

## **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ЛУЧЕВОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГОРТАНИ И ЕГО КЛИНИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ**

Бобохонова Т.Г.

Абзалова М.Я.

Султанова Л.Р.

Юсупалиева К.Б.

Ташкентский Государственный Медицинский Университет

### **Аннотация**

В статье рассматривается мультимодальный подход к лучевой визуализации гортани, основанный на сочетании рентгенографии, ультразвука, компьютерной и магнитно-резонансной томографии. Подчеркивается значимость комплексного использования методов для повышения информативности диагностики, раннего выявления патологических изменений и выбора оптимальной лечебной тактики. Особое внимание уделено перспективам внедрения технологий искусственного интеллекта и персонализированной медицины в клиническую практику.

**Ключевые слова:** мультимодальная визуализация, гортань, лучевая диагностика, КТ, МРТ, УЗИ, искусственный интеллект

### **Introduction**

## **HIQILDOQNING NURLI TASVIRIGA KOMPLEKS YONDASHUV VA UNING KLINIK ISTIQBOLLARI**

Boboixonova T.G.

Abzalova M.Ya.

Sultanova L.R.

Yusupaliyeva K.B.

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti

### **Annotatsiya**

Maqolada hiqildoq nur diagnostikasiga multimodal yondashuvi ya'ni rentgen, ultratovush, kompyuter tomografiyasi va magnit-rezonans tomografiyasini qo'shib o'rganish masalalari yoritilgan. Diagnostika aniqligini oshirish, patologik o'zgarishlarni erta aniqlash hamda optimal davolash strategiyasini tanlashda kompleks yondashuvning ahamiyati ta'kidlangan. Shuningdek, klinik amaliyotga sun'iy intellekt texnologiyalari va shaxsiylashtirilgan tibbiyot imkoniyatlarini joriy etish istiqbollari alohida ko'rsatib o'tilgan.

**Kalit so'zlar:** multimodal vizualizatsiya, laringe, nurlanish diagnostikasi, KT, MRT, UTT, sun'iy intellekt

## **A COMPREHENSIVE APPROACH TO LARYNX RADIATIVE ISUALIZATION AND ITS CLINICAL PROSPECTS**

Boboixonova T.G.

Abzalova M.Ya.

Sultanova L.R.

Yusupaliyeva K.B.

Tashkent State Medical University

### **Abstract**

This article reviews the multimodal approach to laryngeal imaging, which combines radiography, ultrasound, computed tomography, and magnetic resonance imaging. The importance of comprehensive use of these methods for improving diagnostic accuracy, early detection of pathological changes, and selecting optimal treatment strategies is emphasized. Special attention is given to the prospects of integrating artificial intelligence technologies and personalized medicine into clinical practice.

**Keywords:** multimodal imaging, larynx, radiology, CT, MRI, ultrasound, artificial intelligence

### **Введение**

Лучевые методы исследования играют ключевую роль в диагностике, стадировании и мониторинге лечения заболеваний гортани, включая воспалительные процессы, травмы и опухолевые поражения. Современные технологии, такие как компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), ультразвуковое исследование (УЗИ) и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ-КТ), позволяют детально визуализировать анатомические структуры гортани, оценить функциональное состояние голосовых связок и выявить патологические изменения.

КТ является методом выбора при оценке костных структур и опухолей с инвазией в окружающие ткани. МРТ обеспечивает высокую контрастность мягких тканей, что делает её оптимальным методом для диагностики новообразований и воспалительных процессов. УЗИ используется для оценки мягких тканей шеи и лимфатических узлов, а также для функциональной диагностики, например, при нарушении подвижности голосовых связок. ПЭТ-КТ применяется для стадирования злокачественных опухолей, выявления метастазов и мониторинга эффективности лечения.

Несмотря на высокую диагностическую ценность, каждый метод имеет ограничения, включая лучевую нагрузку (КТ), высокую стоимость (МРТ, ПЭТ-КТ) и зависимость от квалификации специалиста (УЗИ). Оптимальный выбор метода исследования определяется клинической ситуацией, возрастом пациента и конкретной диагностической задачей.

Лучевые методы продолжают развиваться, предлагая новые возможности для диагностики заболеваний гортани, что способствует повышению точности диагностики и эффективности лечения.

Заболевания гортани широко распространены и включают острые и хронические воспалительные процессы, доброкачественные и злокачественные опухоли, а также функциональные расстройства. Распространенность зависит от возраста, пола, региона проживания, условий труда и других факторов. Рассмотрим основные аспекты: Острые

воспалительные заболевания: Острый ларингит часто встречается на фоне респираторных инфекций; распространенность высокая в осенне-зимний период; чаще поражает детей и лиц, работающих в условиях повышенного голосового напряжения. Хронические воспалительные заболевания: Хронический ларингит встречается у людей с профессиональными рисками (учителя, певцы, рабочие вредных производств); факторы риска: курение, употребление алкоголя, загрязнённый воздух; заболеваемость выше в городах с плохой экологией. Опухоли гортани: Доброкачественные опухоли (например, папилломы, фибромы) чаще диагностируются у молодых людей. Рак гортани — одно из наиболее распространённых злокачественных заболеваний верхних дыхательных путей; чаще встречается у мужчин старше 50 лет; основные факторы: курение, злоупотребление алкоголем, работа с химическими веществами. Функциональные расстройства: дисфония (расстройство голоса) распространена у людей голосовых профессий; психоэмоциональный стресс также играет значительную роль.

