

В.А.Чернышев

An ultrasound image of a respiratory tract, likely a bronchus, showing internal structures and air-filled spaces. A small, dark, rectangular device with a screen and buttons is overlaid on the image, possibly representing a medical device or a specific anatomical feature.

ОБЗОР
УЗИ верхних
дыхательных
путей в
анестезиологии
2023

1. ВВЕДЕНИЕ

Ультразвуковое исследование (УЗИ) становится повседневной практикой для анестезиологов и intensivистов (сосудистый доступ, исследование по протоколам экстренной помощи, регионарная анестезия). УЗИ все еще недостаточно используется для управления дыхательными путями.

Цель данного обзора - дать возможность анестезиологам и intensivистам понять преимущества УЗИ в области управления дыхательными путями и побудить их к обучению и использованию УЗИ в этой специфической области.

УЗИ дыхательных путей (дыхательных путей, легких и плевры) - это новая глава в анестезии и интенсивной терапии. УЗДГ для управления дыхательными путями сегодня уже стало неотъемлемым техническим навыком для анестезиологов и intensivистов.

УЗИ дыхательных путей при анестезии и интенсивной терапии может помочь ответить как минимум на 10 вопросов:

1. Может ли УЗИ помочь узнать, существует ли риск трудного доступа к дыхательным путям?
2. Может ли УЗИ помочь определить, какой размер эндотрахеальной трубки следует выбрать?
3. Может ли УЗИ помочь узнать, находится ли эндотрахеальная трубка в трахеи?
4. Может ли УЗИ помочь узнать, правильно ли вентилируется пациент?
5. Может ли УЗИ объяснить интраоперационную проблему с вентиляцией?
6. Может ли УЗИ улучшить выполнение трахеостомии или крикотиротомии?
7. Может ли УЗИ помочь при блокаде нервов при интубации в сознании?
8. Может ли УЗИ помочь в прогнозировании успешной экстубации?
9. Может ли УЗИ помочь в решении присутствия синдрома апноэ?
10. Может ли УЗИ помочь определить, существует ли риск трудной интубации?

Трудная или неудачная интубация является основным осложнением пациентов в анестезиологии. Несмотря на множество предложенных критериев или оценок, неожиданная трудная интубация трахеи остается неординарной ситуацией, угрожающей жизни. УЗИ-скрининг на предмет затрудненной ларингоскопии или интубации трахеи проводится неинвазивно и быстро (3 мин), во время оценки перед анестезией, у постели пациента или даже в операционной непосредственно перед индукцией анестезии. УЗИ предлагает различные и новые критерии для оценки трудных дыхательных путей. Добавление этих критериев к стандартной оценке может улучшить стратегию ведения пациентов с трудными дыхательными путями.

2. ОПИСАТЕЛЬНАЯ АНАТОМИЯ

Для полного исследования дыхательных путей требуются различные датчики. Высокочастотный линейный датчик (5-14 МГц) исследует поверхностные структуры (подъязычная кость, трахея и т.д.); Низкочастотный конвексный датчик (2-5 МГц) адаптирован для нелинейных (язык) или глубоких (желудок) структур, а для легких может потребоваться кардиологический (секторальный или микроконвексный, 4-10 МГц) датчик. В педиатрии может быть полезен небольшой высокочастотный датчик («клюшка», 12-18 МГц).

Важными структурами дыхательных путей, которые можно визуализировать с помощью ультразвука, являются: язык, подъязычная кость, надгортанник, щитоподъязычная мембрана, щитовидный хрящ, крикотиреоидная мембрана, перстневидный хрящ, трахея и пищевод.

Техника сканирования дыхательных путей заключается в разделении структур верхних дыхательных путей на надгиоидную и подгиоидную зоны. Стандартного линейного высокочастотного датчика (13-6 МГц) достаточно для сканирования подгиоидных структур дыхательных путей, а низкочастотный конвексный датчик (3-8 МГц) больше подходит для исследования языка и более глубоких структур.



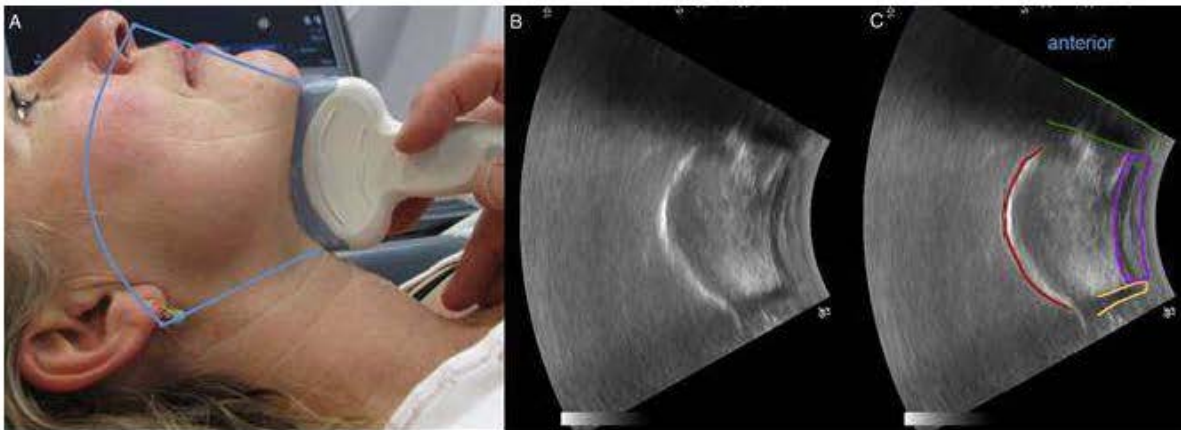
Анатомия шеи передний вид (А) и боковой вид (В), важные структуры дыхательных путей.

3. ЯЗЫК

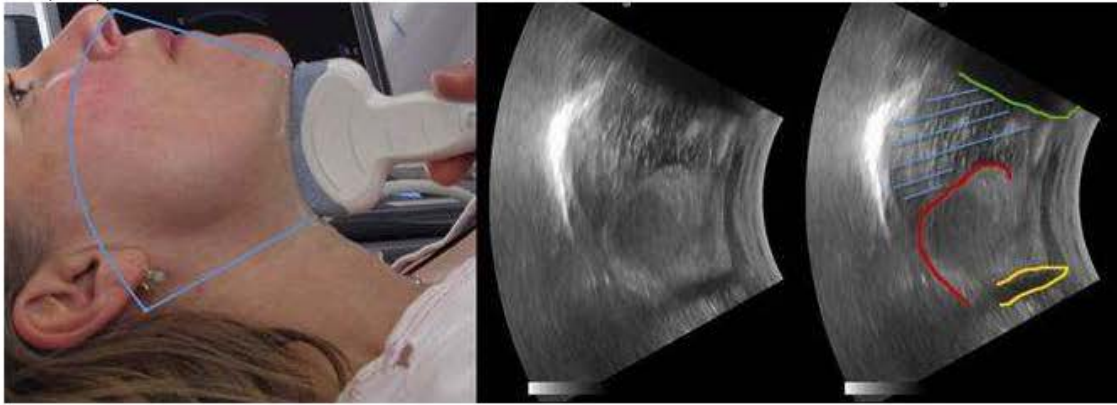
- Твердое небо визуализируется только тогда, когда язык находится в контакте с ним. Если нет контакта языка с нёбом (воздух между языком и твердым нёбом) то визуализация неба невозможна. Применение в анестезиологии и интенсивной терапии ограничено исследованием приобретенных или врожденных костных аномалий, особенно у детей.
- Язык исследуется от кончика до основания у подъязычной кости, можно измерить его ширину и толщину. Цветная доплерография помогает визуализировать язычные артерии (линейный датчик, субментальное, корональное сканирование).



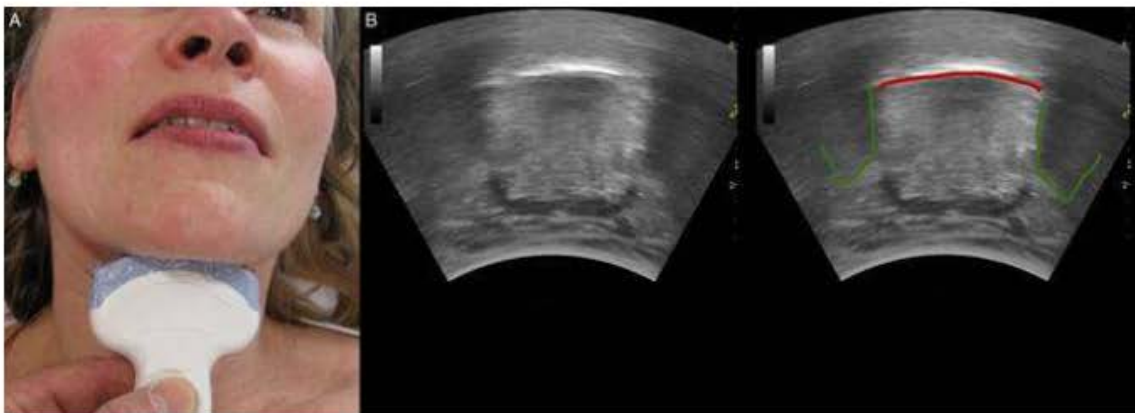
Сагиттальный вид надъязычных структур с помощью низкочастотного датчика, установленного в подчелюстной области за подбородочным выступом.



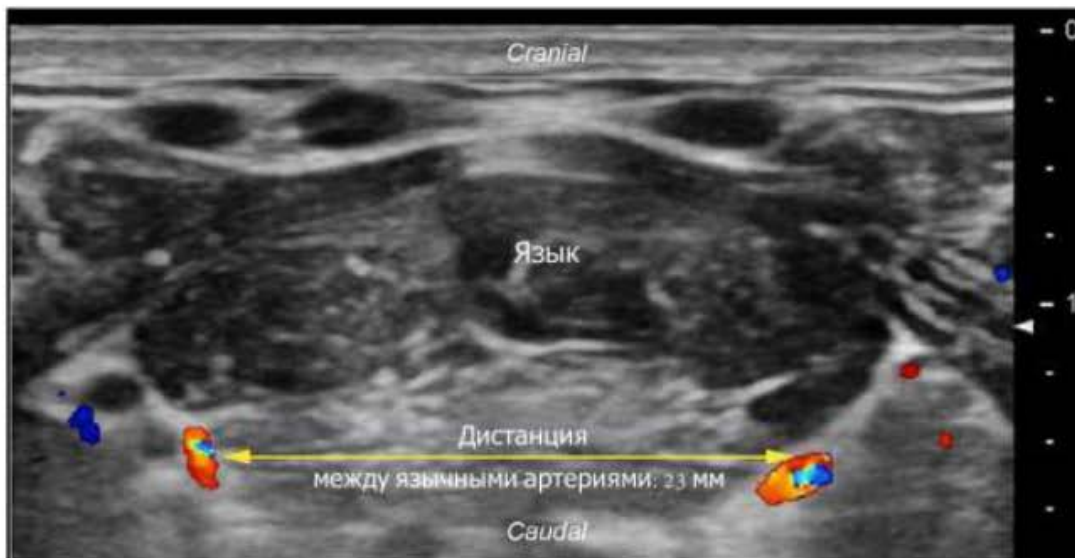
(А) Конвексный датчик. (В) Полученное ультразвуковое изображение. (С) Тень от подбородочного бугра нижней челюсти (зеленый маркер). Мышцы в области преддверия рта (фиолетовый маркер). Тень от подъязычной кости (светло-оранжевый маркер). Дорсальная поверхность языка (красный маркер). (From Kristensen MS. Ultrasonography in the management of the airway. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011;55:1155–1173.)



Язык и ротовая полость наполненная водой. Тень от подбородочного бугра нижней челюсти (зеленая). Тень от подъязычной кости (светло-оранжевый маркер). Дорсальная поверхность языка (красный маркер). Вода в полости рта (синие линии). Большая белая линия представляет собой эхо от твердого нёба. (From Kristensen MS. Ultrasonography in the management of the airway. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011;55:1155–1173.)



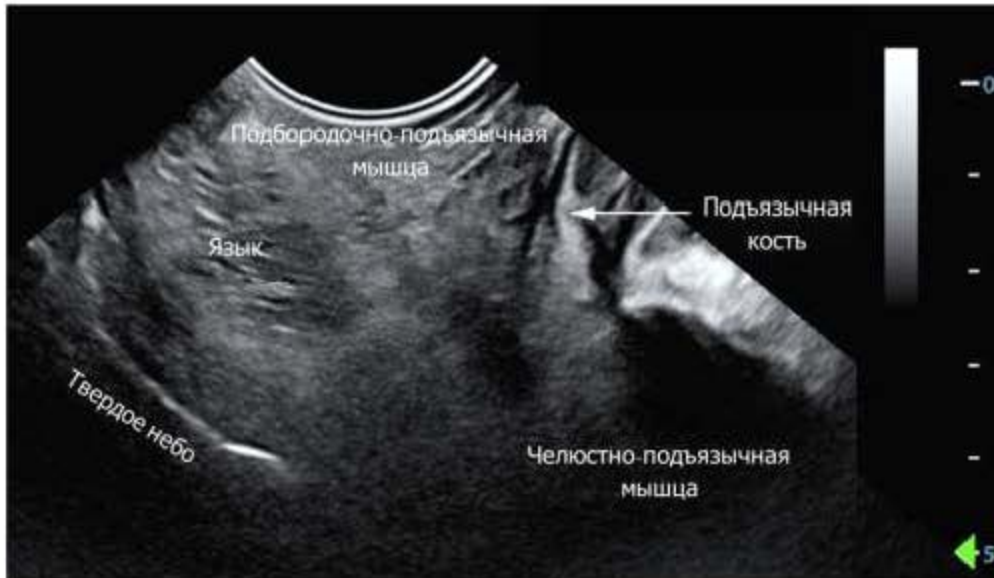
(А) Поперечное сканирование полости рта и языка. (В) Дорсальная поверхность языка (красный маркер). Тени от нижней челюсти (зеленые маркеры). (From Kristensen MS. Ultrasonography in the management of the airway. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011;55:1155–1173.)



Язык и язычные артерии. Поперечное сканирование дна полости рта (линейный датчик). Язык визуализируется в плоскости, проходящей через язычные артерии (цветной доплер). Этот ориентир позволяет провести сравнительные измерения расстояния между язычными артериями. Если

расстояние между двумя языковыми артериями превышает 28 мм, высока вероятность синдрома сонного апноэ и трудной интубации.

Использование микроконвексного датчика сублингвально (между дном полости рта и языком) позволяет визуализировать язык, челюстно-подъязычная мышца (mylohyoid muscle) и подбородочно-подъязычная мышцы (geniohyoid muscles) и подъязычную кость.

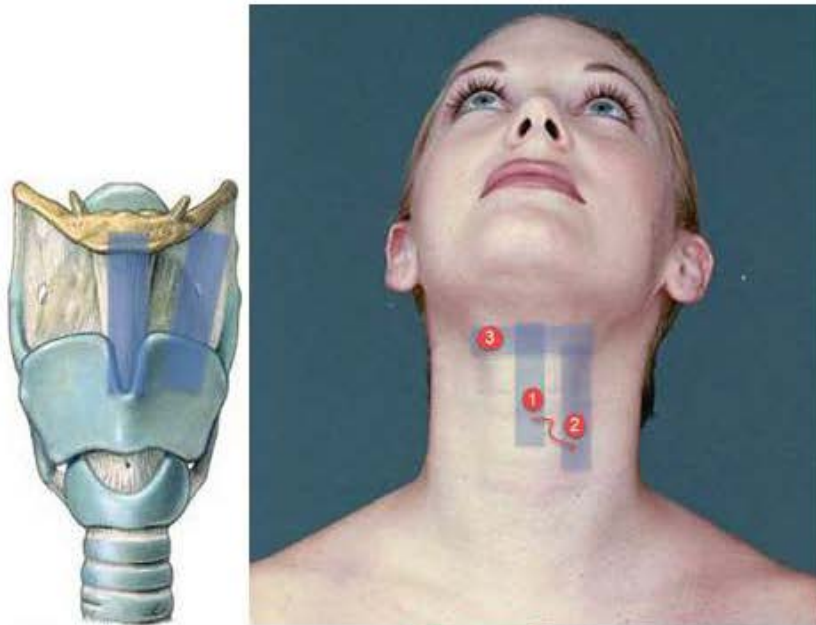


Сублингвальный вид языка.

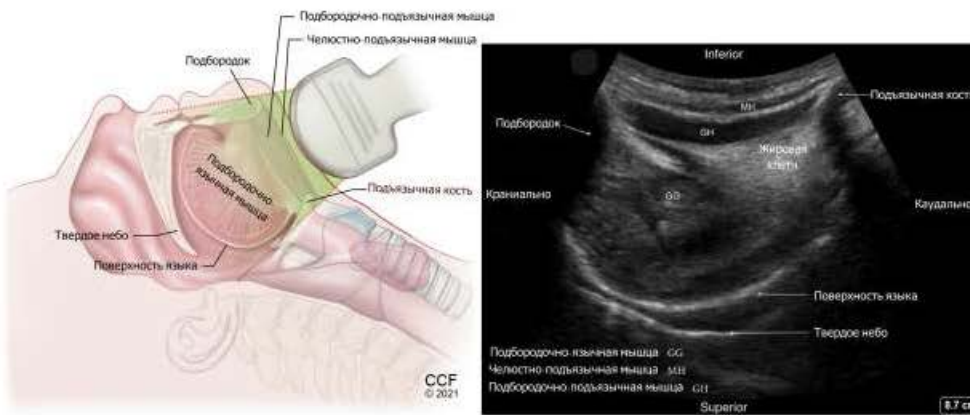
Сагиттальное сканирование языка и дна полости рта (микроконвексный датчик помещается между языком и дном полости рта). При таком сканировании определяются язык, твёрдое небо, подъязычная кость и челюстно-подъязычная (mylohyoid muscle), подбородочно-подъязычная мышцы (geniohyoid muscles) (дно полости рта). Неспособность визуализировать подъязычную кость при таком сканировании является прогностическим признаком трудной интубации.

4. ПОДЪЯЗЫЧНАЯ КОСТЬ

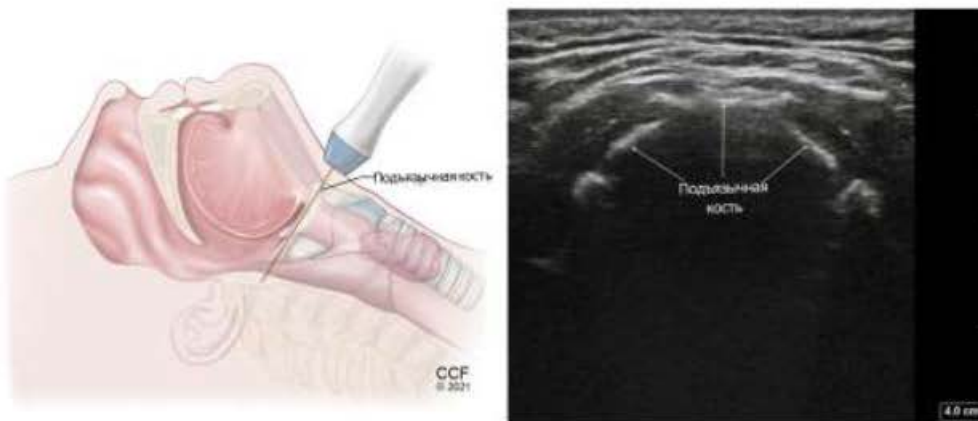
Подъязычная кость, срединная структура которая не сочленяется с другими костями и разделяет верхние дыхательные пути на две области - надгидную и подгидную. На УЗИ легко определяется как костная структура с задней акустической тенью. Это ключевой ориентир находится впереди надгортанника и выше края щитовидного хряща, в самой краниальной части гортани.



НВ подъязычная кость, ТНМ щитоподъязычная мембрана, SM ременная мышца, ТС щитовидный хрящ, PES пространство перед надгортанником (жировая клетчатка).



Сагиттальный вид надъязычных структур с помощью низкочастотного датчика, установленного в подчелюстной области за подбородочным бугром.



