0559-1308>

Information about authors

✉ **Aleksandr A. Kuprin** – MD Candidate, Department of Endocrine Surgery, Vladimirsky Moscow Regional Research and Clinical Institute (61/2, Schepkina str., Moscow, Russia, 129110); e-mail: kuprinlexandr@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5810-2999>; eLibrary SPIN: 7950-8820

Zhanna E. Komarova – Assistant Department of Otorhinolaryngology, Vladimirsky Moscow Regional Research and Clinical Institute (61/2, Schepkina str., Moscow, Russia, 129110); e-mail: zhkomarova@icloud.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7683-7518>

Natal'ya N. Vetsheva – MD, Professor Department of Ultrasound Diagnostics, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education (2/1, Barricadnaya str., Moscow, Russia, 123995); e-mail: n.vetsheva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9017-9432>

Elena R. Argunova – Otorhinolaryngologist Department of Endocrine Surgery, Vladimirsky Moscow Regional Research and Clinical Institute (61/2, Schepkina str., Moscow, Russia, 129110)

Nataliya S. Malyuga – Ultrasound Diagnostics Doctor, Yudin City Clinical Hospital of Moscow Department of Health (4, pr. Kolomenskiy, Moscow, Russia, 115446); e-mail: malugan@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0559-1308>

Статья поступила 14.06.2022

Принята в печать 27.07.2022