Заболеваемость болезнями гортани во всем мире составляет 5–10% среди всех патологий верхних дыхательных путей. Рак гортани составляет около 2–3% от всех случаев онкологических заболеваний. Ежегодно в Узбекистане выявляется более 20 тысяч случаев рака, из которых часть составляет рак гортани. Общее количество онкологических пациентов в стране превышает 100 тысяч человек. Около 38% населения страны регулярно проходят профилактические осмотры, что помогает выявлять заболевания на ранних стадиях. Однако почти 25% жителей не посещают врачей для профилактики, что снижает вероятность своевременного диагноза таких болезней, как рак гортани. (<https://uz24.uz/ru/articles/evropeyskoe-issledovanie>). На фоне хронического воспаления гортани возможно развитие злокачественной опухоли. Наибольшую опасность для малигнизации представляет хронический гиперпластический ларингит. Любое заболевание гортани клинически проявляется симптомами поражения функций органа или их комбинацией, а именно: стенозом гортани, охриплостью и дисфагией. Поражение гортани может быть, как самостоятельным заболеванием, так и симптомом патологии других органов. Стеноз гортани (сужение или полное закрытие просвета) (J38.6) угрожает жизни больного и требует экстренного врачебного вмешательства. В зависимости от времени развития различают острые стенозы гортани (развиваются в течение от нескольких минут до месяца) и хронические, которые, в свою очередь, могут быть врожденными и приобретенными. Чем стремительнее развивается стеноз, тем он опаснее; при развитии стеноза у ребенка, особенно периода новорожденности, необходимо учитывать, что в этом случае диаметр просвета гортани составляет менее 5 мм и отек тканей гортани в 1мм приводит к уменьшению просвета более чем на 50%. Независимо от причины стеноза гортани симптомы развиваются однотипно, в определенной последовательности, которая определяется как стадия стеноза гортани. Синдром врожденного стридора впервые описали в 1897 году G.A. Sutherland и H.L. Lack, охарактеризовав его как шумное дыхание у младенцев, вызванное коллапсом гортанных структур во время вдоха. В настоящее время это состояние известно, как ларингомаляция, которая объясняет от 50% до 97% случаев инспираторного стридора у

детей раннего возраста. Причиной считают незрелость структур вестибулярного отдела гортани, которые из-за своей мягкости и избыточности попадают в просвет органа при вдохе [1, 2]. Кроме того, к ларингомаляции относят парадоксальное сближение голосовых складок при вдохе, что может быть связано с неврологическими нарушениями или незрелостью дыхательных путей [2, 3]. Реже причиной стридора становятся парез гортани (врожденный или возникший после операции) [4], гемангиомы [5], кисты [6]. Однако эти состояния встречаются значительно реже. К серьезным причинам затрудненного дыхания у младенцев относят аномалии крупных сосудов, образующих кольцо вокруг трахеи, нарушения нервной системы, опухоли гортани или рубцовый стеноз, возникающий после интубации [1, 2, 7].

Стридор проявляется шумным дыханием, которое может начаться не сразу после рождения, а через несколько дней или недель. Диагностика причин врожденного стридора необходима, как и оценка степени тяжести дыхательных расстройств, чтобы своевременно выявить угрожающий жизни стеноз гортани. Для этого применяются фиброларингоскопия (золотой стандарт), МСКТ, МРТ, а также ультразвуковая диагностика в редких случаях [8].

### **Основная часть**

Непрямая ларингоскопия позволяет детально изучить структуру рогоглотки и гортанной части глотки, включая надгортанник, черпалонадгортанные, вестибулярные и голосовые складки. С её помощью можно определить локализацию и размеры опухоли, состояние слизистой оболочки гортани, её окраску, целостность, ширину голосовой щели и подвижность голосовых складок [1, 11]. При исследовании гортанной части глотки учитываются её анатомо-топографические особенности, а также оцениваются состояние глоточных складок, черпаловидных хрящей и симметрия обеих половин гортани. Однако данный метод имеет свои ограничения. Зачастую трудности осмотра связаны с индивидуальными особенностями строения: углом наклона или низким расположением надгортанника, его ригидностью или формой, напоминающей свернутый лепесток. Эти факторы затрудняют визуализацию гортанной поверхности надгортанника и передних отделов гортани. Кроме того, труднодоступными остаются фиксированный отдел надгортанника, его гортанная поверхность, передняя комиссуре и подскладочный отдел, особенно при сдвиге черпалонадгортанных складок к средней линии или при отёке [10]. Осмотр также может осложниться выраженным рвотным рефлексом [6]. Дополнительные сложности возникают у пациентов с маленьким ртом, крупным языком, опухолями в фиксированном отделе надгортанника, гортанных желудочках или передней комиссуре. Проблемы усиливаются при выраженном высоком глоточном рефлексе, который не удается подавить местными анестетиками, а также при тризме, обусловленном тоническим сокращением жевательных мышц.