Поперечное сканирование подъязычной кости высокочастотным линейным датчиком расположенным над подъязычной костью.

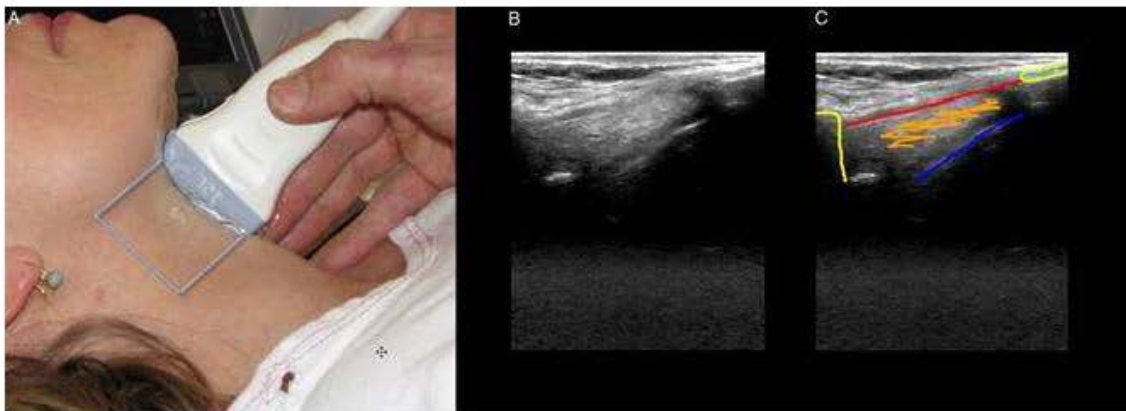


Подъязычная кость. Подъязычная кость при поперечном сканировании (стрелки, линейный датчик). Характерная U-образная форма, задняя тень и повторяющиеся артефакты (равноудаленные с прогрессирующим затуханием) указывает на подъязычную кость. В редких случаях визуализируются

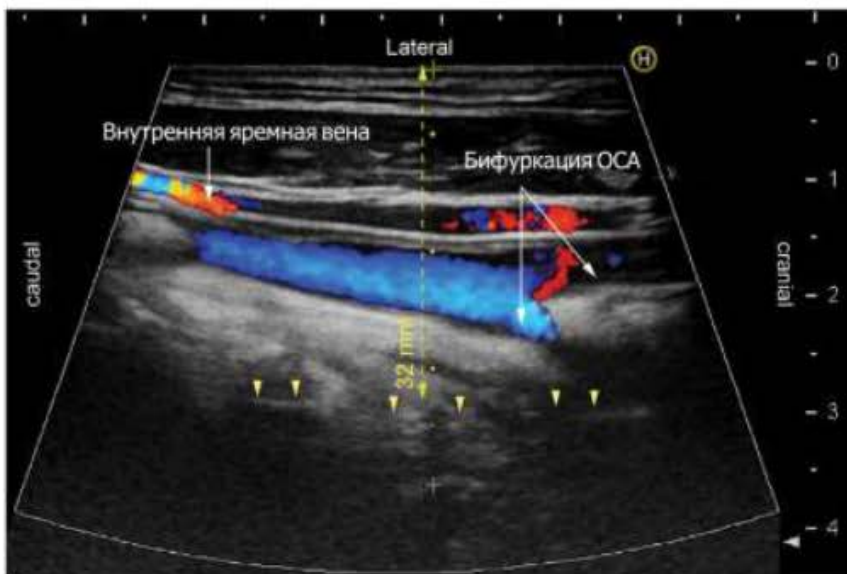
ветви верхнего гортанного нерва, расположенные латерально к большому рогу подъязычной кости. В этом случае возможна селективная блокада, если необходима.

5. РОТОГЛОТКА

Линейный датчик для исследования ротоглотки располагают вдоль медиальной поверхности шеи на одной линии с наружным слуховым проходом. Визуализируется бифуркация общей сонной артерии (выше) и парафарингеальное пространство (ниже). Гипофаринкс расположен между подъязычной костью и перстневидным хрящом кзади от надгортанника и крикотиреоидной мембраны. Поперечное ультразвуковое сканирование на этом уровне может визуализировать любые аномалии гипофарингеальной области, особенно опухолевые обструкции.



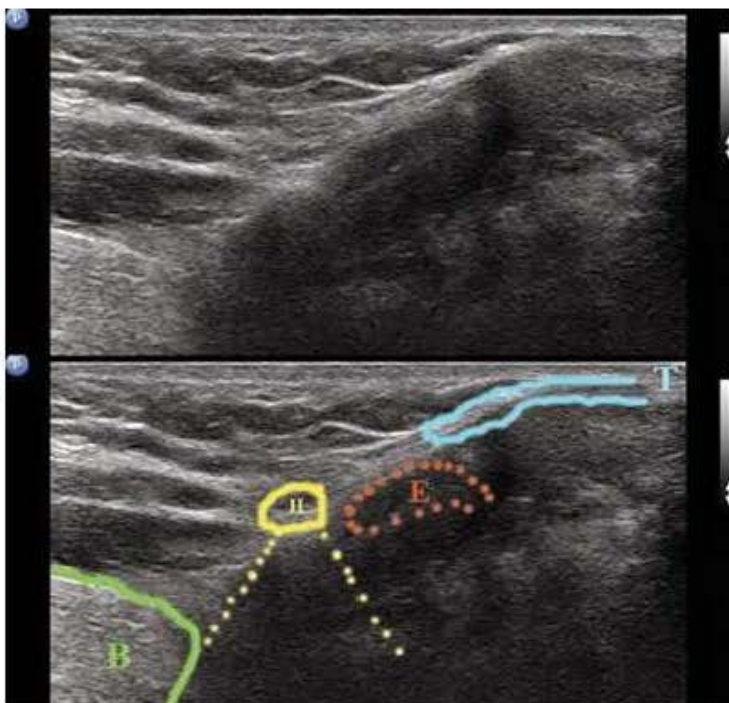
Сagitтальное сканирование по средней линии от подъязычной кости до проксимальной части щитовидного хряща. (А) Светло-голубой контур показывает область сканирования. (В) Изображение при сканировании. (С) Тень от подъязычной кости (желтый цвет). Щитоподъязычная (тиреоидная) мембрана (красный). Задняя поверхность части надгортанника (синий). Предэпиглоттическая жировая клетчатка (коричневый). Щитовидный хрящ (зеленый). (From Kristensen MS. Ultrasonography in the management of the airway. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2011;55:1155–1173.)



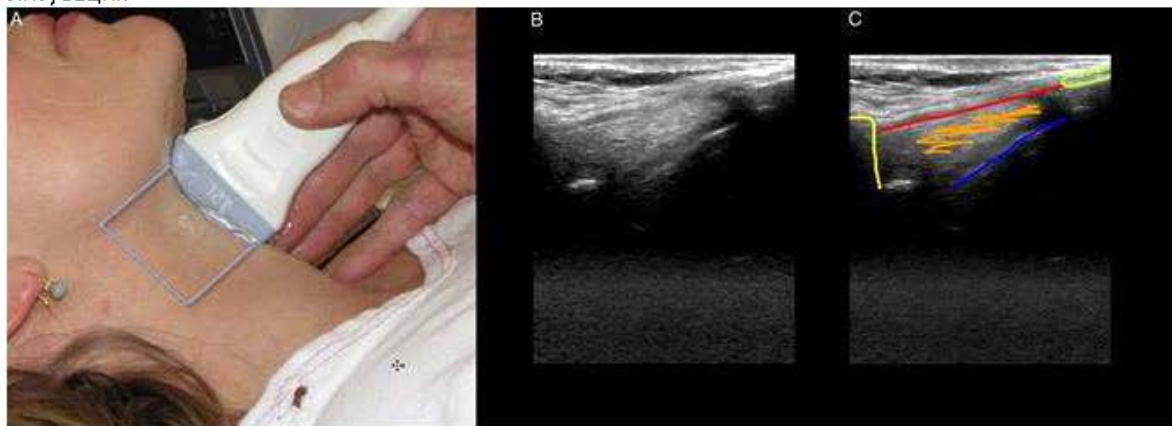
Латеральное парафарингеальное пространство и бифуркация общей сонной артерии (наружный слуховой проход) Измерение толщины латерального парафарингеального пространства проводится линейным датчиком, расположенным латерально в шейной области на одной линии с наружным слуховым проходом. Латеральный край гортани визуализируется как гиперэхогенная линия (стрелки). Расстояние между кожей и латеральной стенкой гортани является риском синдрома сонного апноэ (патологическое расстояние: 43 ± 7 мм; 32 мм на данном изображении), чем больше расстояние тем больше выраженность синдрома апноэ.

6. НАДГОРТАННИК

Надгортанник (надгортанный хрящ) - это подвижная хрящевая структура, расположенная на щитовидном хряще. Подъязычная кость проецируя свою акустическую тень на середину надгортанника, делит надгортанник на две части: надгортанную часть и подгортанную часть. Нижняя часть визуализируется в тиреоидном окне, кзади от щитоподъязычной мембраны. Спереди надгортанное пространство представляет собой жировую клетчатку, которую следует измерить при предоперационной оценке на предмет трудной интубации.

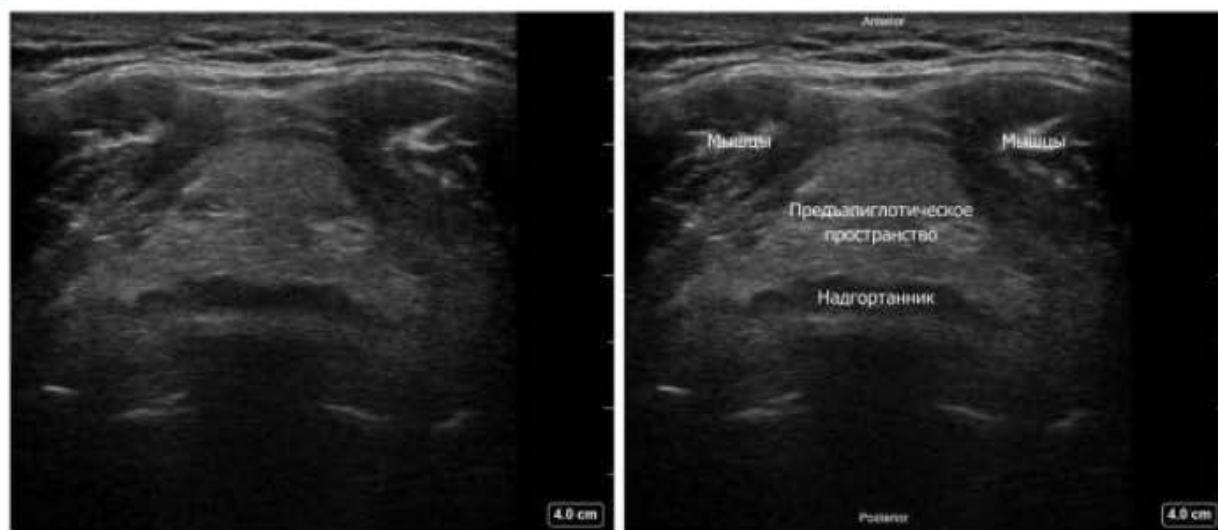


В – корень языка; Н – подъязычная кость с задней акустической тенью; Т – щитовидный хрящ; Е – надгортанник и пренадгортанное пространство.



Сагитальное сканирование по средней линии от подъязычной кости до проксимальной части щитовидного хряща. (А) Светло-голубой контур показывает область сканирования. (В) Изображение при сканировании. (С) Тень от подъязычной кости (желтый цвет). Щитоподъязычная (тиреоидная) мембрана (красный). Задняя поверхность части надгортанника (синий). Предэпиглоттическая жировая клетчатка (коричневый). Щитовидный хрящ (зеленый). (From Kristensen MS. Ultrasonography in the management of the airway. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011;55:1155–1173.)

Поперечное сканирование над щитовидным хрящом через окно щитоподъязычной мембраны - гипоэхогенная поперечная изогнутая структура с гиперэхогенным предэпиглоттическим пространством и яркой задней границей.



Поперечное сканирование надгортанника высокочастотным линейным датчиком над тиреоидной областью. Средняя толщина надгортанника составила 2,39 мм.

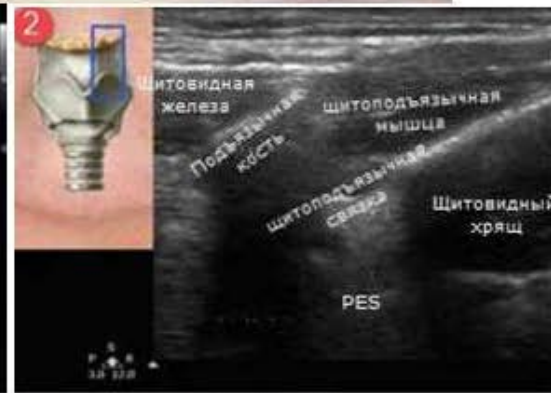
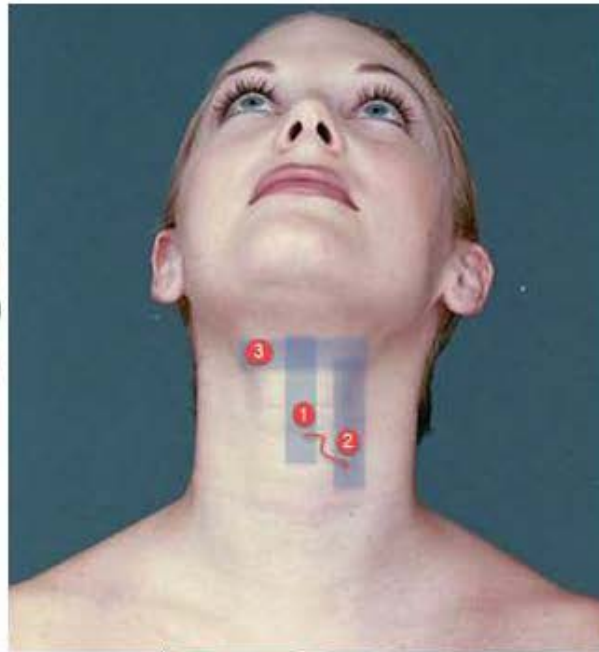


Надгортанник. Надгортанник трудно визуализировать с помощью УЗИ из-за его хрящевой структуры, глубины и расположения за подъязычной костью, которая может его скрывать. Расстояние между кожей и надгортанником является сложным критерием обнажения глотки, если оно превышает 24 мм (в данном случае 18 мм).

7. ЩИТОПОДЪЯЗЫЧНАЯ МЕМБРАНА

Щитоподъязычная мембрана визуализируют при:

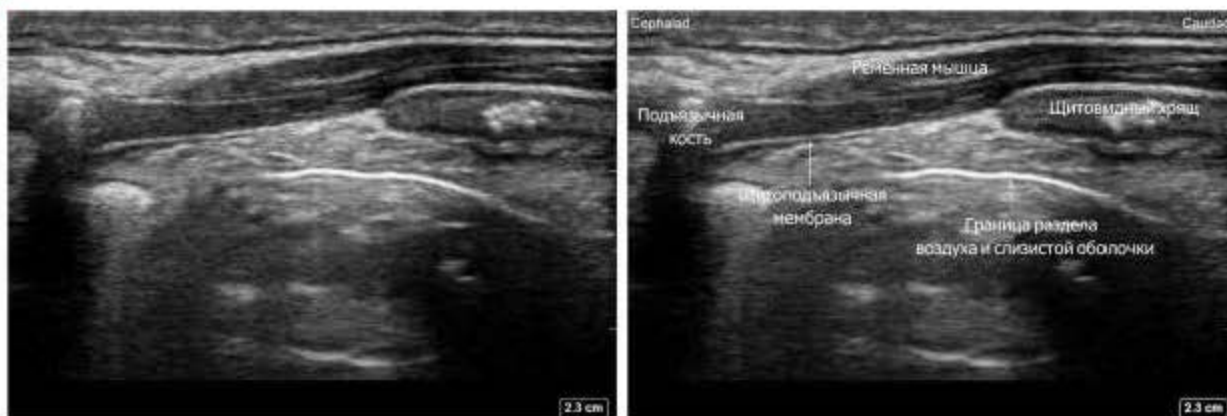
поперечном сканировании между подъязычной костью и щитовидным хрящом - гиперэхогенная линия между подъязычной костью и щитовидным хрящом,
 парасагитальном сканировании - гиперэхогенная линия между подъязычной костью и щитовидным хрящом.



НВ, Hyoid подъязычная кость, ТНМ щитоподъязычная мембрана, SM ременная мышца, ТС щитовидный хрящ, PES пространство перед надгортанником (жировая клетчатка).



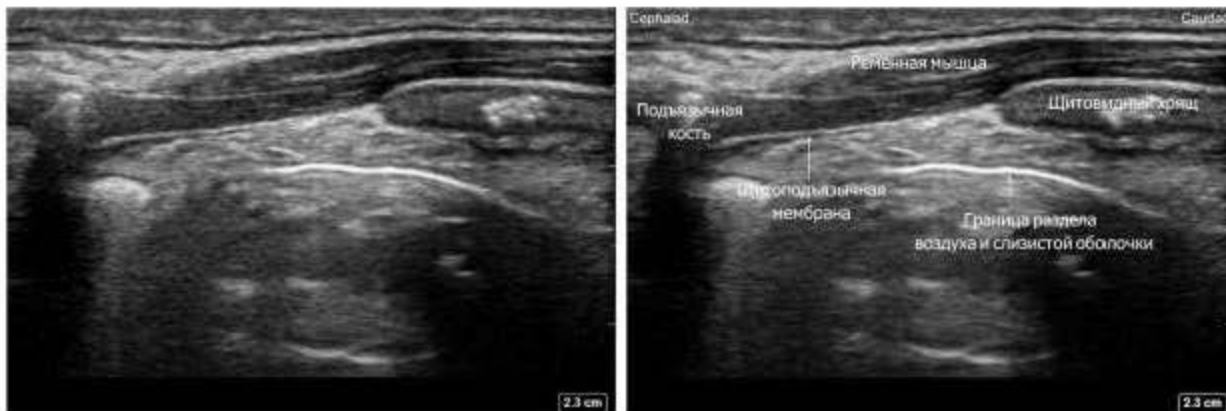
Короткая ось сканирования щитоподъязычной мембраны. Верхний гортанный нерв SLA (наконечники стрелок). В случае, если нерв не визуализируется, необходима дифференцировка щитоподъязычная (TH) мышца, наружную сонную артерию (ECA) сзади и щитоподъязычную мембрану (стрелки) глубже нерва. Внутренняя сонная артерия ICA (Peter Cheng)



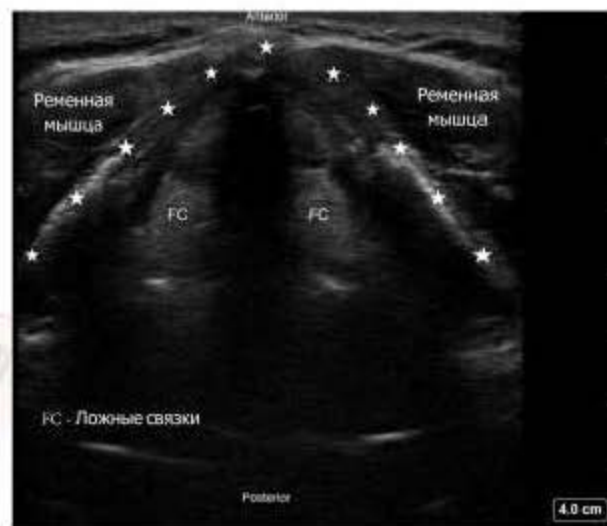
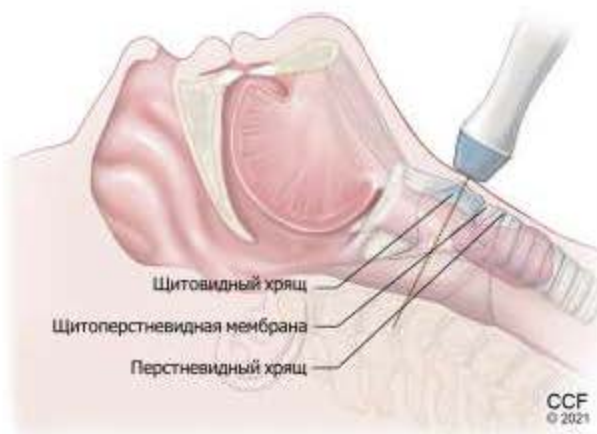
Парасагитальное сканирование мембраны высокочастотным линейным датчиком.