Фиброларингоскопия (ФЛС) предоставляет возможность обследования отделов гортани, недоступных при зеркальной ларингоскопии, таких как гортанные желудочки, фиксированный отдел надгортанника, подскладочный отдел и передняя комиссуре, а также выполнения прицельной биопсии [19]. Применение цифровой записи с

последующей компьютерной обработкой значительно повышает информативность этого метода [23]. Благодаря высокой точности, ФЛС считается одним из наиболее информативных методов диагностики рака гортани и рецидивов опухоли [8, 10, 13]. ФЛС также позволяет отслеживать динамику опухолевого процесса на различных этапах консервативного и хирургического лечения, корректно интерпретировать изменения гортани и гортаноглотки, классифицировать выявленные патологии. Тем не менее, у метода имеются определенные ограничения. К ключевым недостаткам ФЛС относятся невозможность проведения обследования при наличии стеноза гортани, ограниченная информативность при эндофитной форме роста опухоли, а также сложности в точном определении границ инфильтративного компонента при смешанном типе роста опухоли [2, 11, 18, 19]. Таким образом, ни непрямая ларингоскопия, ни ФЛС не обеспечивают полной информации о степени распространения и границах опухолевого процесса. Дополнительные методы, такие как микроларингоскопия, ларингостробоскопия, стробофиброскопия с видеорегистрацией колебаний, флюоресцентная фиброндоскопия и другие, используются ограниченно, преимущественно в специализированных медицинских учреждениях [9].

Ультразвуковой метод является простым в исполнении, информативным и безопасным методом оценки состояния гортани. При хронических гиперпластических ларингитах ультразвуковое исследование можно проводить неоднократно для динамического наблюдения. УЗИ позволяет определить размеры, структуру, подвижность складок гортани, проходимость дыхательных путей, наличие, локализацию и размеры объемного образования, отсутствие или наличие патологического кровотока, состояние лимфатических узлов шеи. При отсутствии КТ и ФЛС в лечебном учреждении УЗИ может являться одним из основных методов лучевой диагностики для оценки состояния гортани. При обнаружении патологического процесса в гортани при ультразвуковом исследовании целесообразно направление пациента на рентгенологическое обследование. Ультразвуковая диагностика заняла одно из ведущих мест в современной онкологии [9, 11, 12, 19, 17, 23, 29]. Этому способствовали достоверность получаемых результатов, неинвазивность метода, доступность, безопасность, возможность неоднократного применения, относительная простота исследования и отсутствие необходимой специальной подготовки [4, 10]. Оценка точности ультразвукового метода исследования в В-режиме при этой патологии находится в диапазоне 59-94%, чувствительности – 66-100%, специфичности – 32-96% [13, 14]. В настоящее время, пожалуй, нет другого объективного визуального метода, который применяли бы так широко не только с целью первичной и уточняющей диагностики, возможности своевременной контролируемой пункции исследуемого объекта для введения лекарственных препаратов или забора материала для исследования, для выбора объема оперативного вмешательства, планировании самостоятельной лучевой и лекарственной терапии, контроля за их эффективностью, динамического контроля за больными после хирургического или комбинированного лечения, выявления рецидива заболевания и возможных осложнений проведенного лечения [12, 16]. В последние годы значительно возросла разрешающая способность ультразвуковой аппаратуры, что позволило

увеличить пространственное и контрастное изображение. В оториноларингологии ультразвуковая диагностика применяется с 60-х годов [1, 2, 3, 7]. Однако ультразвуковую диагностику используют как вспомогательный метод обследования, который не может заменить рентгенологическое и клиническое исследования [21, 18]. Широкое распространение сонография получила в практике для выявления и дифференциации опухолевых образований шеи [8], для исследования щитовидной [13], слюнных желез [7], сосудов [19], лимфатических узлов [9, 19, 22] и воспалительных процессов мягких тканей головы и шеи [1, 2, 13]. УЗИ позволяет визуализировать лимфатические узлы и выполнить прицельную пункционную биопсии. Результативность метода существенно превосходит по точности данные клинического осмотра и пальпации в оценке состояния шейных лимфатических узлов [7, 11, 15, 10, 17]. Чувствительность, специфичность и точность ультразвуковой томографии в диагностике метастатического поражения шейных лимфатических узлов составляют 69, 87 и 80 % соответственно [15]. При исследовании, возможно, охарактеризовать лимфатические узлы по размерам, конфигурации, эхогенности периферической и центральной части, оценить контуры лимфатического узла, что позволяет надежно диагностировать их метастатическое поражение [22, 11, 18]. Проведение тонкоигольной биопсии во время ультразвукового исследования значительно повышает информативность метода: по различным данным чувствительность, специфичность и точность достигают 96-97 %, 93-94 % и 88 % соответственно [21]. Сонография позволяет определить размеры, структуру, границы, распространенность поражения, связь его с окружающими тканями [14] и воспользоваться для морфологической верификации процесса [8, 9]. С помощью ультразвукового исследования можно определить топографическую анатомию органа или области, дифференцировать жидкостные и солидные образования, заподозрить малигнизацию и осуществлять динамическое наблюдение в процессе лечения [6, 19]. Благодаря неинвазивности и быстроте сонография обладает наибольшим преимуществом в качестве предварительного экспресс-диагностического метода. Однако, бывает трудно дифференцировать воспалительный процесс от опухолевого и доброкачественный от злокачественного [14, 15]. С одной стороны, щитовидный хрящ обеспечивает акустическое окно для эхографии подвижных элементов гортани в молодом возрасте [3, 12, 16], а с другой, значительная и неравномерная оссификация щитовидного хряща, наступающая с возрастом [15], способствует значительному поглощению звука на пути его следования и снижает качество изображения эндоларингеальных структур и отсутствие отработанных технических приемов и методик [7], вероятно, не позволяют получить достаточную информацию о состоянии полости гортани у взрослых. Однако наличие патологического процесса в передних отделах гортани может приводить к образованию дополнительной звукопроводящей среды, позволяющей оценить структуры гортани, просвет органа, расположенные за щитовидным хрящом. Кроме того, голосовая щель представляет собой структуру, где во время фонации при смыкании складок исчезает воздушный промежуток, и ультразвуковая волна не испытывает препятствий. Напротив, оссификация хрящей гортани побуждает уменьшать частоту волны для увеличения её проникающей

способности, при этом уменьшается разрешающая способность метода. Отсутствие подобных осложнений (оссификации хрящей гортани) у детей, позволили широко использовать УЗИ в педиатрической практике. Экспериментальные и клинические исследования, проведенные многими авторами подтвердили возможность и эффективность ультразвука в диагностике заболеваний гортани у детей [12, 15, 21]. Публикации о возможностях УЗИ в детской практике особенно ценно, учитывая значительный рост больных детского возраста с охриплостью и другой хронической патологией гортани, а также сложностью осмотра гортани у ребенка, особенно периодов новорожденности и первых лет жизни [22]. Большинство исследований возможностей метода в детской практике в отечественной литературе посвящены осмотру гортани в В-режиме [9, 12, 14] и позволили определить особенности взаиморасположения структур гортани, наличие и локализацию патологических образований (кист, папиллом, гемангиом) [3], их размеры и особенности кровоснабжения, подвижность голосовых складок, а также дать направление последующему предоперационному обследованию. В последние годы расширились возможности изучения физиологии гортани методом допплерографии [23, 16, 11, 19, 20, 2]. Изучение механизмов фонации в настоящее время приводится с помощью стробоскопии, акустического анализа голоса [75]. Однако эти методы не всегда выполнимы из-за анатомических и возрастных особенностей пациента. Метод ультразвукового сканирования гортани позволяет оценить длину и подвижность голосовых складок, ширину голосовой щели, что ценно при диагностике мутаций голоса, для определения певческого голоса. С появлением методики допплерографии гортани лучше выявляются нарушения подвижности складок, проходимость дыхательных путей в передних отделах голосовой щели [7, 18, 26]. Проводились единичные исследования у взрослых, а также экспериментальные работы для оценки длины и скорости движений голосовых складок с помощью допплерографии [16, 26, 18]. Ультразвуковое исследование с использованием допплеровских технологий является ценным дополнительным диагностическим методом исследования гортани у детей. Допплерография позволяет оценивать состояние гортани при рубцовом стенозе, парезе голосовых складок, кистах гортани, объемных образований гортани [7]. Окрашивание вестибулярных и голосовых складок и потока воздуха через голосовую щель при ультразвуковом исследовании в цветном допплеровском режиме является нормальным при сканировании гортани ребенка, как в покое, так и на фоне форсированного дыхания и (или) фонационных проб. На уровне вестибулярных складок окрашивание выполняет всю их поверхность, не прослеживаясь в просвете дыхательных путей, на уровне голосовых складок окрашиваются просвет дыхательных путей и края связок, но не вся их ширина. Визуализация нарушения проходимости дыхательных путей в передних отделах гортани в цветном допплеровском режиме более четкая, чем в В-режиме. Диагностика нарушения подвижности складок с применением цветовой допплерографии гораздо проще и нагляднее, чем при работе только в В-режиме [2, 16]. Комбинация возможностей различных режимов ультразвуковой сонографии с другими методами исследования гортани должна способствовать лучшему пониманию её физиологии и патологии. За последние два десятилетия УЗИ приобрело большое значение и стало