8. ЩИТОВИДНЫЙ ХРЯЩ

При поперечном сканировании щитовидный хрящ визуализируется перевернутая V-образная гипоэхогенная структура с различной возрастной гиперэхогенностью и внутриглоточными структурами. При парасагитальном сканировании над щитовидным хрящом идентифицируется линейная гипоэхогенная структура различной кальцификации.



Парасагитальное сканирование высокочастотным линейным датчиком тиреоидной мембраны.



Поперечное сканирование высокочастотным линейным датчиком щитовидного хряща. Щитовидный хрящ в виде перевернутой V-образной формы, отмечен звездочками.

9. КРИКОТИРЕОИДНАЯ МЕМБРАНА

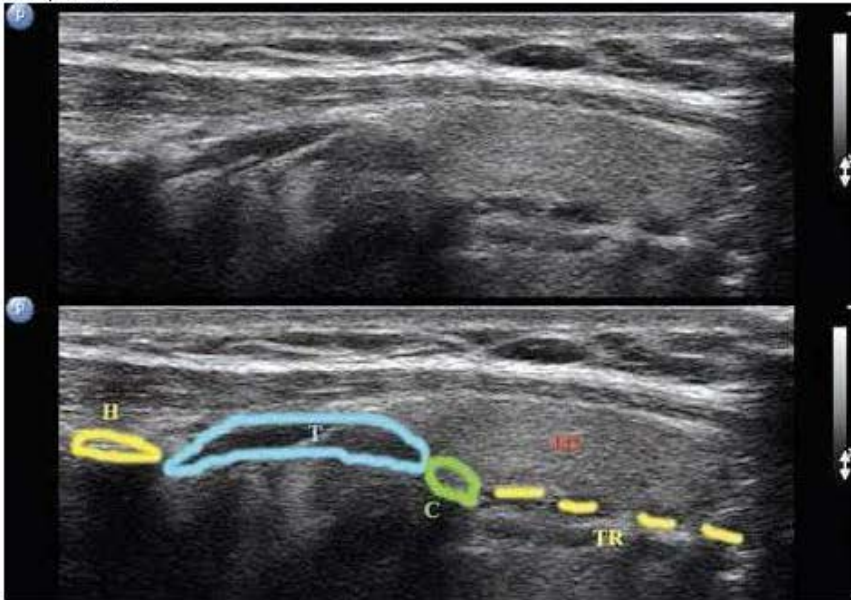
Крикотиреоидная мембрана состоит из двух компонентов: срединной связки и двух боковых связок с каждой стороны и это называется эластичным конусом.

Идентификация крикотиреоидной мембраны (СТМ) с помощью ультразвука имеет высокую точность. Мембрана имеет длину 13-15 мм у взрослого. Является ориентиром для чрескожного подхода к дыхательным путям. Её идентификация иногда бывает клинически трудной у пациентов с ожирением, а также в экстренных ситуациях. Перед плановой трудной интубацией полезно определить положение и обозначить щитовидную мембрану в качестве ориентира для возможной транскутанной вентиляции, если она понадобится. Кроме того доплеровское картирование визуализирует сосудистые структуры при хирургических или чрескожных подходах.

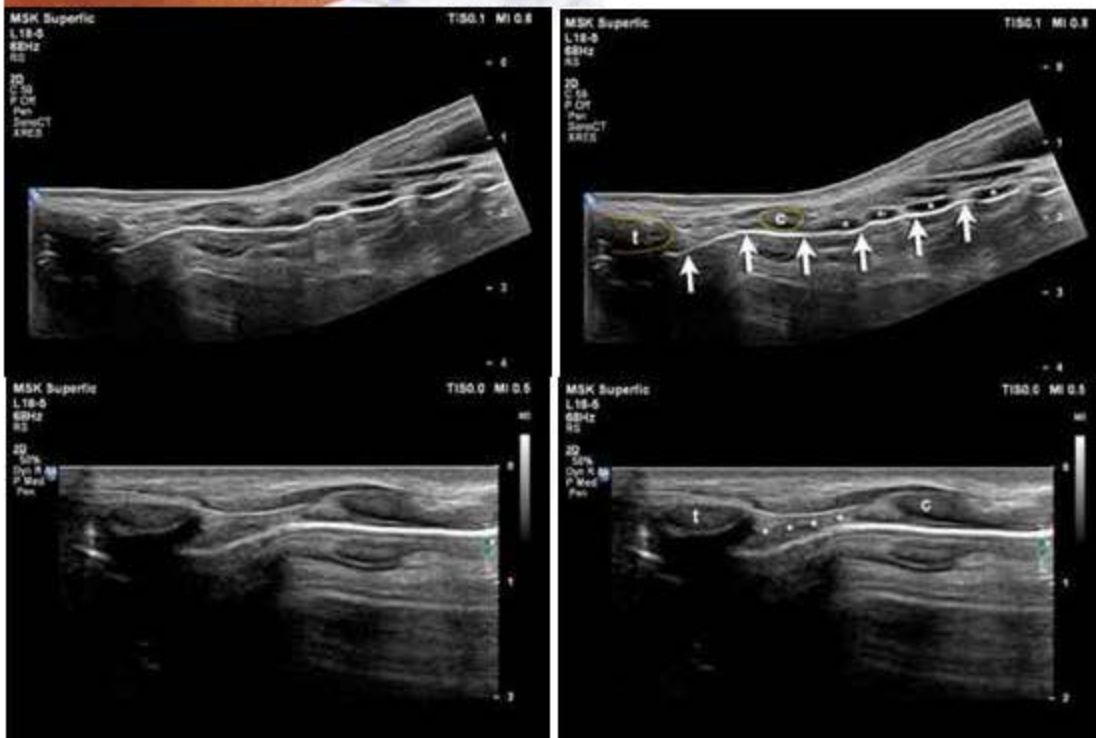
Техника ТАСА (щитовидный хрящ - воздушная линия - перстневидный хрящ - воздушная линия), описанный Кристенсенем - пациент находится в положении лежа, с разогнутой головой и вытянутой шеей, помещают высокочастотный линейный датчик на уровне щитовидного хряща в поперечном положении. Определяют гипэхогенный перевернутый V-образный щитовидный хрящ и сдвигают датчик каудально, для определения СТМ с гиперэхогенным воздушно-слизистым комплексом (А-М). Сдвигают датчик более каудально до идентификации перстневидного хряща, в виде дугообразной гипэхогенной структуры с гиперэхогенным А-М. Определив перстневидный хрящ, перемещают датчик назад краниально к крикотиреоидной мембране (СТМ) отмечая ее. Из этого положения датчик можно повернуть на 90°, чтобы получить продольный вид щитовидного и перстневидного хрящей с СТМ между ними.

СТМ можно идентифицировать при продольном расположении датчика в передней части шеи над надгрудной вырезкой в сагиттальной плоскости.

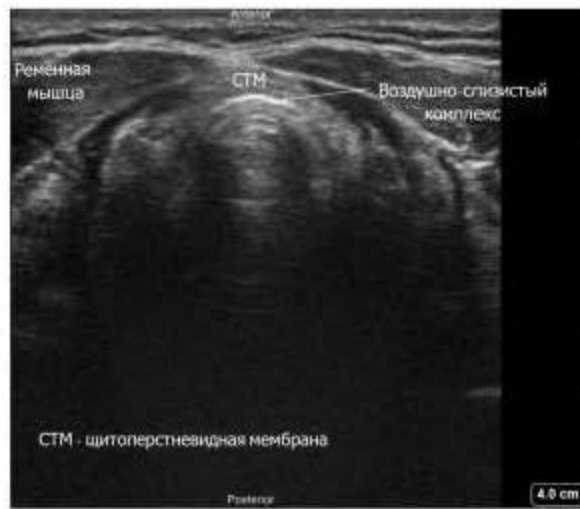
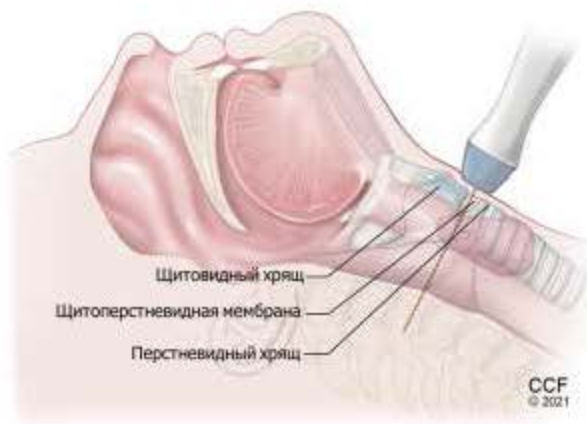
Трахею можно определить по гипэхогенным трахеальным кольцам напоминающие "бусины на нитке" сзади яркой структурой А-М. При перемещении датчика в сагиттальной плоскости в краниальном направлении определяется перстневидный хрящ, как более крупная и поверхностная гипэхогенная структура по сравнению с кольцами трахеи. Дальнейшее движение датчика в краниальном направлении позволяет идентифицировать нижний конец щитовидного хряща, гиперэхогенную СТМ.



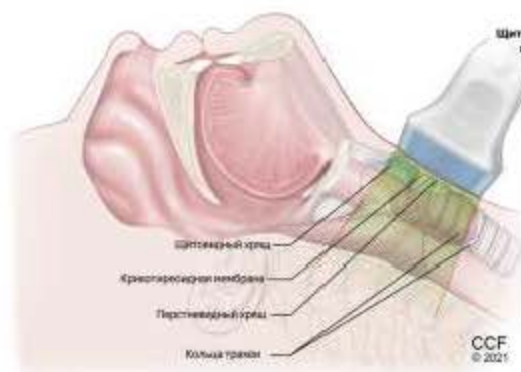
H – подъязычная кость; T – мембрана; C – персневидный хрящ; TR – трахеальные кольца; TG – щитовидная железа.



Лоцируется щитовидный хрящ (t), перстневидный хрящ (c), трахеальные кольца (звездочки) с их характерной внешностью "нить жемчуга" и гиперэхогенная слизистая оболочка внутренней поверхности (стрелки). Трахеальные кольца визуализируются как несколько гипоэхогенных "бусин", заканчивающиеся краниально большим гипоэхогенным образованием яйцевидной формы, перстневидным хрящом.



Поперечное сканирование крикотиреоидной мембраны высокочастотным линейным датчиком расположенным между щитовидным и перстневидным хрящами.



Продольное сканирование высокочастотным линейным датчиком над надгрудинной вырезкой, скользящим до щитовидного хряща.

AIM структура для ультразвукового исследования дыхательных путей

I = Индикация	A = Получение изображения	I = Интерпретация изображения	M = Принятие решений
Крикотомия для экстренного доступа к дыхательным путям	Поперечное сканирование, перемещая датчик от щитовидного хряща к перстневидному хрящу и обратно (техника TACA)	Определение уровня, средней точки и размера крикотиреоидной мембраны	Определение безопасной и правильной точки для экстренного доступа к дыхательным путям
Пункция крикотиреоидной области для проведения транстрахеальной местной анестезии	Среднесагиттальное сканирование щитовидной железы и крикоидных хрящей с		Определение безопасной и правильной точки

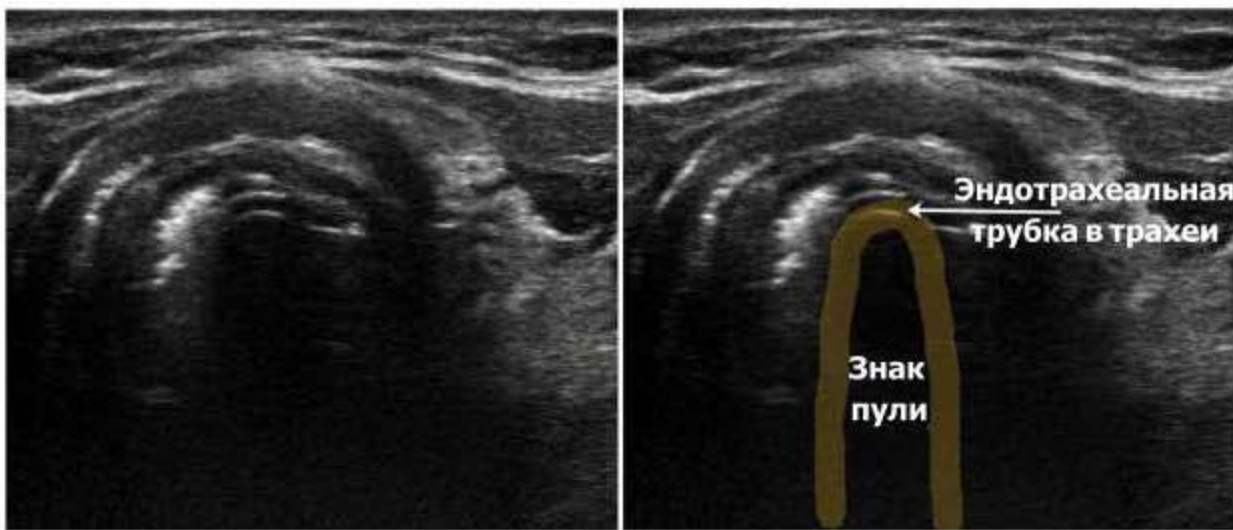
	гиперэхогенным СТМ между ними		для топикализации
Подтверждение правильности эндотрахеальной интубации и уровня ЭТТ	Поперечное сканирование над гортанью и/или трахеей на уровне надключичной вырезки	Движение структур гортани при прохождении трубки	Определите безопасность и использование эндотрахеальной трубки для вентиляции легких
Исключение интубации пищевода	Сканирование обеих сторон грудной клетки на предмет двустороннего раздвижения легких	Знак "пули" при интубации трахеи и знак "двойного тракта" при интубации пищевода	Реинтубация в случае интубации пищевода
Блокада верхнего гортанного нерва при интубации в сознании	Парасагиттальное сканирование, смещение датчика латерально от средней линии, по передней поверхности шеи	Определение подъязычной кости, щитовидного хряща и гиперэхогенной мембраны между ними.	Определение возможности блокады верхнего гортанного нерва; в противном случае выбор ориентированной техники



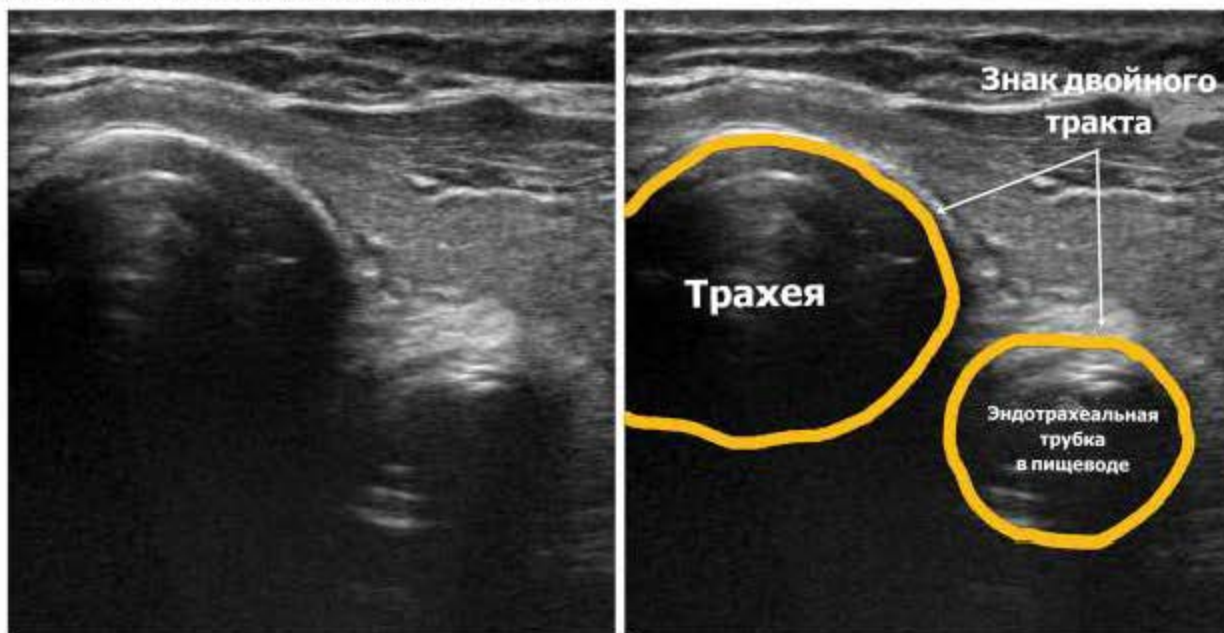
Щитовидный хрящ, перстневидный хрящ и щито-перстневидная мембрана (СТМ) визуализируются с помощью линейного датчика при поперечном и продольном сканировании. Используется для локализации СТМ - ключевого ориентира при проведении экстренной крикотомии, транстрахеальной струйной вентиляции и ретроградной интубации.



Среднесагиттальное сканирование шеи с высокочастотным линейным датчиком над надгрудинной вырезкой, перемещение до щитовидного хряща.



Эндотрахеальная трубка в трахее: знак пули.



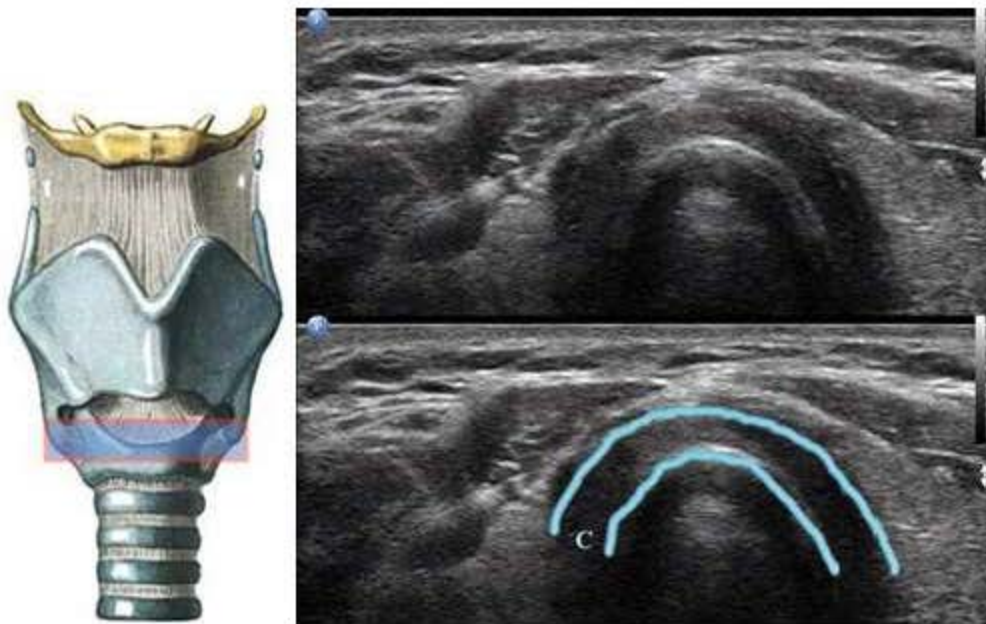
Поперечное сканирование шеи, на котором видна эндотрахеальная трубка в пищеводе. Признак двойного тракта.