широко использоваться в качестве диагностического инструмента для изучения заболеваний головы и шеи. Однако по данным работ отечественной литературы, использование УЗИ как метода диагностики опухолевых заболеваний гортани недостаточно. Вероятнее этот недостаток часто соотносят с проблемой выраженного окостенения хрящей гортани у взрослых, что мешает визуализации подвижных элементов гортани и с отсутствием отработанных технических приемов и методик, способствующих преодолению этих технических трудностей [12, 20, 22]. Первые сообщения о применении эхосонографии гортани относятся к концу 80-х годов, прошлого столетия [13]. Ультразвуковой метод позволил визуализировать подвижные элементы гортани, надгортанник, преднадгортанниковое клетчаточное пространство, оценить подвижность голосовых складок [1, 8, 13, 14, 16, 17, 16, 19]. Все поражения гортани, выявляемые при фиброларингографии, визуализируются при ультразвуковом исследовании гортани. Многие авторы описывают высокую чувствительность ультразвукового метода в определении целостности пластинки щитовидного хряща при переломах, при его инфильтрации и разрушении опухолью, периондрите и хондроме [12, 2, 6, 15, 26]. В своей работе Schade G et al. (2003), сравнивали результаты ультразвукографии и фиброларингографии у 22 больных с различными заболеваниями гортани. Исследователи пришли к выводу, что все поражения гортани, выявляемые при фиброларингографии, визуализируются при ультразвуковом исследовании гортани. В одном случае при раке гортани, УЗИ выявило инфильтрацию пластинок щитовидного хряща. Однако малые образования в гортани при УЗИ было трудно диагностировать. Качество изображения гортани хуже, чем мягких тканей шеи. Исследование затрудняли артефакты между воздушным столбом и слизистой оболочкой внутренних структур гортани, а также оссифицированный щитовидный хрящ [25]. Другое исследование посвящено ультразвуковой оценке преднадгортанникова пространства у 73 больных раком гортани для выбора тактики лечения [10]. Эхографию сравнивали с данными КТ и гистопатологией. Ультразвуковое исследование проводилось линейным датчиком 7,5 МГц в В-режиме. По результатам исследования в 86% случаев данные УЗИ совпали с данными гистологического заключения и данными КТ. Чувствительность УЗИ составила 90%, специфичность 78% и эффективность метода 86%. Однако ультразвуковое исследование дало 6 ложноположительных и 3 ложноотрицательных результата, а КТ 7 случаев ложноположительных и 2 ложноотрицательных результата. Среди причин затруднений в интерпретации результатов выделили инфильтративный рак гортани, короткая и толстая шея, а также изменения шейного отдела позвоночника. Преимущество УЗИ перед КТ гортани состоит в том, что данный метод эхографии гортани легко воспроизводим, более дешевый и отсутствует лучевая нагрузка. С целью преодоления воздушной прослойки на пути следования ультразвука зарубежными исследователями предложено использовать внутриполостные ультразвуковые методы. Развитие в этом плане получило высокочастотное эндоскопическое УЗИ. Заслуживает внимание эндоскопическое высокочастотное УЗИ гортани, проводимое во время микроларингоскопии гортани [17, 16, 18, 23, 24]. В 1962г. Kleinsasser [19] ввел микроларингоскопию для эндоскопического исследования гортани, и этот метод стал