10. ПЕРСТНЕВИДНЫЙ ХРЯЩ

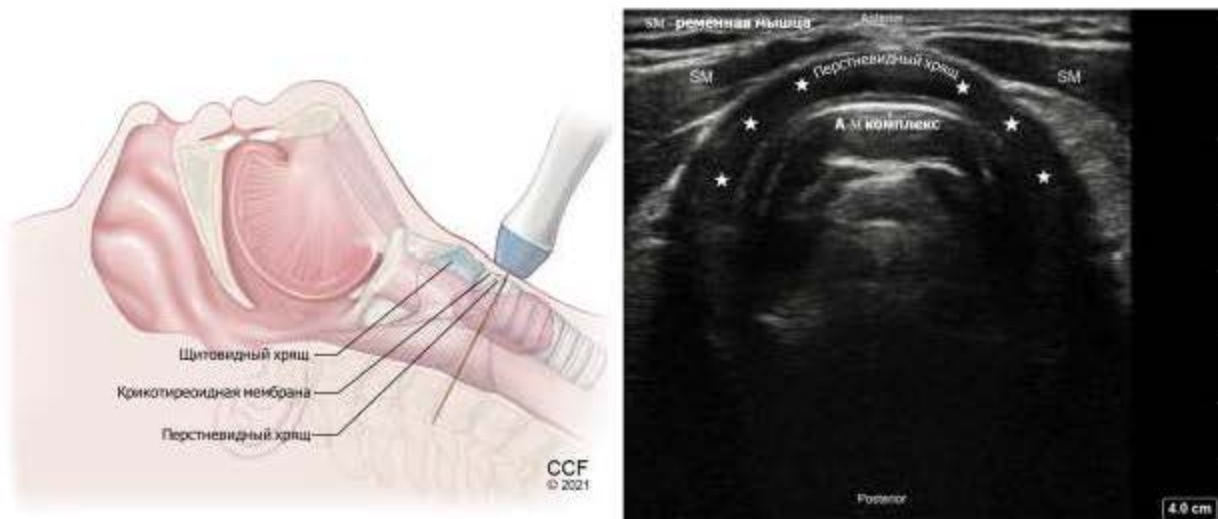
Перстневидный хрящ, кольцевидный, расположенный в каудальной части гортани, находится краниально к первому трахеальному кольцу.

При поперечном сканировании над перстневидным хрящом - в виде поверхностная, толстая гипоэхогенная дугообразная структура.

При сагитальном сканировании над надгрудинной вырезкой - в виде гипоэхогенная овальная структура больше, чем кольца трахеи.



C – перстневидный хрящ.



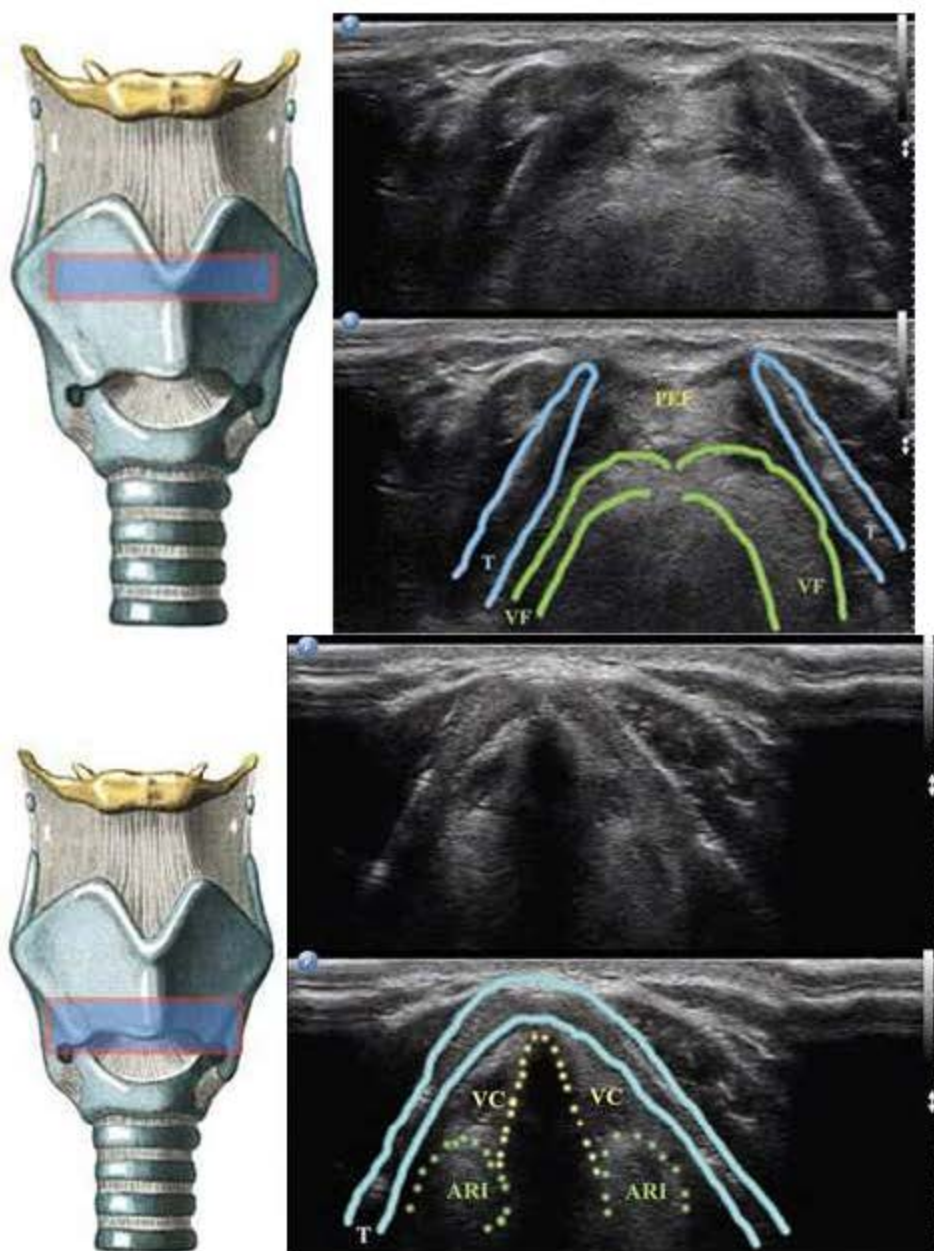
Поперечное сканирование перстневидного хряща высокочастотным линейным датчиком. Перстневидный хрящ в форме гипоэхогенной дуги, отмечен звездочками.



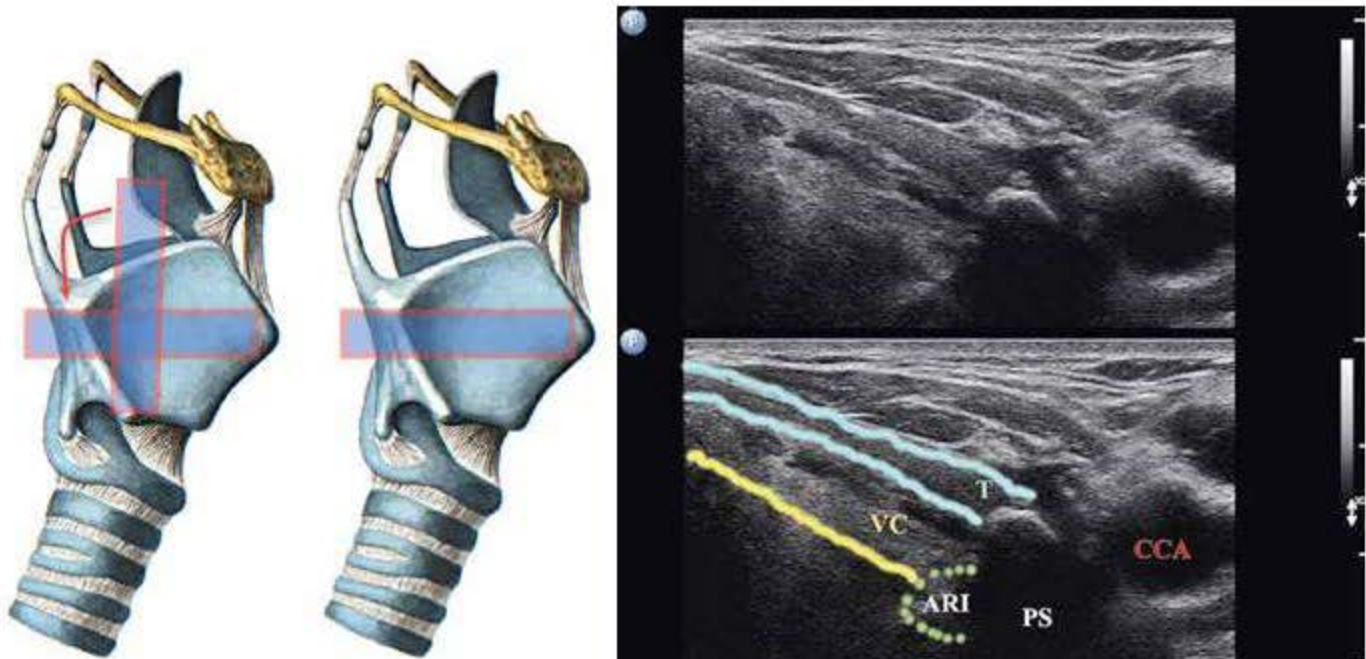
Сагиттальное сканирование шеи с высокочастотным линейным датчиком над надгрудинной выемкой, скользящим до щитовидного хряща.

11. ГОЛОСОВЫЕ СВЯЗКИ

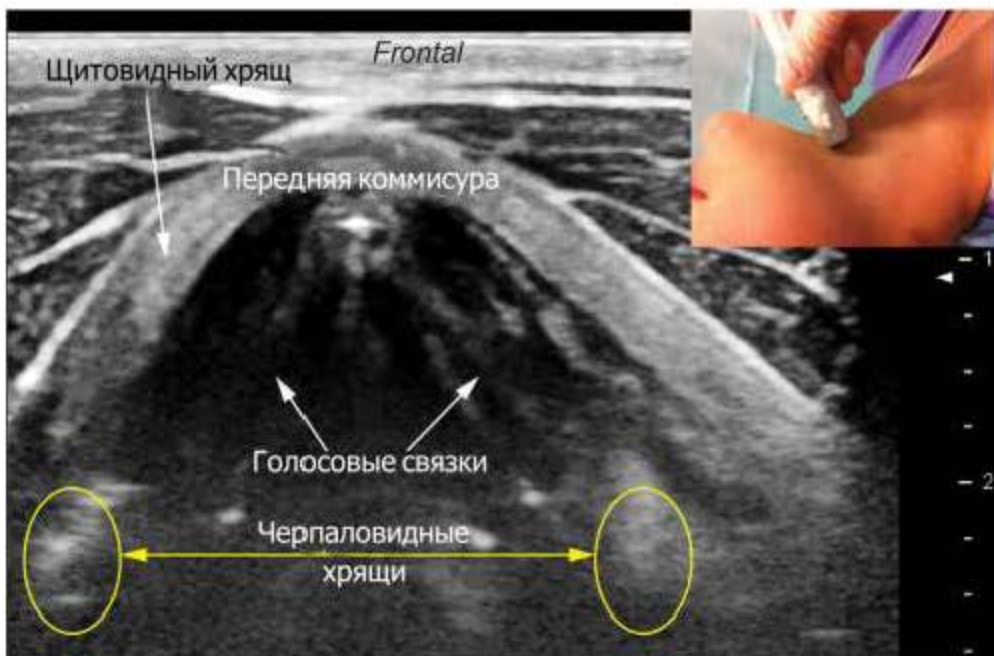
Голосовые связки прикреплены к черпаловидным хрящам и расположены на верхней поверхности перстневидного хряща. Голосовые связки видны за щитовидным хрящом. Более сонопозитивны у женщин, чем у мужчин, и более сонопозитивны у молодых людей, чем у пожилых.



T – щитовидный хрящ; VF – вестибулярные зоны; PEF – преднадгортанная клетчатка; VC – голосовые связки; ARI – черпаловидный хрящ.



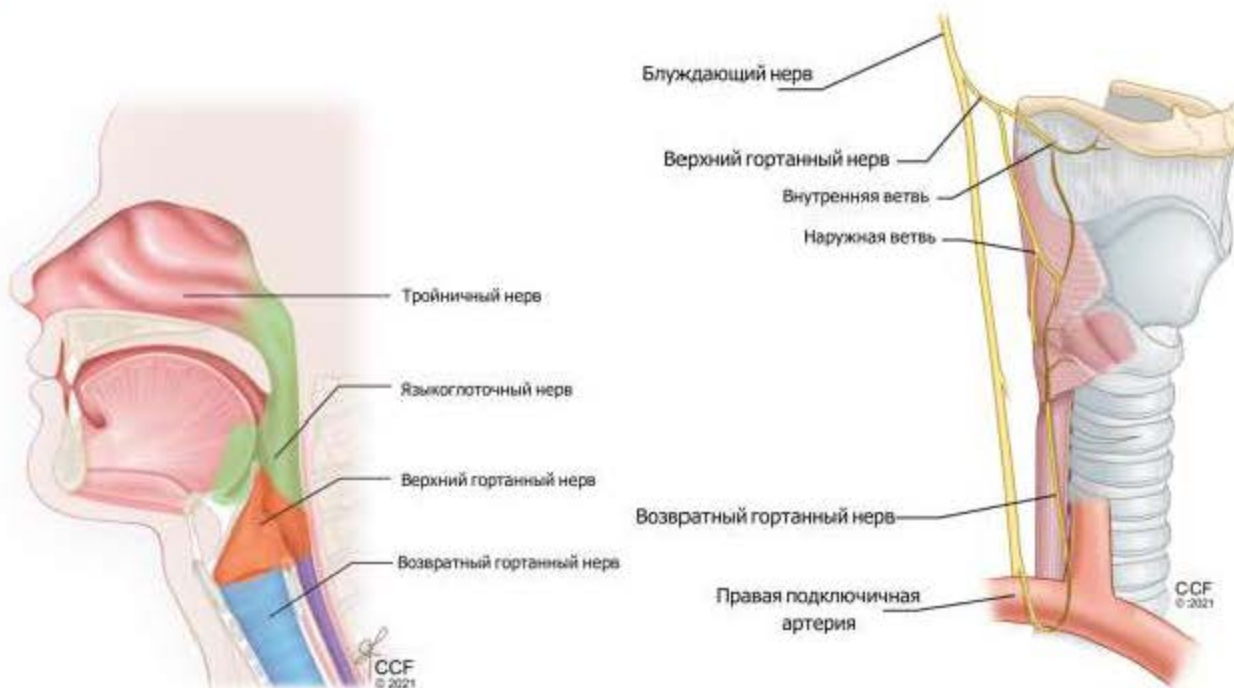
Голосовые связки: T – щитовидный хрящ; VC – голосовые связки; ARI – черпаловидный хрящ; PS – грушевидный синус, CCA – общая сонная артерия.



Голосовые связки расположены в гортани (линейный датчик), каудальнее подъязычной кости. Можно визуализировать их подвижность. Расстояние между кожей и передней спайкой голосовых связок является критерием трудной интубации, если оно превышает 28 мм (на сонограмме - 8 мм).

12. ГОРТАННЫЕ НЕРВЫ

Фиброоптическая интубация в бодрствующем состоянии является золотым стандартом в лечении известных затруднений в дыхательных путях. Дискомфорт пациента во время процедуры может быть уменьшен с помощью седации и различных методов, позволяющих достичь анестезии дыхательных путей. Описано местное применение местных анестетиков путем небулизации, распыления и нанесения на определенные анатомические точки для блокирования афферентной нервной передачи из ротоглотки и гортани. В условиях пандемии COVID-19 важно предотвратить образование аэрозолей, таких как кашель или клокотание во время интубации в бодрствующем состоянии. Блокирование дыхательных путей с помощью ультразвука дополняет топикализацию дыхательных путей. Носовая полость, носоглотка, ротоглотка и язык анестезируются аэрозольно.



Сенсорная иннервация.

Иннервация гортани.

Нерв	Иннервируемые области
Тройничный нерв (CN V)	
Передние этмоидальные нервы (V1)	Передняя носовая полость
Сфенопалатинный нерв (V2)	Задняя носовая полость

Палатинские нервы (V2)	Твердое и мягкое нёбо
Фарингеальная ветвь (V2)	Носоглотка
Язычные нервы (V3)	Передние 2/3 языка
Языкоглоточный нерв (CN IX)	Задние 2/3 языка, ротоглотка, носоглотка, кроме сводов, гортаноглотка, миндалины, глоточная поверхность надгортанника
Блуждающий нерв (CN X) Верхний гортанный нерв	Гортанная поверхность надгортанника и гортанные структуры над голосовыми связками, включая верхнюю поверхность голосовых складок
Возвратный гортанный нерв	Нижняя поверхность голосовых складок, гортань ниже связок и трахеи

CN - черепной нерв, V1 - лицевая, V2 - верхнечелюстная, V3 - нижнечелюстная ветви тройничного нерва

Для достижения полной анестезии дыхательных путей при оротрахеальной интубации необходимы три вида региональных блокад: глоссофарингеальная (ротоглотка), верхняя гортанная (гортань выше связок) и трансларингеальная (гортань и трахея ниже связок).

12.1. ВЕРХНИЙ ГОРТАННЫЙ НЕРВ

Верхний гортанный нерв является ветвью блуждающего нерва. Он делится на внутреннюю и внешнюю ветви на уровне подъязычной кости. Внутренняя ветвь проходит непосредственно кзади от большого бугорка подъязычной кости и входит через отверстие в щитовидной мембране. Сонографическая визуализация верхнего гортанного нерва может быть непростой и не совпадать даже с определением местоположения верхней гортанной артерии. Подъязычная кость, щитовидный хрящ и щитовидная мембрана легко идентифицируются с помощью ультразвука, а введение местного анестетика в плоскость целевой ткани вокруг щитовидной мембраны надежно блокирует внутреннюю ветвь верхнего гортанного нерва.

Медиальная ветвь верхнего гортанного нерва (производный от блуждающего нерва) обеспечивает сенсорную и моторную иннервацию гортани и голосовых связок. Верхний гортанный нерв проходит между большим рогом подъязычной кости (краниально) и щитовидным хрящом (каудально). На УЗИ нерв визуализируется редко, но относительно легко определить тиреоидное пространство, через которое он проходит вместе с одноименной артерией (цветной доплер) между большим рогом подъязычной кости и гортанным хрящом. Используют высокочастотный линейный датчик (> 12 МГц), глубина сканирования 2-3 см. Датчик помещается на уровне подъязычной кости в поперечном или продольном положении. У больных с тонкой шеей, используется метод «акустического гелевого тупика», оптимизируют качество изображения.



Подъязычная кость при поперечном сканировании (стрелки, линейный датчик). Характерная U-образная форма, задняя тень и повторяющиеся артефакты (равноудаленность и прогрессирующее истощение) идентифицируют подъязычную кость в верхнем шейном отделе. В редких случаях визуализируются ветви верхнего гортанного нерва, расположенные латерально к большому рожу подъязычной кости. В этом случае возможна селективная блокада, если она необходима.



Тиреоидное пространство. Линейный датчик, размещенный под нижней челюстью, визуализирует тиреоидное пространство с костным маркером большого рога подъязычной кости (краниально) и щитовидного хряща (каудально). Тиреоидная мембрана (длина 13 мм, толщина 2 мм) закрывает одноименное пространство (средняя длина 20 мм). Верхний гортанный нерв, сопровождаемый одноименными сосудами, проходит в краниальной части этого пространства, где будет проводиться инъекция для селективной анестезии этого нерва. Нерв редко визуализируется на этом уровне.



12.2. ВОЗВРАТНЫЙ ГОРТАННЫЙ НЕРВ

Положение пациента: лежа на спине с положением головы в нейтральном положении

Анатомические ориентиры: Идентифицируется пальпацией средняя граница грудинно-ключично-сосцевидной мышцы на уровне перстнещитовидной вырезки, первое трахеальное кольцо находится чуть ниже.