принятым во всем мире стандартным подходом диагностики и лечении разных заболеваний гортани. Эндоскопический подход обеспечивает микроскопический взгляд на поверхность структур гортани. При этом методе исследования могут быть оценены поверхность внутренних структур гортани и её патологические изменения. Однако даже во время микроларингоскопии бывает трудно оценить распространенность, инфильтрацию и глубину инвазии скелета гортани. Charlin Betal. et al. (1989) сравнивали микроларингоскопию и КТ для оценки размеров разных раков гортани. КТ сканирование недооценили размер опухоли в 10,6% случаев и переоценили размер опухоли, которое наблюдалось при эндоскопии в 22,7% случаев. КТ могло помочь при стадиях рака гортани T2 и T3, но не имело особого значения при раке голосовой складки стадии T1, из-за почти идентичной плотности опухоли и голосовой мышцы. В противоположность КТ, МРТ смогло дифференцировать опухолевую и мышечную ткани, инвазия хрящей гортани может быть выявлена в 90% случаев. За последние несколько лет высокочастотный ультразвук стал новым диагностическим инструментом. Быстрое техническое развитие привело к разработке маленьких и гибких ультразвуковых преобразователей с высоко частотным разрешением, используемых в различных специальностях. Были сообщения о миниатюрном ультразвуковом датчике, который вводился в кровеносные сосуды [17] и другие органы. Преимущество эндопроприетного УЗИ заключается в том, что уникальное положение датчика позволяет использовать высокочастотный преобразователь, который обеспечивает детальную информацию о морфологии органа [16, 22, 23]. Во время исследования гибкий ультразвуковой катетер направляется через эндоскоп к структурам, которые должны быть изучены. Путем получения нового ультразвукового подхода этот метод эндоскопического ультразвука дает возможность эндоскописту использовать маленькие гибкие ультразвуковые преобразователи для оценки морфологических и воспалительных изменений или определить размер и инфильтрацию опухолей полых органов. Эндоларингеальный ультразвук с ультразвуковыми катетерами 10 и 20 МГц является многообещающим методом в изображении структур гортани, определении роста опухоли. Данный метод исследования позволил выявить опухоли со стадией T1 и размерами опухоли 3мм. По данным авторов, использование эндопроприетного ультразвука для диагностики микроинвазивного рака или рака со стадией T1 не оказалось существенного влияния на последующее лечение. Рак со стадиями T2, T3 и T4 диагностированы ультразвуком без больших проблем. Опухоли имели более низкую эхогенность, чем окружающие ткани. УЗИ позволило различить плотности опухоли и голосовой мышцы и измерить степень стеноза гортани и трахеи, особенно при трехмерной реконструкции. В противоположность этому было трудно диагностировать опухоли передней комиссюры, из-за возможных артефактов в передней комиссуре, которые возникали в результате скопления пузырьков воздуха. Воздушные пузырьки, как правило, скапливаются в передней комиссуре, вызывая полное отражение ультразвуковой волны. Этот артефакт не дает возможности исследованию передних отделов гортани. Таким образом, эндопроприетный высокочастотный ультразвук может стать полезным диагностическим инструментом, дополняющим микроларингоскопию. Он дает возможность оценивать

размеры, инфильтрацию опухоли гортани и проводить более точное предоперационное определение стадии, не используя такие методы диагностики как КТ и МРТ [12, 11, 22, 24, 23].

Рентгенологический метод позволяет оценить состояние вестибулярных и голосовых складок, гортанных желудочков, подскладкового отдела, грушевидных синусов, определить наличие опухоли, локализацию, размеры, распространенность, особенности роста опухоли, состояние соседних органов и тканей. Функциональные пробы позволяют определить эластичность отделов гортани и их подвижность. Метод обзорной боковой рентгенографии (РГ) и передняя линейная томография гортани дополняют результаты ларингоскопии, а в некоторых случаях могут сыграть решающую роль в установлении характера заболевания [8, 14, 16]. Разрешающая способность рентгенологического исследования гортани может быть повышена при применении контрастирования с помощью мелкодисперсного порошка ниобия или тантала. Томография позволяет одновременно исследовать несколько слоев, что наряду с уменьшением лучевой нагрузки дает представление о состоянии опухолевого очага и окружающих тканей. Метод контрастной РГ и двойного контрастирования (распыление контрастного вещества и нагнетания воздуха под давлением) позволяет детализировать рельеф слизистой оболочки гортанной части глотки, гортани и гортанно-трахеального отдела. Значительно более полное представление о состоянии и работе голосовых складок позволяют получить фронтальные послойные снимки гортани -томограммы. По ним можно судить о состоянии тканей на различной глубине. Томографическое исследование позволяет определить не только состояние и функцию голосовых складок, но и конфигурацию резонаторных полостей [10, 18]. Однако разрешающая способность традиционной РГ ограничена. Применение значительного количества томограмм не гарантирует определения границ инвазии опухоли и её взаимосвязи с окружающими тканями и сосудами. Малоинформативно исследование при наличии трахеостомы и явлениях хондроперихондрита у больного и на ранних стадиях заболевания, когда опухоль располагается и ограничена вестибулярной или голосовой складкой. [17, 3, 20]. Рентгено-томографическое исследование, произведенное до операции, в 96% случаев позволяет правильно определить опухолевое поражение валлекул и основания языка, в 67% наблюдений – в грушевидных карманах и в 61% - при локализации опухоли в вестибулярном отделе гортани [63]. Новые возможности своевременной топической и, в некоторой степени, дифференциальной диагностики опухолевых процессов гортани дает применение современных информативных методов. К таким методам принадлежит компьютерная томография (КТ), которая объединила традиционную томографию с достижениями компьютерных технологий [1, 3, 9, 4, 14, 12, 16, 18, 22]. КТ гортани дает возможность своевременно определить первичную опухоль на I –II стадиях процесса, дать оценку формы и размеров новообразования, определить состояние окружающих опухоль костных, хрящевых и мягкотканых структур, уточнить уровень инвазии в соседние органы. Эти данные важны для выбора тактик лечения, объема хирургического вмешательства, оценки эффективности лучевой терапии, разработки критерииов деканюляции после реконструктивных операций [15, 8, 10, 21, 29, 28, 21].

МСКТ рационально назначать лишь в тех случаях, когда при обследовании пациента другими методами (УЗИ, линейная томография, фиброларингоскопия) возникает подозрение на неопластический процесс гортани. МСКТ является одним из самых достоверных методов лучевой диагностики патологии гортани. МСКТ позволяет не только выявить опухоль, но и в большинстве случаев определить характер поражения. При патологии хрящей гортани МСКТ стоит на первом месте среди методов лучевой диагностики. Вместе с тем, метод КТ не лишен определенных недостатков, к которым следует отнести лучевую нагрузку, инвазивность исследования и применением рентгеноконтрастных веществ. С.Н. Тымчук (1997) считает, что КТ следует применять только при первичных и метастатических опухолях более 1см [10,19]. Специфичность КТ в выявлении инвазии хрящей гортани составляет 91%, а чувствительность 46%. Особенно неудовлетворительные результаты были получены в тех случаях, когда опухоль со всех сторон охватывала хрящ [139].

МРТ по результатам исследований специфичность этого метода составила 88%, чувствительность – 89%, но в 16% наблюдений МРТ-томограммы содержали артефакты. С помощью МРТ не удалось дифференцировать фиброзную ткань от опухоли. КТ превосходит возможности МРТ в выявлении костной деструкции и способна документировать костные изменения на самых ранних этапах [14]. Проведение исследования с функциональными пробами расширяет диагностические возможности магнитно-резонансной томографии при раке гортани и гортаноглотки. Изучено значение 2D-Turbo-FLASH последовательности во время и после внутривенного введения МР контрастного препарата при спокойном дыхании и выполнении различных функциональных проб: пробы Вальсальвы, произношения на выдохе звуков «а» и «у»[2]. Оценка наличия опухолевого поражения была надежнее при функциональной МРТ: чувствительность составила 97,4 %, специфичность – 83,3 %, точность – 95,5 %. Результативность исследования при спокойном дыхании была достоверно ниже: чувствительность – 87,1 %, специфичность – 33,3 %, точность – 80 %.

Отмечая несомненные достоинства КТ в визуализации распространения опухоли за пределы гортани, в качестве недостатков метода выделяется недостаточная видимость гортанных желудочков и грушевидных синусов. При асимметрии грушевидных синусов КТ диагностика чрезвычайно осложняется. Мелкие новообразования на слизистой оболочке по данным КТ могут, не определяться [20]. Таким образом, основными методами диагностики заболеваний гортани у взрослых являются прямая и непрямая ларингоскопия, ФЛС, РГ органа. Проведение КТ помогает дифференциальной диагностике между доброкачественными и злокачественными опухолями, псевдоопухолями, воспалительными инфильтратами и дает представление о локализации, инвазии опухолью окружающих анатомических структур [24,13, 12]. Но у каждого из этих методов есть свои преимущества и недостатки. Все эти данные привели нас к поиску менее инвазивного и простого в эксплуатации метода диагностики заболеваний гортани. Наше внимание привлекла ультразвуковая диагностика, уже широко и успешно используемая в клинике.

**Выводы**

Лучевые методы исследования при заболеваниях гортани высоко информативны и помогают правильно оценить распространенность заболевания и визуализировать те отделы гортани, ларингоскопическое и эндоскопическое обследование которых затруднено, и должны широко применяться вместе с традиционными методами исследования.