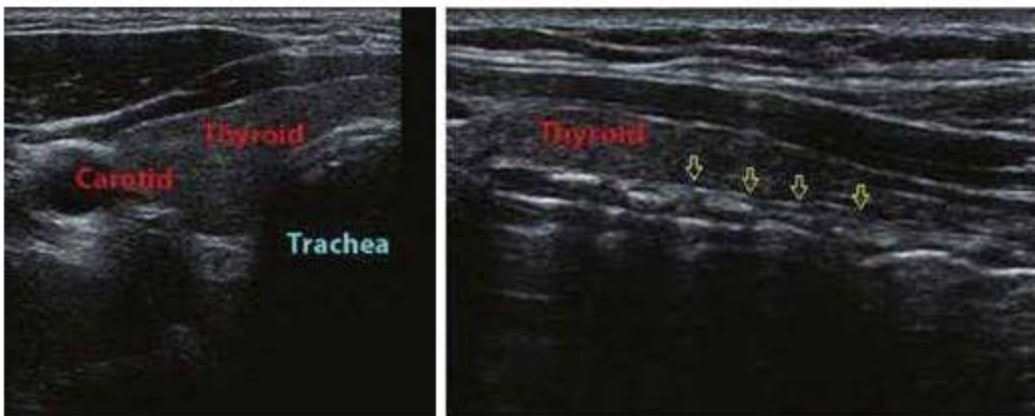
Игла: 5 см 22G

Местный анестетик: 3 мл анестетика при необходимости 40 - 80 мг стероида

Датчик: Высокочастотный линейный датчик (> 12 МГц), глубина сканирования 2-3 см.

Ориентация датчика: Высокочастотный линейный датчик ультразвука помещается по средней границе грудинно-ключично-сосцевидной мышцы в поперечном положении на уровне первого трахеального кольца. У больных с тонкой шеей, используется метод «акустического гелевого тупика», оптимизируют качество изображения.

Соноанатомия: Визуализируются трахея и пищевод и отмечается относительное положение сонной артерии. Цветной Doppler используется для идентификации сонной артерии, и других сосудистых образований включая ветви артерии щитовидной железы. Возвратный гортанный нерв расположен в латеральной борозде между трахеей и пищеводом и может быть идентифицирован как однопучковая связка гипоэхогенная с гиперэхогенным периневрием, лоцируется не у всех пациентов. Продольные сканирование ультразвука помогает подтвердить идентификацию нерва.

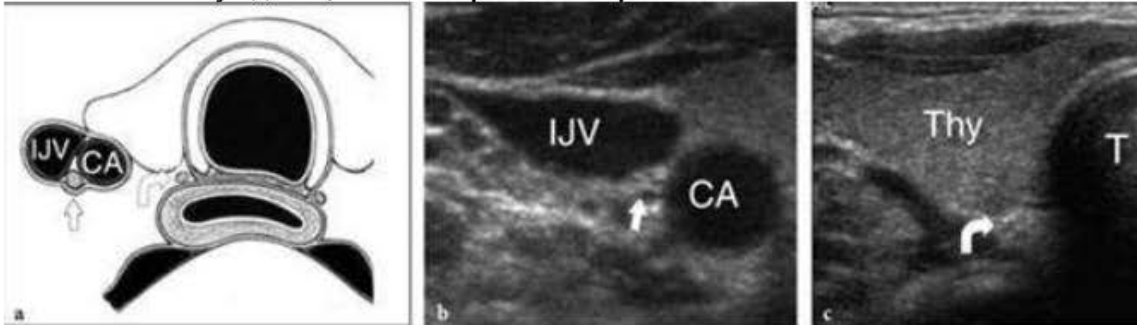


Поперечное и продольное сканирование, демонстрирующее отношение между возвратным гортанным нервом и трахеей, пищеводом, щитовидной железой и сонной артерией. (* и желтые стрелки, возвратный гортанный нерв).

Техника: Место нахождения иглы является зона где возвратный гортанный нерв находится в латеральной борозде. Используется подход в плоскости. Игла 5 см 22G вводится к месту нахождения возвратного гортанного нерва (боковая борозда между трахеей и пищеводом). После аспирации, вводится 3 мл инъектата при отображении ультразвука в реальном времени.



Взаимосвязь блуждающего и возвратного нервов



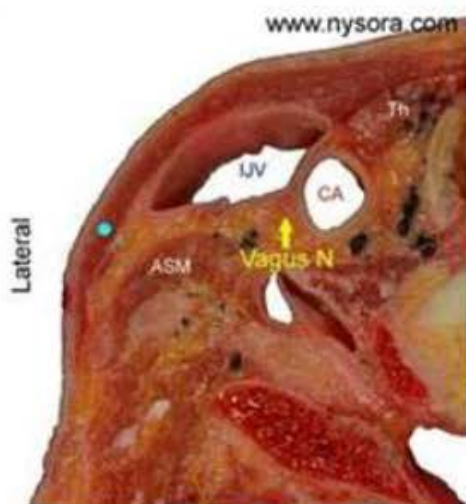
Блуждающий нерв и возвратный гортанный нерв.

А. Схематический рисунок показывает блуждающий нерв (стрелка) в главной нервно-сосудистой связке, и позади между общей сонной артерией (CA) и внутренней яремной веной (IJV). Возвратный гортанный нерв (изогнутая стрелка) более медиальнее, вдоль трахеопищеводной борозды и непосредственно сзади доли щитовидной железы.

В. При поперечном сканировании датчиком 12-5 МГц лоцируется нервно-сосудистая связка с блуждающим нервом (стрелка). Блуждающий нерв очень маленькая структуру, образованная несколькими гипоэхогенными «гроздьями», окруженными гиперэхогенным эпиневрием, между общей сонной артерией (CA) и внутренней яремной веной (IJV).

С. При поперечном сканировании правой доли (Thy) щитовидной железы лоцируется маленький возвратный гортанный нерв (изогнутая стрелка), поскольку он на шеи проходит рядом с трахеей (T).

12.3. БЛУЖДАЮЩИЙ НЕРВ



Положение пациента: лежа на боку или лежа на спине.

Анатомические ориентиры: Ультразвук блуждающего нерва, блуждающий нерв лучше всего просматривается на боковой поверхности шеи, где находится в каротидном влагалище.

Игла: 5-10см 22G

Местный анестетик: 5 mL 0.5–1 % прокаина, 0.5–1 % прилокаина, and 0.5–1 % лидокаина, 0.2 % ропивакаина и 0.125 % бупивакаина.

Датчик: Линейный

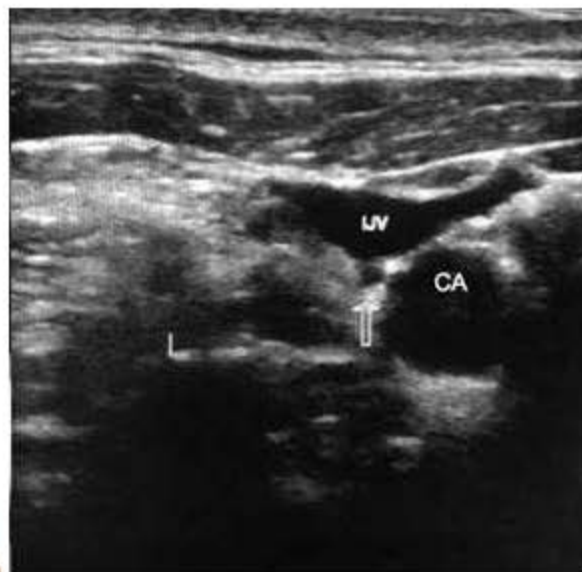
Ориентация датчика: осевое положение, глубина 3-4 см по средней линии передней поверхности шеи на уровне перстневидного хряща, перемещают выше в уровень щитовидного хряща, и затем в этой плоскости перемещают латерально до визуализации сонной артерии и яремной вены.



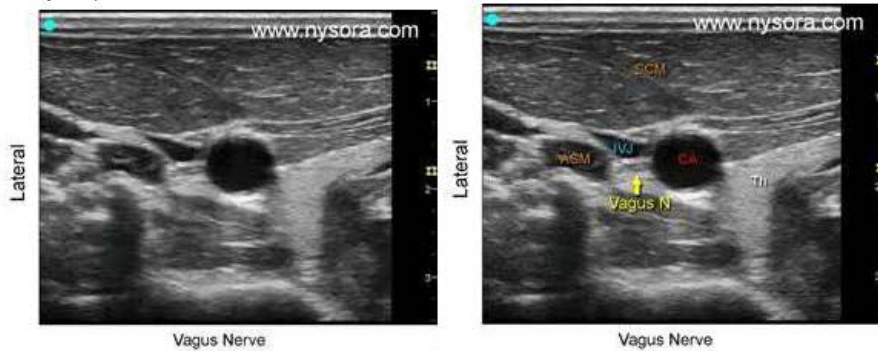
Перемещая датчик от центра наружу визуализируют щитовидную железу, сонную артерию и внутреннюю яремную вену.

Соноанатомия: Блуждающий нерв появляется как маленькая круглая ячеистая структура; иногда относительно гипозоногенная, расположенная сзади в каротидном влагалище и между общей сонной артерией и внутренней яремной веной. Измеряется площадь поперечного сечения. Продольное изображение может быть легко получено путем вращения датчика на этом месте.

Блуждающий нерв (стрелка).



Техника сканирования блуждающего нерва.



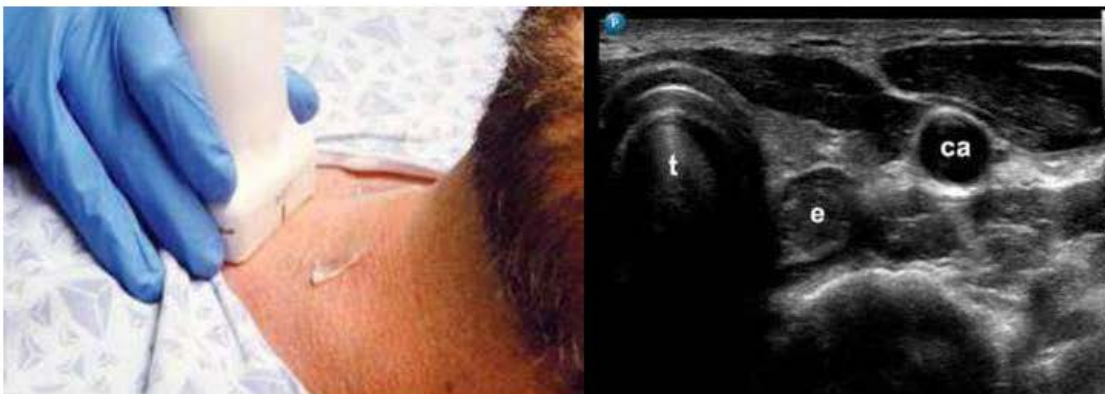
Демонстрация отношения блуждающего нерва, яремной вены и сонной артерии.

13. ТРАХЕЯ И КАРИНА

Каудальнее перстневидного хряща находится трахея - ключевой ориентир легко идентифицируемый по средней линии шеи, при поперечном и продольном сканировании, визуализация трахеальных колец (линейный датчик). Будучи низко эхогенными структурами, их видимость усиливается за счет реверберационных артефакты и задней акустической тенью. Кроме того кольца трахеи подчеркиваются гиперэхогенной воздушно-слизистой поверхностью. У детей трахея визуализируется по всей длине, от гортани до карины, которая находится в супростернальном положении. У детей старшего возраста происходит внутригрудинная миграция карины что не позволяет увидеть всю трахею. У взрослых можно визуализировать не более шести колец.

Поперечное сканирование над надгрудинной вырезкой - перевернутые U-образные гипозоногенные кольца на поперечном срезе.

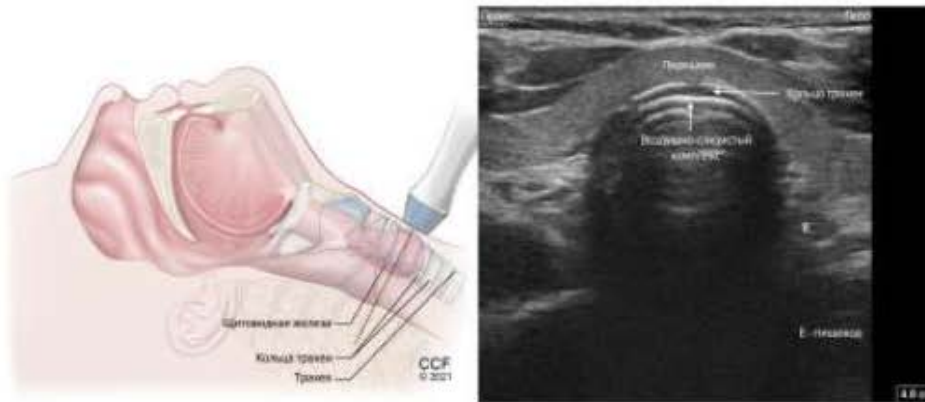
Среднесагитальное сканирование над надгрудинной вырезкой - гипозоногенные овальные структуры (вид бус)



Лоцируется трахея (t), пищевод (e), и левая общая сонная артерия.



Трахея. Трахея, расположенная поверхностно, легко визуализируется с помощью линейного датчика (А: поперечное и В: продольное сканирование). Ультрасонографическое изображение трахеи отличается наличием артефактов повторения (артефактных эквидистантных линий) создаваемых границей раздела слизь-воздух.



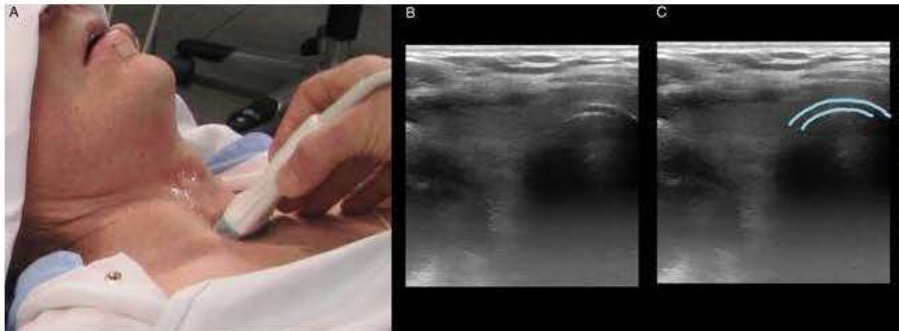
Поперечный вид трахеального кольца над надгрудинной выемкой с помощью высокочастотного линейного датчика.



Продольное скользящее сканирование линейным датчиком от надгрудинной вырезки до щитовидного хряща.

Подтверждение ЭТТ с помощью POCUS является высокоточным как для взрослых, так и для детей. Датчик устанавливается в поперечном положении в надгрудинной ямке. Наблюдаем за движением в трахее, напоминающим метель при прохождении ЭТТ, что называется "признаком метели". Если ЭТТ

попадает в пищевод, наблюдается уникальный "знак двойного тракта". Если присутствует только один оператор - проверка после интубации с поворотом ЭТТ из стороны в сторону с использованием цветного доплера (движение повышает точность диагностики). Раздувание манжеты ЭТТ физраствором улучшает определение, и подтверждение расположения ЭТТ. Добавление к этому методу признака скольжения легкого повышает диагностическую точность интубации.



Отклонение трахеи. Пациент с боковым отклонением средней части трахеи. (А) Датчик установлен поперечно по средней линии над надгрудинной выемкой. (В) Изображение при сканировании. (С) Хрящ трахеального кольца (светло-голубой) отклонен в левую сторону.

14. ПИЩЕВОД

Шейный пищевод иногда трудно визуализировать, поскольку он обычно спавшийся. Чаще всего идентифицируется в левом задне-латеральном области и распознается как многослойная структура (5-7), прилегающая к трахеи. В исследовании проведенном на 50 испытуемых пищевод был обнаружен латеральнее трахеи в 10 случаях, задне-латерально в 30 случаях, и в 10 случаях не визуализировался, вероятно находился ретротрахеально (не визуализировалась из-за воздуха в трахее). Пищевод не всегда виден при УЗИ, а при наличие воздуха, желудочного зонда или ЭТТ облегчается его обнаружение. Поперечное сканирование над надгрудинной вырезкой, смещаясь латерально (обычно влево) - спавшаяся мышечная структура латеральнее трахеи; глотание облегчает ее идентификацию.



Поперечное сканирование пищевода.

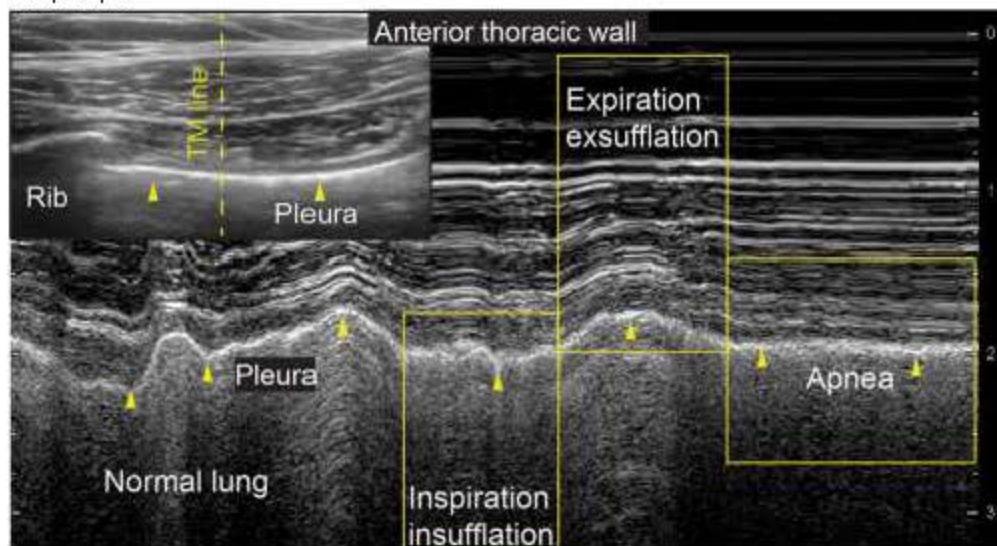
(А) На сонограмме пищевод закрыт и расположен слева кзади и латерально от трахеи, позади доли щитовидной железы. Он определяется по многослойной стенке и структуре. Увеличение воздушности трахея мешает визуализацию пищевода когда он расположен более дорсально.

(В) Чрезпищеводный датчик (с гиперэхогенными элементами) легко идентифицируется и облегчает визуализацию пищевода на левой границе трахеи.

15. ЛЕГКИЕ И ПЛЕВРА

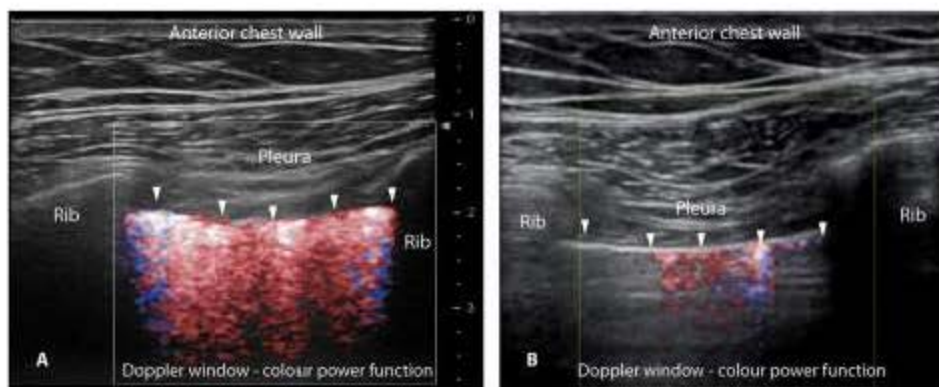
Плевропульмональная УЗИ обсуждается здесь только в связи с ее последствиями для анестезии, поскольку важность плевропульмональной УЗИ в интенсивной терапии сегодня четко установлена протоколами.

В положении лежа, линейный датчик помещается продольно между ребрами, ребра идентифицируются по характерной акустической тени. Плевральная линия определяется как гиперэхогенная линия между нижнем уровнем двух соседних ребер. Если плевра нормальная то лежащее под ней легкое и заполненное воздухом не видно. В легком определяются только линии В которые являются артефактами параллельного повторения плевральной линии. Режим движения во времени (ТМ) выявляет плевральное скольжение (скольжение париетального слоя по висцеральному слою плевры, от которого он отделен тонкой жидкой пленкой) и позволяет оценить вентиляцию нижележащего легкого.



Плевра. Ультразвуковая идентификация плевры на передней стенке грудной клетки (линейный датчик, режимы 2D и TM). Плевра (желтые наконечники стрелок) визуализируется как гиперэхогенная линия перемещающаяся вместе с вентиляционными циклами (функция TM).