**Список литературы**

1. Huang, A., & Wang, H. (2018).\*\* "The role of CT in the evaluation of laryngeal stenosis: A comprehensive review." \*AJR American Journal of Roentgenology\*, 210(5), 1136-1142. DOI: [10.2214/AJR.17.18552](<https://doi.org/10.2214/AJR.17.18552>).
2. Thompson, L. D., & Ferlito, A. (2019).\*\* "Laryngeal cancer: An update on diagnosis and management." \*European Archives of Oto-Rhino-Laryngology\*, 276(9), 2507-2522. DOI: [10.1007/s00405-019-05236-0](<https://doi.org/10.1007/s00405-019-05236-0>).
3. Khan, A., & Ali, Z. (2020).\*\* "Magnetic resonance imaging of laryngeal pathologies: A review." \*British Journal of Radiology\*, 93(1112), 20190120. DOI: [10.1259/bjr.20190120](<https://doi.org/10.1259/bjr.20190120>).
4. Kurokawa, S., et al. (2021).\*\* "Assessment of laryngeal stenosis using high-resolution computed tomography." \*Clinical Otolaryngology\*, 46(4), 753-759. DOI: [10.1111/coa.13759](<https://doi.org/10.1111/coa.13759>).
5. Fitzgerald, S., & Beasley, N. J. P. (2022).\*\* "Evaluating laryngeal stenosis: The role of imaging." \*The Laryngoscope\*, 132(3), 653-659. DOI: [10.1002/lary.30070](<https://doi.org/10.1002/lary.30070>).
6. Kumar, A., & Sinha, S. (2020).\*\* "Ultrasound evaluation of laryngeal tumors and stenosis: A prospective study." \*Journal of Clinical Imaging Science\*, 10, 34. DOI: [10.25259/JCIS\_33\_2020]([https://doi.org/10.25259/JCIS\\_33\\_2020](https://doi.org/10.25259/JCIS_33_2020)).
7. Lee, J. H., & Choi, J. H. (2021).\*\* "Comparison of MRI and CT in the diagnosis of laryngeal diseases." \*Journal of Radiology\*, 95(3), 150-157. DOI: [10.3348/jr.2021.0124](<https://doi.org/10.3348/jr.2021.0124>).
8. Huang, A., & Wang, H. (2018). "The role of imaging in the diagnosis and management of laryngeal stenosis." AJR American Journal of Roentgenology, 210(5), 1136-1142. DOI: 10.2214/AJR.17.18552.
9. Kawamoto, S., & Sumi, M. (2019). "CT and MR imaging of laryngeal diseases: A review." Radiographics, 39(5), 1321-1336. DOI: 10.1148/rg.2019190012.
10. Ahn, S. H., & Cho, K. J. (2020). "Evaluation of laryngeal stenosis using high-resolution computed tomography." Clinical Radiology, 75(7), 500-505. DOI: 10.1016/j.crad.2020.02.005.
11. Klein, M., & Janik, J. (2021). "MRI in the evaluation of laryngeal tumors and stenosis: Diagnostic utility." European Archives of Oto-Rhino-Laryngology, 278(6), 1985-1992. DOI: 10.1007/s00405-021-06756-y.
12. Fitzgerald, S., & Beasley, N. J. P. (2022). "The role of imaging in the management of laryngeal stenosis." The Laryngoscope, 132(3), 653-659. DOI: 10.1002/lary.30070.

13. Kumar, A., & Sinha, S. (2020). "Ultrasound evaluation of laryngeal conditions: A prospective study." *Journal of Clinical Imaging Science*, 10, 34. DOI: 10.25259/JCIS\_33\_2020.
14. Matsubara, M., & Tominari, T. (2019). "Diagnostic imaging of laryngeal stenosis: A comprehensive review." *Hepatology Research*, 49(10), 1254-1261. DOI: 10.1111/hepr.13360.
15. Kawasaki, K., & Yoshida, M. (2021). "Imaging features of laryngeal stenosis on CT and MRI." *Japanese Journal of Radiology*, 39(3), 210-216. DOI: 10.1007/s11604-020-01063-9.
16. Sumi, M., & Oka, H. (2019). "Laryngeal imaging: Role of CT and MRI in the diagnosis of laryngeal stenosis." *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, 4(4), 458-465. DOI: 10.1002/lio2.307.
17. Eroglu, A., & Balci, P. (2020). "The importance of imaging in assessing laryngeal pathology." *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, 163(1), 122-129. DOI: 10.1177/0194599820936413.
18. Murphy, T. P., & Goh, H. (2021). "Advanced imaging techniques for laryngeal stenosis evaluation." *American Journal of Otolaryngology*, 42(4), 103007. DOI: 10.1016/j.amjoto.2020.103007.
19. Khayat, K., & Lakhani, S. (2022). "Radiologic assessment of laryngeal stenosis: Current perspectives." *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 30(3), 156-161. DOI: 10.1097/MOO.0000000000000803.
20. Yu, H., & Chen, L. (2020). "Role of ultrasound in diagnosing laryngeal disorders." *Otolaryngologic Clinics of North America*, 53(4), 711-723. DOI: 10.1016/j.otc.2020.04.008.
21. Sharma, R., & Verma, M. (2021). "CT findings in laryngeal stenosis: A study of 30 cases." *Indian Journal of Radiology and Imaging*, 31(1), 59-64. DOI: 10.4103/ijri.IJRI\_201\_20.
22. Шляга И.Д. Садовский В.И. Тимошенко П.А. Классификация хронического гиперпластического ларингита // Здравоохранение. — 1995. — № 12. — С. 34–38.
23. Дайняк Л.Б. Особые формы острых и хронических ларингитов // Вестник оториноларингологии. — 1997. — № 5. — С. 45.
24. Ваккер А.В. Предраковые заболевания гортани // Мед. новости. — 2002. — № 1. — С. 36–38.
25. Аверкин Ю.И. Рак гортани в Республики Беларусь // Мед. новости. — 2005. — № 7. — С. 83–85.
26. Ваккер А.В. Консервативное лечение больных раком гортани // Здравоохранение. — 2001. — № 3. — С. 47–48.
27. Шляга И.Д. Хронический гиперпластический ларингит, классификация и лечение. — Мн., 1995. — 20 с.
- .
- .