Если плевральное скольжение присутствует значит легкое расположенное под датчиком вентилируется и под датчиком, и нет пневмоторакса. Важно отличать плевральный (или легочный) пульс, который синхронизирован с сердцебиением, от плеврального скольжения, которое синхронизировано с вентиляционными движениями. Функция цветной энергетической доплерографии облегчает дифференциацию между плевральным пульсом и плевральным скольжением.



Плевральная доплерография.

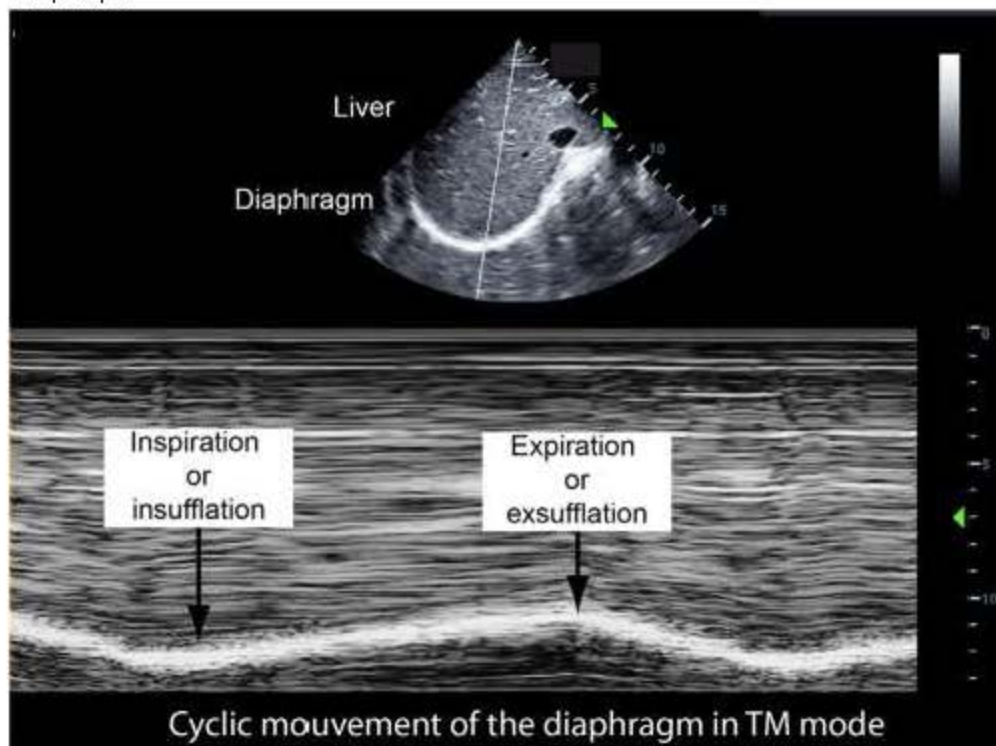
Линейный датчик, размещенный на передней поверхности грудной стенке, показывает плевру между двумя ребрами.

(А) Использование режима цветной доплерографии повышает чувствительность обнаружения плеврального скольжения во время вентиляционного цикла. Если легкое вентилируется, доплеровское окно заполняется при экспирации (увеличение цветности) и инспирации (уменьшение до исчезновения цветности), доплеровский эффект синхронен с вентиляцией. Допплеровский эффект синхронен с вентиляцией. Отсутствие доплеровского сигнала во время вентиляционного цикла свидетельствует об отсутствии вентиляции легкого, находящегося под датчиком.

(В) Плевральный пульс. Плевральный пульс также визуализируется с помощью доплерографии, но только низкоинтенсивный доплеровский сигнал синхронизирован с ударами сердца.

16. ДИАФРАГМА

Диафрагма и ее движение исследуются с помощью конвексного датчика, помещенного на уровне правого или левого плеврального купола, или в субксийоидальном окне непосредственно под нижним краем печени. Движения диафрагмы как функция вентиляции могут быть зарегистрированы в режиме движения. При анестезии УЗИ диафрагмы объективизирует ее кинетику во время вентиляционного цикла при спонтанной или вспомогательной вентиляциях и выявляет парез диафрагмы после межлестничной блокады.



Диафрагма. Диафрагма визуализируется, с помощью конвексного датчика, в виде гиперэхогенной линии движущиеся при дыхании (ТМ), ниже печени. Режим ТМ используется для определения наличие (или отсутствие) диафрагмального смещения во время вентиляции (спонтанной или вспомогательной). Диафрагмальная экскурсия измеряется расстоянием между высшей точкой (выдох) и нижней точкой (вдох) на ТМ-сонограмме.

17. УЗДГ ИЗМЕРЕНИЯ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ В АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ

УЗИ дыхательных путей при анестезии и интенсивной терапии может помочь ответить как минимум на 10 вопросов:

1. Может ли УЗИ помочь узнать, существует ли риск затрудненного ведения дыхательных путей?
2. Может ли УЗИ помочь определить, какой размер эндотрахеальной трубки следует выбрать?
3. Может ли УЗИ помочь узнать, находится ли эндотрахеальная трубка в трахеи?

4. Может ли УЗИ помочь узнать, правильно ли вентилируется пациент?
5. Может ли УЗИ объяснить интраоперационную проблему с вентиляцией?
6. Может ли УЗИ улучшить выполнение трахеостомии или крикотиротомии?
7. Может ли УЗИ помочь при блокаде нервов для интубации в сознании?
8. Может ли УЗИ помочь в прогнозировании успешной экстубации?
9. Может ли УЗИ помочь в решении наличия риска сонного апноэ?
10. Может ли УЗИ помочь определить, существует ли риск трудной интубации?

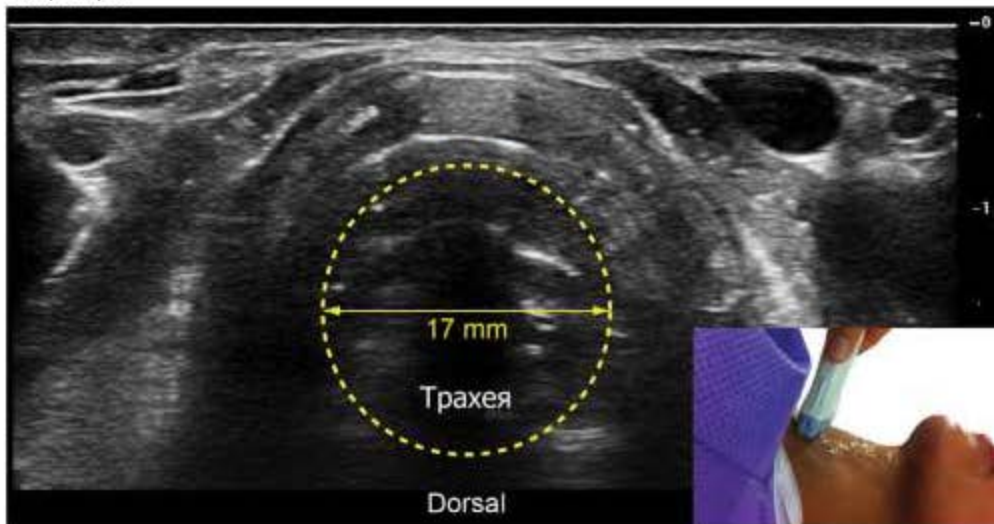
Трудная или неудачная интубация является основным фактором заболеваемости пациентов в анестезиологии. Несмотря на множество предложенных критериев или оценок, неожиданная трудная интубация трахеи остается неординарной ситуацией, угрожающей жизни. УЗИ-скрининг на предмет затрудненной ларингоскопии или интубации трахеи проводится неинвазивно и быстро (3 мин), во время оценки перед анестезией, у постели пациента или даже в операционной непосредственно перед индукцией анестезии. УЗИ предлагает различные и новые критерии для оценки трудных дыхательных путей. Добавление этих критериев к стандартной оценке может улучшить стратегию ведения пациентов с трудными дыхательными путями.

17.1. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МЯГКИХ ТКАНЕЙ

Преглоттические мягкие ткани. Избыточная толщина преглоттического пространства (расстояние между кожей и гортанью на уровне голосовых связок) является прогностическим фактором затрудненной ларингоскопии и оценки по шкале Кормака и Леханна > 2 .



Надгортанник. Надгортанник трудно визуализировать с помощью УЗИ из-за его хрящевой структуры, глубины и расположения за подъязычной костью, которая может его скрывать. Расстояние между кожей и надгортанником является сложным критерием обнажения глотки, если оно превышает 24 мм (в данном случае 18 мм).

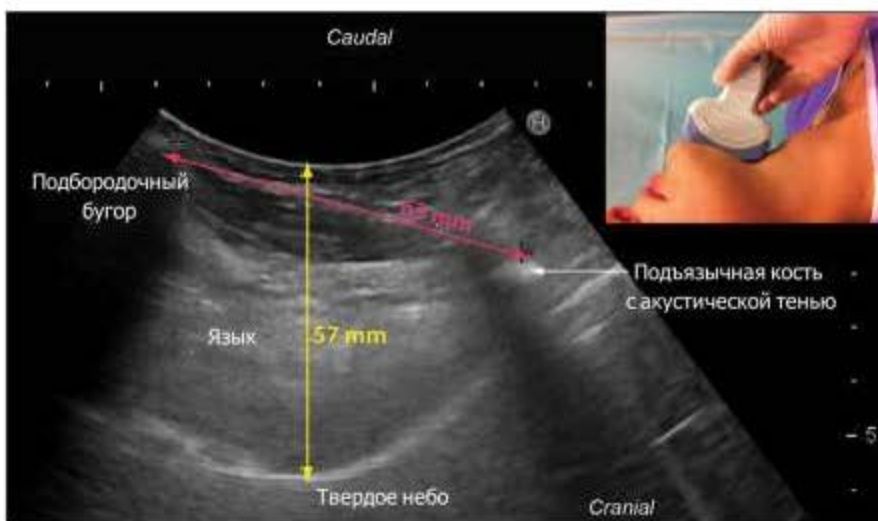


Диаметр трахеи. Диаметр трахеи измеряется поверхностным линейным датчиком на уровне грудины. Это измерение полезно для выбора диаметра ЭТТ у детей, для установки двухпросветных трубок и в случаях, когда трахея не проходима. детей, для установки двухпросветных трубок и в случаях стеноза трахеи.

17.2. ТОЛЩИНА ЯЗЫКА

Макроглоссия является прогностическим критерием трудной интубации трахеи. Если наибольшая толщина языка превышает 60 мм, существует очень высокая вероятность трудной ларингоскопии 90% специфичности и чувствительности.

Использование соотношения толщины языка и тиреоментального расстояния улучшает эффективность данного прогноза: если соотношение $> 0,87$, чувствительность составляет 0,84, а специфичность - 0,79. Напомним, что чувствительность оценки по шкале Маллампати составляет всего 0,36, а специфичность - 0,89.



Язык и подъязычно-ментальное расстояние.

Сагиттальное сканирование языка по средней линии (конвексный датчик). На этом сонограмме - подбородок, подъязычную кость с акустической тенью и язык. Можно измерить расстояние между двумя костными ориентирами - подбородочным бугром и подъязычной костью. Измерения проводятся в нейтральном положении головы и при гиперэкстензии головы. Соотношение между этими двумя значениями (гиперэкстензия/нейтральное положение) менее 1,1 является прогностическим фактором затрудненной ларингоскопии и следовательно затрудненной интубации. На практике это соотношение оценивает подвижность шейного отдела позвоночника во время гиперэкстензии. На той же сонограмме определяется максимальная толщина языка, которая измеряется измерением расстояние между мышечным массивом дна полости рта и твердым нёбом. Если расстояние превышает 60 мм, в данном случае 57 мм, высок риск трудных дыхательных путей; этот показатель используется для количественной оценки макроглоссии.

17.3. ДИНАМИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Эти динамические показатели оценивают подвижность суставов участвующих в ларингоскопии.

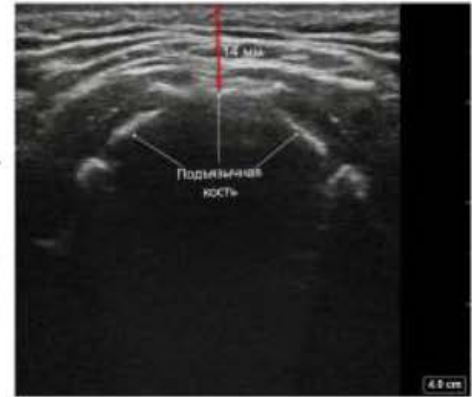
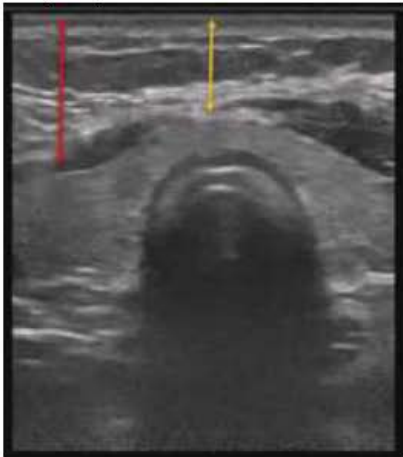
Подъязычное расстояние

Это измерение оценивает подвижность шейного отдела позвоночника и сравнивает расстояния между кончиком подбородка и подъязычной костью при среднем положении головы и гиперэкстензии. Соотношение гиперэкстензия/среднее положение < 1,1 является показателем для ограничения разгибания и следовательно затрудненной интубации.



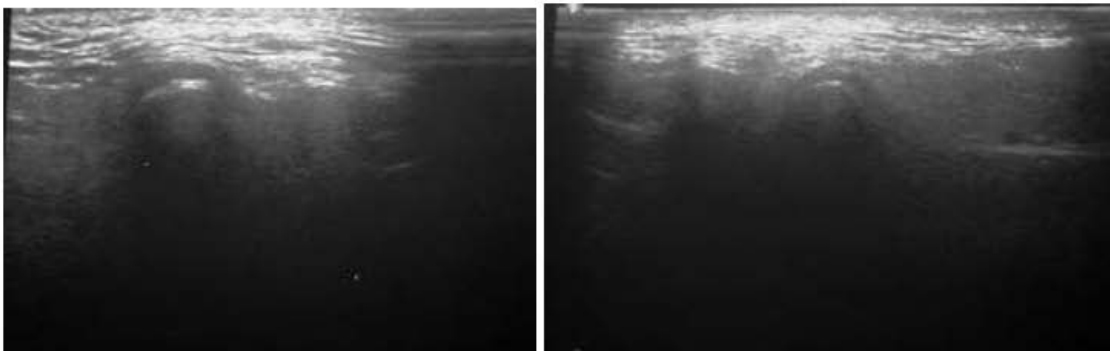
Можно измерить расстояние между двумя костными ориентирами - подбородочным бугром и подъязычной костью. Измерения проводятся в нейтральном положении головы и при гиперэкстензии головы. Соотношение между этими двумя значениями (гиперэкстензия/нейтральное положение) менее 1,1 является прогностическим фактором затрудненной ларингоскопии и следовательно затрудненной интубации. На практике это соотношение оценивает подвижность шейного отдела позвоночника во время гиперэкстензии.

На той же сонограмме определяется максимальная толщина языка, которая измеряется измерением расстояние между мышечным массивом дна полости рта и твердым нёбом. Если расстояние превышает 60 мм, в данном случае 57 мм, высок риск трудных дыхательных путей; этот показатель используется для количественной оценки макроглоссии.

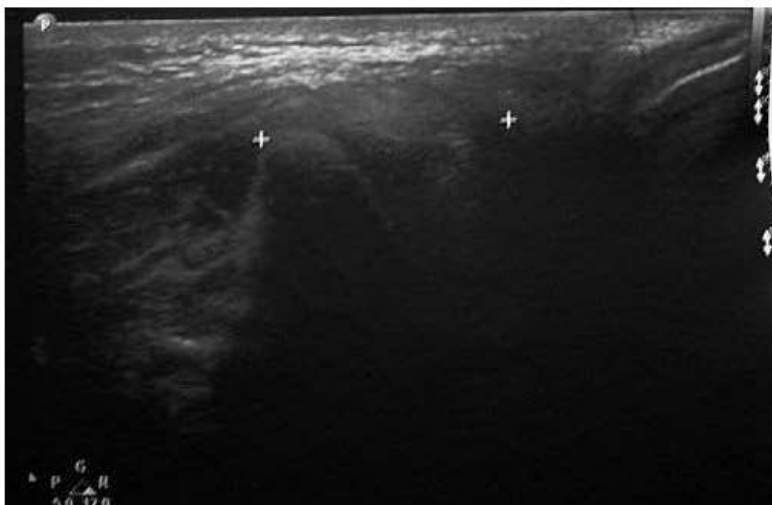


Подвижность нижней челюсти

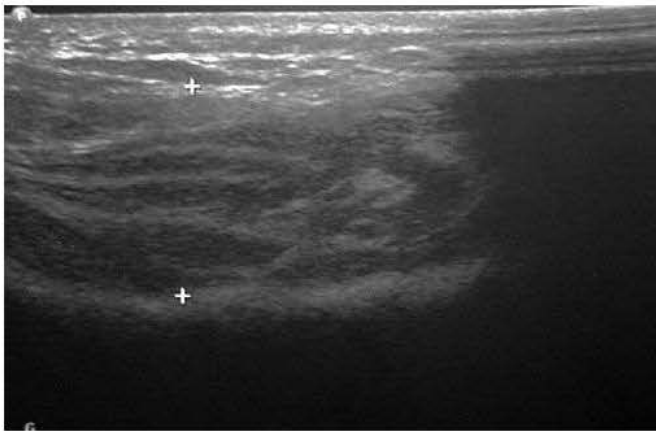
Линейный датчик устанавливается на мыщелке нижней челюсти на скуловой дуге. Измерения проводятся при закрытом, а затем открытом рте для оценки перемещения переднего мыщелка. Если перемещение менее 10 мм, вероятность оценки > 2 очень высока (если перемещение = < 13 мм, оценка менее 2). Этот критерий косвенно оценивает открывание рта.



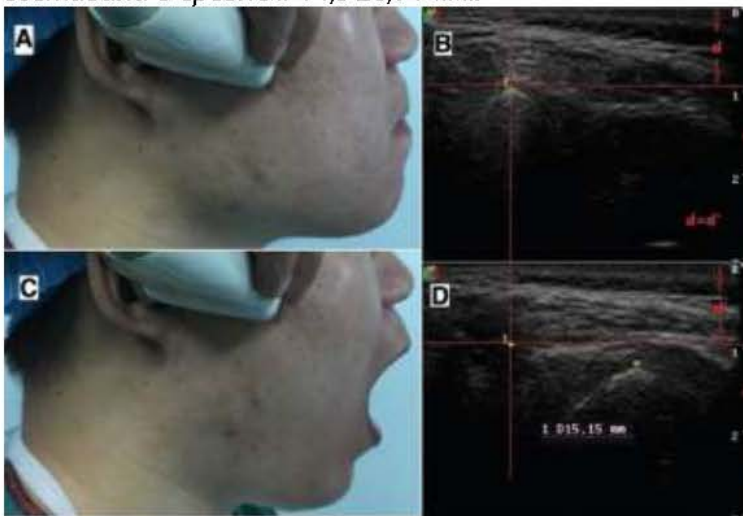
Эхограмма ВНЧС в норме при закрытом рте. Капсула сустава определяется в виде непрерывной, гомогенной гиперэхогенной линейной структуры



Эхограмма ВНЧС в норме при открывании рта. Определяли перемещение точки на вершине головки нижней челюсти на расстояние, которое соответствует поступательному движению головки из суставной ямки вперед при максимально возможном открывании рта пациентом



Эхограмма латеральной крыловидной мышцы. Мышца определяется как гипоэхогенная мягкотканная структура с продольным направлением мышечных волокон, отделенных друг от друга отчетливыми тонкими гиперэхогенными соединительнотканными прослойками. Ширина ЛКМ при закрытом рте составила в среднем $14,9 \pm 0,71$ мм.



Расстояние перевода мышечного отростка составляет 15,15 мм.

- Толщина языка > 60 мм,
- Гиоментальное расстояние < 52 ± 6 мм (против 65 ± 4 мм для легких интубаций),
- Гиоментальный коэффициент < 1,1
- Толщина мягких тканей у подъязычной кости > 16,9 мм (11,9-21,9) против 13,7 мм (12,7-14,6),
- Толщина мягких тканей у щитовидной железы > 34,7 мм (28,8-40,7) против 23,7 мм (22,9-24,4).
- Смещение мышечка нижней челюсти < 10 мм (22,9-24,4).

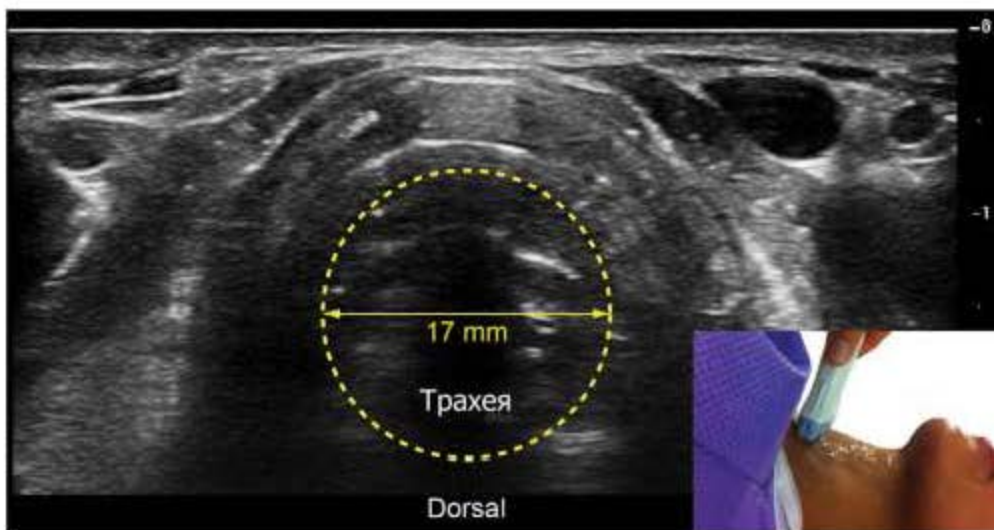
Однако ни один критерий не может предсказать все случаи трудной интубации; например, нормальная толщина языка не исключает невозможности открыть рот; поэтому именно сочетание нескольких критериев, как клинических, так и ультрасонографических, позволяет эффективно оценить ведение трудных дыхательных путей. Однако УЗГ оценивает трудные дыхательные пути, более точно, чем обычные клинические критерии.

17.4. ВЫБОР РАЗМЕРА ИНТУБАЦИОННОЙ ТРУБКИ

У новорожденных и детей определение правильного диаметра ЭТТ затруднено и иногда основано на эмпирических методах (диаметр 5-го пальца и т.д.). У взрослых эта проблема менее точна, поскольку диаметр подглоточного отверстия варьирует в крайних пределах от 10 мм (нижний предел у женщин) до 25 мм (верхний предел у мужчин); однако в случаях стеноза трахеи или для установки двухпросветной трубки, полезно точно знать диаметр подглоточного отверстия верхних дыхательных путей.

УЗИ трахеи позволяет точно измерить диаметр подглоточного отдела перед интубацией трахеи (поперечное сканирование) с помощью линейного датчика над грудиной. У детей если диаметр трахеи составляет 5 мм, то максимальный диаметр трубки - 4,5, поскольку диаметр ЭТТ это внутренний, а не внешний диаметр.

Для селективной интубации доступны двухпросветные трубки четырех размеров: 35, 37, 39, 41 Fr. Поскольку французская единица соответствует 1/3 см, то диаметр катетера 39 Fr составляет 13 мм. УЗИ трахеи является ценным подспорьем для определения максимального размера ЭТТ, которая может быть использована. В случае подглоточного стеноза (поперечное сканирование) облегчает прогнозирование диаметра ЭТТ, так как можно измерить диаметр трахеи на уровне стеноза. По мере возможности, и в основном у детей, можно измерить длину стеноза и визуализировать положение кончика ЭТТ (продольное сагитальное сканирование, поверхностный линейный датчик).



Трахея и ЭТТ. Интратрахеальное положение ЭТТ можно проверить с помощью УЗИ. (А) Иногда можно визуализировать ЭТТ непосредственно на поперечном срезе трахеи. (В) Легче визуализировать его на поперечном срезе трахеи, выделив две параллельные гиперэхогенные линии (повторяющиеся артефакты передней стенки ЭТТ) перед акустической тенью, создаваемой воздухом, находящимся в ЭТТ.

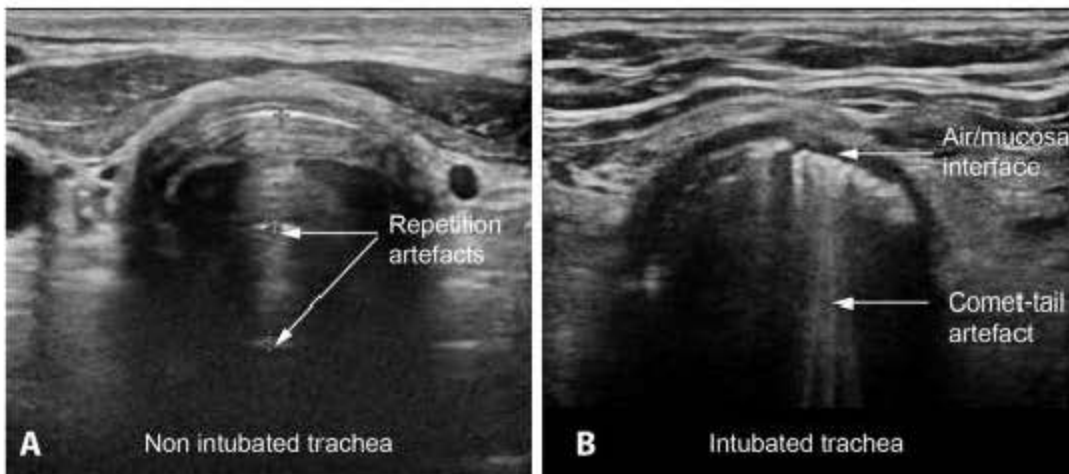
17.5. ПОЛОЖЕНИЕ ИНТУБАЦИОННОЙ ТРУБКИ

Для успешной интубации трахеи соблюдаются два критерия: интратрахеальное положение трубки и неселективная или намеренно селективная интубация бронхов.

- Интратрахеальное положение ЭТТ возможно визуализировать в реальном времени при прохождении трубки в трахею, с помощью датчика расположенного на уровне крикотиреоидной мембраны (корональное сканирование линейным датчиком или поперечное сканирование конвексным датчиком), но это не так просто и требует участия двух операторов. После интубации интратрахеальное положение трубки может быть подтверждено прямым или косвенным методами. На поперечном срезе ЭТТ визуализируется непосредственно в виде гиперэхогенного кольца в трахее. При сагиттальном сканировании ЭТТ визуализируется как срединное линейное двойное эхо в трахее. Косвенно интратрахеальное положение ЭТТ подтверждается на супрастернальном корональном срезе трахеи наличием артефактов повторения, создаваемых интерфейсом воздух-слизистая оболочка, повторением на одинаковом расстоянии ложных линейных изображений в трахее которые не являются трахеальными кольцами. Наличие заполненного воздухом ЭТТ в трахее создает заднюю тень и артефактные изображения в виде хвоста кометы (не линейные). Увеличение передне-заднего диаметра трахеи во время раздувания баллона является еще одним косвенным признаком интратрахеального положения трубки. Введение металлического стилета через трубку не улучшает видимость из-за наличия воздуха в трубке.

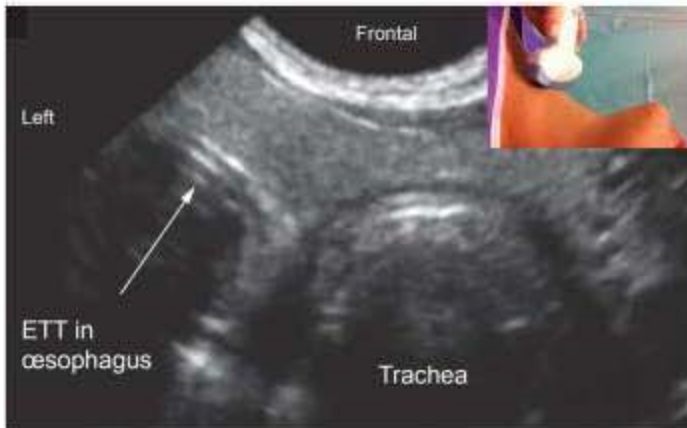
- Визуализация пищевода

Когда ЭТТ находится в трахее, пищевод остается закрытым после интубации. Если ЭТТ не интратрахеально, пищевод, расширенный ЭТТ и раздутым баллоном, рассматривается как "вторая трахея", а истинная трахея смещается вперед или вправо.

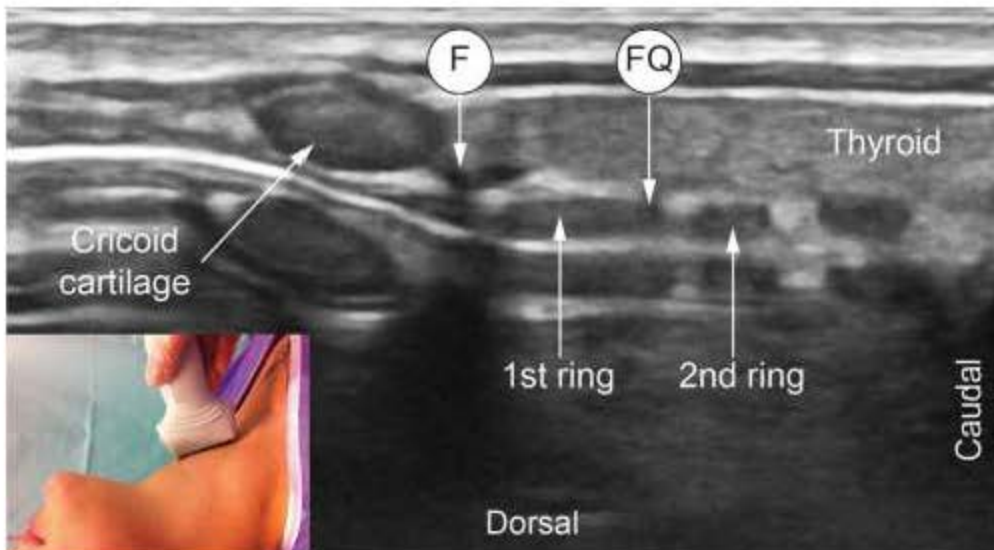


Интубированная и неинтубированная трахея. Супрастернальное поперечное сканирование трахеи. (А) Трахея не интубирована; видны повторяющиеся артефакты. (В) Трахея интубирована; повторяющиеся

артефакты больше не визуализируются из-за наличия воздуха в ЭТТ; определяются артефакты хвоста кометы. Перед ЭТТ появляется воздушно-слизистый интерфейс (черная линия).



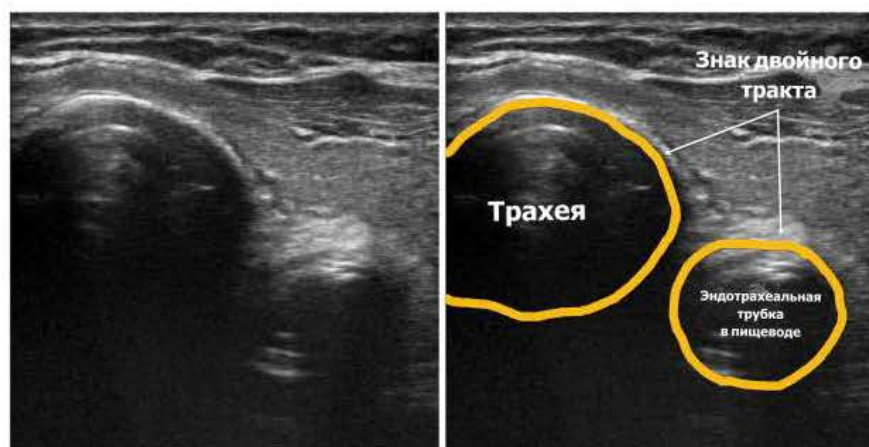
Интубация пищевода. После интубации УЗИ должно выявить наличие ЭТТ в трахее. Наличие "второго пищевода" указывает на присутствие ЭТТ в пищеводе.



Ультразвуковые ориентиры для чрескожной крикотомии или трахеостомии. Перстневидный хрящ и первые кольца трахеи определяются с помощью линейного датчика. Согласно технике Fantoni (F), подход выполняется между перстневидным хрящом и первым трахеальным кольцом; согласно технике Frova и Quentel (FQ), подход выполняется между первым и вторым трахеальным кольцом. На этом медиальной сонограмме паренхима щитовидной железы в области перешейка находится на уровне нижнего края перстневидного хряща, что оправдывает крайнюю осторожность при подходе к трахее.



Эндотрахеальная трубка в трахее: знак пули.



Поперечное сканирование на котором видна эндотрахеальная трубка в пищеводе. Признак двойного тракта.

17.6. РАВНОМЕРНОСТЬ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

Скольжение по плевральной полости

Когда легкое не вентилируется (апноэ или интубация пищевода), плевральное скольжение отсутствует. Визуализация плеврального скольжения указывает на то что легкое, находящееся под датчиком, вентилируется. После интубации трахеи наличие плеврального скольжения в левом легком подтверждает, что ЭТТ является трахеальным, а не селективный в правом магистральном бронхе. При отсутствии скольжения левой плевральной полости наличие скольжения правой плевральной полости подтверждает, что интубация трахеальная и селективная в правом главном бронхе. Двустороннее отсутствие плеврального скольжения указывает на то, что пациент не вентилируется и что ЭТТ (вероятно) находится не в трахее. При использовании обычных критериев (аускультация + капнограмма + не снижающееся значение $PetCO_2$) для определения положения ЭТТ требуется минимальная задержка в 30-60 с. При использовании УЗИ время, необходимое для подтверждения его положения, в два раза меньше, чем при использовании обычных методов. УЗИ представляется наиболее быстрым и эффективным методом определения положения ЭТТ. Комбинация трахеоэзофагеального УЗИ и плеврального УЗИ трахеоэзофагеальной области и плевральной полости подтверждает положение ЭТТ в 100% случаев.

Изолированное легкое

При наличии ЭТТ, если вентилируются оба легких, плевра скользит в обоих легких. На изолированном легком скольжение плевры не происходит, даже если присутствует плевральный пульс; если скольжение плевры обнаруживается, когда легкое предположительно изолировано, это означает, что легкое на самом деле не исключено. Исследование контралатерального легкого подтверждает, что предположительно вентилируемое легкое эффективно вентилируется. Плевральное скольжение позволяет подтвердить изоляцию легкого с чувствительностью и значением VPP 100%. Для подтверждения правильного расположения ЭТТ при изоляции легкого УЗИ трахеи и плевральной полости более эффективно, чем аускультация.

17.7. ДИАГНОСТИКА ОСТРЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ НАРУШЕНИЙ

УЗИ верхних дыхательных путей и легких облегчает диагностику интраоперационных острых вентиляционных или легочных аномалий. УЗИ помогает определить обструкцию или перекручивание ЭТТ (исчезновение плеврального скольжения). УЗИ плевральной полости - самый быстрый и точный метод подтверждения или исключения диагноза пневмоторакса (после канюляции центральной вены или нервной блокады) по специфичности и чувствительности выше рентгенографии грудной клетки. Исчезновение плеврального скольжения и признак штрихкода в М-режиме (только линии А) подтверждают диагноз. Наличие плеврального скольжения чувствительность 100% для подтверждения отсутствия пневмоторакса. Диагностика плеврального выпота или острого отека легких облегчается с помощью УЗИ; наличие более 5 В-линий (артефакты "хвоста кометы") в области сканирования является высоко показательным для отека легких и исключает диагноз пневмоторакса.

17.8. ВЫПОЛНЕНИЕ ТРАХЕОСТОМИИ И КРИКОТОМИИ

СТМ часто трудно идентифицировать (ожирение, неотложная помощь или травма), а с помощью клинических ориентиров его удается правильно локализовать только в 30% случаев. УЗИ способствует быстрой и надежной идентификации СТМ. При подготовке к предполагаемому затрудненному дыханию полезно определить местонахождение ТСМ и отметить его расположение на шее, чтобы облегчить спасательную крикотиротомию. Выполнение крикотиротомии или транстрахеальной струйной вентиляции облегчается при идентификации СТМ с помощью УЗИ. Уровень чрескожной трахеостомии (методы Fantoni или Frova и Quentel) требует идентификации крикотиреоидного хряща и первых колец трахеи. Кроме того, УЗГ визуализирует положение тела щитовидной железы, а цветное доплеровское исследование перед цветное доплеровское исследование перед пункцией позволяет визуализировать любые сосудистые структуры в месте пункции [50]. Кроме того, сканирование ТКМ с помощью УЗГ облегчает ретроградную интубацию.



Щитовидный хрящ, перстневидный хрящ и щито-перстневидная мембрана (СТМ) визуализируются с помощью линейного датчика при поперечном и продольном сканировании. Используется для локализации СТМ - ключевого ориентира при проведении экстренной крикотиротомии, трансстрахеальной струйной вентиляции и ретроградной интубации.

17.9. БЛОКАДЫ НЕРВОВ ВДП

Двусторонняя блокада верхнего гортанного нерва полезна для бодрствующей фиброоптической интубации в сложных ситуациях, например, при травмах шейного отдела позвоночника. Пальпация больших рогов подъязычной кости и хряща гортани позволяет определить ориентиры для пункции. Прямая сонографическая визуализация нерва затруднена. Однако тиреоидное пространство между большим рогом подъязычной кости и тиреоидной мембраной, содержащей верхнюю гортанную артерию, определяется с помощью датчика "хоккейная клюшка". Допплеровская визуализация верхней гортанной артерии вблизи большого рога подтверждает адекватный ориентир, облегчает введение местного анестетика и предотвращает травму сосудов

17.10. ПОМОЩЬ В ЭКСТУБАЦИИ

УЗГ может помочь предсказать неудачу экстубации, показывая отек голосовых связок. Аналогично, после шейной хирургии или длительной интубации в интенсивной терапии УЗИ может выявить изменение подвижности голосовых связок. В интенсивной терапии диафрагмальная дисфункция может быть причиной отказа от вентиляции легких; ультразвуковая оценка кинетики диафрагмы может помочь предсказать или понять отказ от вентиляции легких.

Постэкстубационный стридор (ПЭС) вызывает беспокойство у пациентов, которые были интубированы в течение длительного периода времени или у которых по разным причинам может наблюдаться отек дыхательных путей. Тесты на утечку из манжеты широко используются для прогнозирования возможности успешной экстубации пациента и имеют хорошую специфичность, но низкую чувствительность, а также межличностную вариабельность. Это означает, что даже если утечка присутствует, пациент должен находиться под тщательным наблюдением на предмет наличия ПЭС после экстубации [7, 8]. ПЭС часто приводит к повторной интубации, длительной интубации и связанным с ней сопутствующим заболеваниям.

УЗИ перед экстубацией может позволить оценить состояние голосовых связок, гортани и легкость проведения интубации. Отношение ширины воздушного столба (рис. 3.7) до экстубации (при спущенной манжете) к ширине воздушного столба сразу после интубации является потенциальным предиктором постэкстубационного стридора. Отношение $<0,8$ является предиктивным для постэкстубационного стридора [8, 9]. Если ширина воздушного столба непосредственно после интубации недоступна, возможным предиктором может быть разница в ширине воздушного столба при раздутой и спущенной манжете, хотя значения у взрослых еще не установлены [10].



Ширина воздушного столба (пунктирная желтая линия) у интубированного пациента со спущенной манжетой

17.11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРАВИЛЬНОСТИ УСТАНОВКИ ЛАРИНГОМАСКИ

Надглоточные устройства и зонды. УЗИ облегчает проверку адекватного положения надгортанника и тест на утечку. Поскольку она содержит гиперэхогенный элемент, трансозофагеальный доплеровский зонд или желудочный зонд, помещенный в пищевод, видны при УЗГ.



17.12. СИНДРОМ СОННОГО АПНОЭ

Диагностика синдрома обструктивного апноэ сна (ОСА). Распространенность ОСА растет, особенно среди детей и пациентов с ожирением. Для анестезиологов важно подтвердить этот диагноз перед операцией. УЗИ шейного отдела позвоночника предоставляет диагностическую информацию.

Чрезмерное расстояние (> 28 мм) между языковыми артериями связано с ОСА. Размеры ретроязычного (критическое значение < 37 мм) и ретропалатального (критическое значение < 30 мм) пространств, измеренные с помощью ультразвука, тесно коррелируют (se 100%, sp 65%) с диагнозом синдрома обструктивного апноэ сна (ОСА), причем эти пространства тем меньше, чем тяжелее обструкция. Распространенность ОСА растет, особенно среди детей и пациентов с ожирением. Для анестезиологов важно подтвердить этот диагноз перед операцией. УЗИ шейного отдела позвоночника предоставляет диагностическую информацию.

Расстояние между латеральным краем глотки и сонной артерией в диапазоне от 30 мм до 50 мм тесно коррелирует с диагнозом ОСА; чем больше расстояние, тем тяжелее ОСА.

Размеры латерального парафарингеального пространства измеряются на скане, на котором в поверхностной плоскости отображается бифуркация сонной артерии (цветной доплер) парафарингеальное пространство и шейный отдел позвоночника.

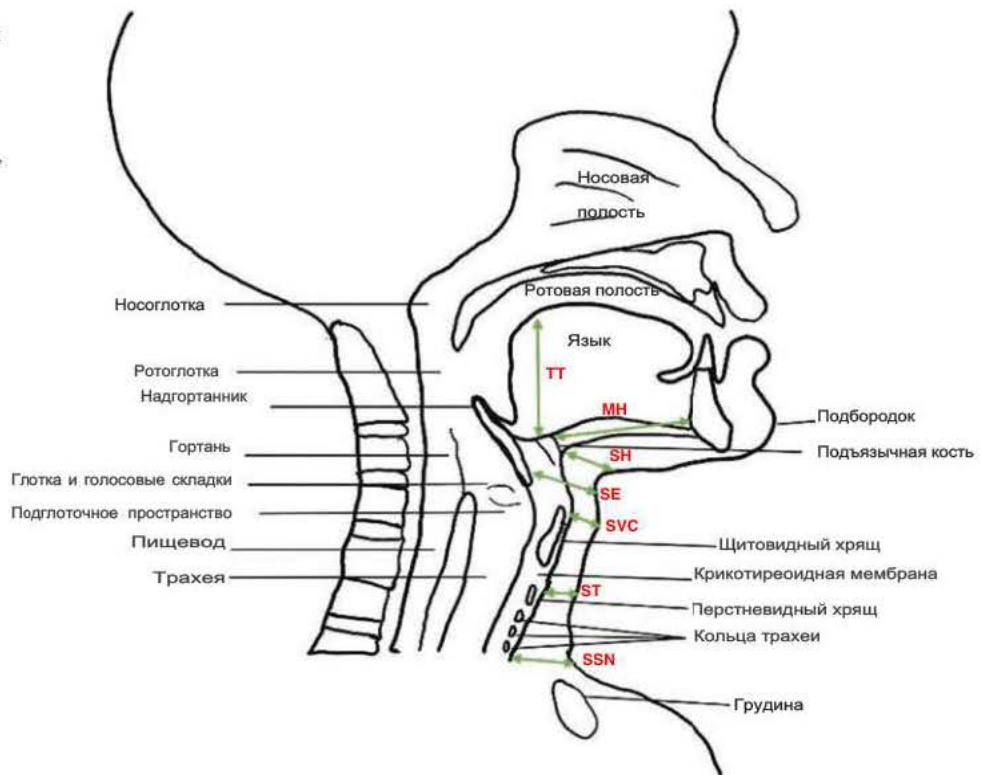


Язык и язычные артерии.

Поперечное сканирование дна полости рта (линейный датчик). Язык визуализируется в плоскости, проходящей через язычные артерии (цветной доплер). Этот ориентир позволяет провести сравнительные измерения расстояния между язычными артериями. Если расстояние между двумя языковыми артериями превышает 28 мм, высока вероятность синдрома сонного апноэ и трудной интубации.

Уровни, на которых измерение параметров дыхательных путей может предсказать трудную ларингоскопию.

- TT толщина языка,
- MH ментогиоидное расстояние,
- SH расстояние от кожи до подъязычной кости,
- SE расстояние от кожи до надгортанника,
- SVC расстояние от кожи до передней спайки голосовых связок,
- ST расстояние от кожи до перешейка щитовидной железы,
- SSN расстояние от кожи до надключичной выемки



Резюме ультразвуковых параметров, которые могут предсказать трудную интубацию

Ширина языка:

Получение изображения:

Линейный датчик в поперечной ориентации на субментальном уровне

Интерпретация: Ширина >28 мм соответствует более высокой вероятности обструктивного сонного апноэ и затрудненной ларингоскопии



Ментогиоидное расстояние и толщина языка:

Получение изображения:

Конвексный датчик в сагитальной ориентации между подъязычной и подбородочной костями

Подбородочноподъязычное (МН) расстояние:

Интерпретация:

1. Расстояние МН $< 52 \pm 6$ мм указывает на возможную затрудненную интубацию, в то время как $> 65 \pm 4$ мм указывает на легкую интубацию
2. Отношение расстояний МН в положении головы пациента гиперэкстензии и в нейтральном положении. Отношение $< 1,1$ прогнозирует затрудненную ларингоскопию и интубацию

Эти измерения также указывает на степень подвижности шейного отдела позвоночника

Толщина языка (ТТ):

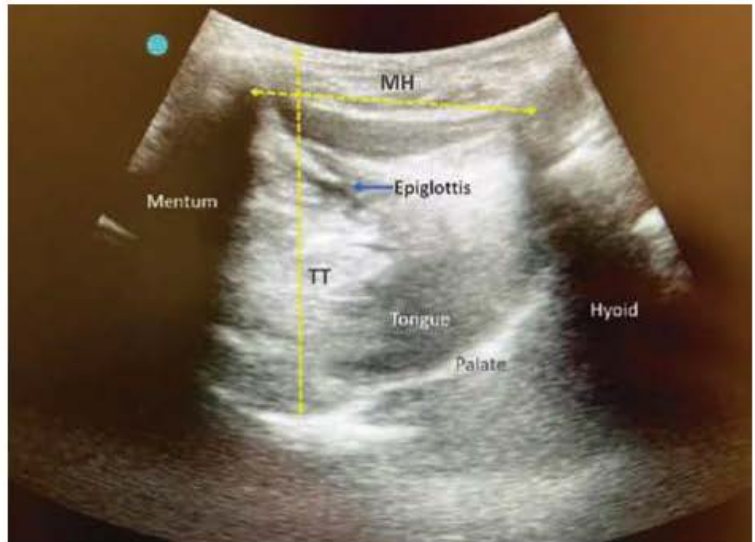
Интерпретация: Измерение максимальной толщины языка между дном ротовой полости и твердым нёбом. Расстояние более 60 мм указывает на макроглоссию и может указывать на обструктивное сонное апноэ (OSA)

Расстояние от кожи до подъязычной кости (SH):

Способ получения изображения:

Линейный датчик в поперечной ориентации на уровне подъязычной кости

Интерпретация: Расстояние SH $> 16,9$ мм может предсказать трудную интубацию



Расстояние от кожи до надгортанника (SE):

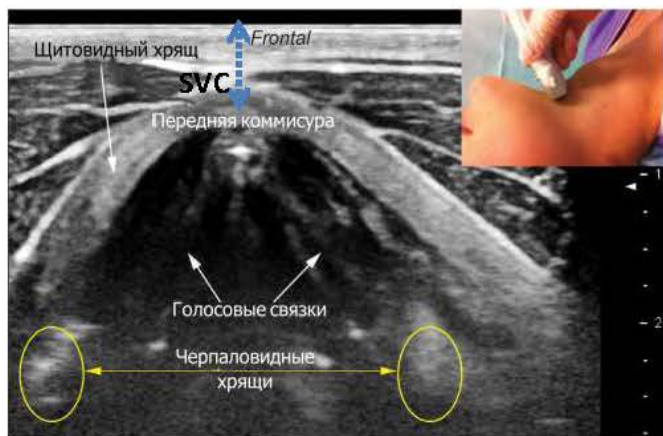
Способ получения изображения:
Линейный датчик в поперечном направлении чуть ниже уровня подъязычной кости

Интерпретация: Расстояние SE >24 мм может указывать на затрудненную интубацию



Расстояние от кожи до передней спайки голосовых связок (SVC):

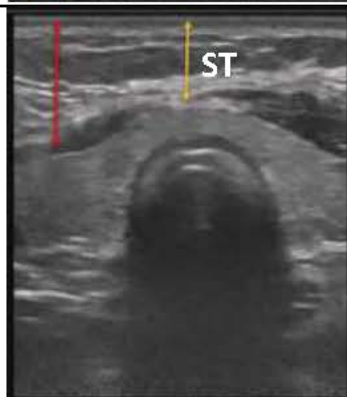
Получение изображения: Линейный датчик в поперечной ориентации на уровне щитовидного хряща. Интерпретация: Расстояние от SVC >28 мм может указывать на трудности интубации



Расстояние от кожи до перешейка щитовидной железы (ST):

Получение изображения: Линейный зонд в поперечной ориентации на уровне перстневидного хряща, ищем точку, где максимально виден перешеек щитовидной железы.

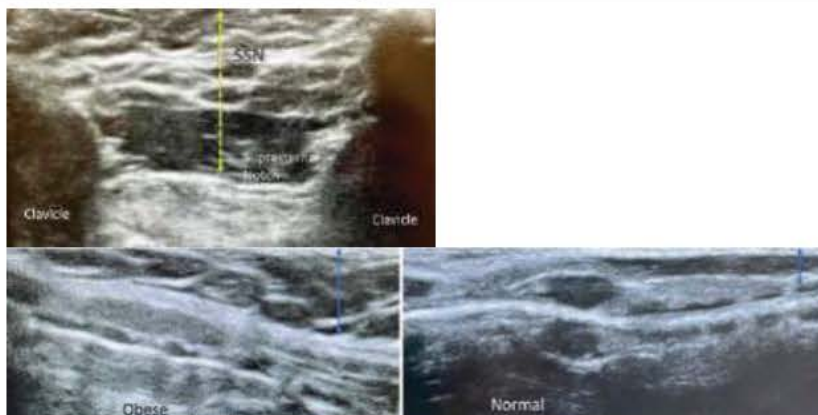
Интерпретация: Расстояние ST >34,7 мм может указывать на трудную интубацию.



Расстояние от кожи до надгрудинной ямки:

Способ получения изображения:
Линейный зонд в поперечной ориентации на уровне надгрудинной ямки.

Интерпретация: Не является доказанным предиктором, но может быть полезен в качестве скринингового инструмента для прогнозирования трудных дыхательных путей [20, 21].



18. ЛИТЕРАТУРА

1. Kristensen MS. Ultrasonography in the management of the airway. *Acta Anaesth Scand* 2011;55:1155–73.
2. You-Ten KE, Siddiqui N, Teoh WH, Kristensen MS. Point-of-care ultrasound (POCUS) of the upper airway. *Can J Anaesth* 2018;65:473–84.
3. Zieleskiewicz L, Bouvet L, Einav S, Duclos G, Leone M. Diagnostic point-of-care ultrasound: applications in obstetric anaesthetic management. *Anaesthesia* 2018;73:1265–79.
4. Osman A, Sum KM. Role of upper airway ultrasound in airway management. *J Intensive Care* 2016;4:52.
5. Hui CM, Tsui BT. Sublingual ultrasound as an assessment method for predicting difficult intubation: a pilot study. *Can J Anesth* 2014;69:314–9.
6. Liu KH, Chu WC, To KW, Ko FW, Tong MW, Chan JW, et al. Sonographic measurement of lateral parapharyngeal wall thickness in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep* 2007;30:1503–8.
7. Otremba M, Millet J, Abrahams J, Scoutt LM, Bianchi M. Appearance of the epiglottis during upper airway sonography. *J Ultrasound Med* 2012;31:1298–300.
8. Xia CX, Zhu Q, Cheng Y, et al. Sonographic assessment of hypopharyngeal carcinoma: preliminary study. *J Ultrasound Med* 2011;30:217–25.
9. Mallin M, Curtis K, Dawson M, Ockerse P, Ahern M. Accuracy of ultrasound-guided marking of the cricothyroid membrane before simulated failed intubation. *Am J Emerg Med* 2014;32:61–3.
10. Manikandan S, Neema PK, Rathod RC. Ultrasound-guided bilateral superior laryngeal nerve block to aid awake endotracheal intubation in a patient with cervical spine disease for emergency surgery. *Anaesth Intensive Care* 2010;38:946–8.
11. Barberet G, Henry Y, Tatu L, Berthier F, Besch G, Pili-Floury S, et al. Ultrasound description of a superior laryngeal nerve space as an anatomical basis for echoguided regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 2012;109:126–8.
12. Zhu SY, Liu RC, Chen LH, Yang H, Feng X, Liao XH. Sonographic anatomy of the cervical esophagus. *J Clin Ultrasound* 2004;32:163–71.
13. Haskins SC, Tsui BC, Nejm JA, Wu CL, Boublik J. Lung ultrasound for the regional anesthesiologist and acute pain specialist. *Reg Anesth Pain Med* 2017;42:289–98.
14. Lichtenstein DA, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. Lung sliding. *Chest* 1995;108:1345–8.
15. Khurana J, Gartner SC, Naik L, Tsui BCH. Ultrasound identification of diaphragm by novices using ABCDE technique. *Reg Anesth Pain Med* 2018;43:161–5.
16. Adhikari S, Zeger W, Schmier C, Crum T, Craven A, Frokaj I, et al. Pilot study to determine the utility of point-of-care ultrasound in the assessment of difficult laryngoscopy. *Acad Emerg Med* 2011;18:754–8.
17. Falcetta S, Cavallo S, Gabbanelli V, Pelalaia P, Sorbello M, Zdravkovic I, et al. Evaluation of two neck ultrasound measurements as predictors of difficult direct laryngoscopy: a prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol* 2018;35:605–12.
18. Zheng BX, Zheng H, Lin XM. Ultrasound for predicting difficult airway in obstetric anesthesia: protocol and methods for a prospective observational clinical study. *Medicine (Baltimore)* 2019;98:e17846.
19. Ezri T, Gewirtz G, Sessler DI, Medalion B, Szmuk P, Hagberg C, et al. Prediction of difficult laryngoscopy in obese patients by ultrasound quantification of anterior neck soft tissue. *Anaesthesia* 2003;58:1111–4.
20. Komatsu R, Sengupta P, Wadhwa A, Akca O, Sessler DI, Ezri T, et al. Ultrasound quantification of anterior soft tissue thickness fails to predict difficult laryngoscopy in obese patients. *Anaesth Intensive Care* 2007;35:32–7.
21. Yao W, Wang B. Can tongue thickness measured by ultrasonography predict difficult trachea intubation? *Br J Anaesth* 2017;118:601–9.
22. Huh J, Shin HY, Kim SH, Yoon TK, Kim DK. Diagnostic predictor of difficult laryngoscopy: the hyomental distance ratio. *Anesth Analg* 2009;108:544–8.
23. Abraham S, Himarani J, Mary NS, Shanmugasundaram S, Krishnakumar Raja VB. Ultrasound as an assessment method in predicting difficult intubation: a prospective clinical study. *J Maxillofac Oral Surg* 2018;17:563–9.
24. Wojtczak JA. Submandibular sonography. Assessment of hyomental distances and ration, tongue size and floor of the mouth musculature using portable sonography. *J Ultrasound Med* 2012;31:523–8.
25. Yao W, Zhou Y, Wang B, Yu T, Shen Z, Wu H, et al. Can mandibular condylar mobility sonography measurements predict difficult laryngoscopy? *Anesth Analg* 2017;124:800–6.
26. Fulkerson JS, Moore HM, Anderson TS, Lowe Jr RF. Ultrasonography in the preoperative difficult airway assessment. *J Clin Monit Comput* 2017;31:513–30.

27. Stafrace S, Engelhardt T, Teoh WH, Kristensen MS. Essential ultrasound techniques of the pediatric airway. *Paediatr Anaesth* 2016;26:122–31. [28] Marciniak B, Fayoux P, He'brard A, Krivosic-Horber R, Engelhardt T, Bissonnette B. Airway management in children: ultrasonography assessment of tracheal intubation in real time? *Anesth Analg* 2009;108:461–5.
28. Altun D, Orhan-Sungur M, Ali A, O' zkan-Seyhan T, Sivrikoz N, C,amci E. The role of ultrasound in appropriate endotracheal tube size selection in pediatric patients. *Paediatr Anaesth* 2017;27:1015–20.
29. Sustic' A, Miletic' D, Protic' A, Ivancic' A, Cicvaric' T. Can ultrasound be useful for predicting the size of a left double-lumen bronchial tube? Tracheal width as measured by ultrasonography versus computed tomography. *J Clin Anesth* 2008;20:247–52.
30. Eicken JJ, Wilcox SR, Liteplo AS. Bedside sonographic diagnosis of tracheal stenosis. *J Ultrasound Med* 2012;31:468–70.
31. Ma G, Davis DP, Schmitt J, Vilke GM, Chan TC, Hayden SR. The sensitivity and specificity of transcricothyroid ultrasonography to confirm endotracheal tube placement in a cadaver model. *J Emerg Med* 2007;32:405–7.
32. Hoffmann B, Gullett JP. Emergency ultrasound for the detection of esophageal intubation. *Acad Emerg Med* 2010;17:464–5.
33. Milling TJ, Jones M, Khan T, Tad-y D, Melniker LA, Bove J, et al. Transtracheal 2-D ultrasound for identification of esophageal intubation. *J Emerg Med* 2007;32:409–14.
34. Werner SL, Smith CE, Goldstein JR, Jones RA, Cydulka RK. Pilot study to evaluate the accuracy of ultrasonography in confirming endotracheal tube placement. *Ann Emerg Med* 2007;49:75–80.
35. Kerforne T, Petitpas F, Scepti M, Loupec T, Dufour J, Nanadoumgar H, et al. Accurate and easy to learn ultrasound sign to confirm correct tracheal intubation in cadaver model. *Br J Anaesth* 2013;111:510–1. *P.J. Zetlaoui Anaesth Crit Care Pain Med* 40 (2021) 100821 9
36. Tsung JW, Fenster D, Kessler DO, Novik J. Dynamic anatomic relationship of the esophagus and trachea on sonography: implications for endotracheal tube confirmation in children. *J Ultrasound Med* 2012;31:1365–70.
37. Weaver B, Lyon M, Blaiwas M. Confirmation of endotracheal tube placement after intubation using the ultrasound sliding lung sign. *Acad Emerg Med* 2006;13:239–44.
38. Ramsingh D, Frank E, Haughton R, Schilling J, Gimenez KM, Banh E, et al. Auscultation versus point-of-care ultrasound to determine endotracheal versus bronchial intubation: a diagnostic accuracy study. *Anesthesiology* 2016;124:1012–20.
39. Chou HC, Tseng WP, Wang CH, Ma MH, Wang HP, Huang PC, et al. Tracheal rapid ultrasound exam (T.R.U.E.) for confirming endotracheal tube placement during emergency intubation. *Resuscitation* 2011;82:1279–84.
40. Park SC, Ryu JH, Yeom SR, Jeong JW, Cho SJ. Confirmation of endotracheal intubation by combined ultrasonographic methods in the Emergency Department. *Emerg Med Australas* 2009;21:293–7.
41. Zechner PM, Breikreutz R. Ultrasound instead of capnometry for confirming tracheal tube placement in an emergency? *Resuscitation* 2011;82:1259–61.
42. Sustic' A, Protic' A, Cicvaric' T, Zupan Z. The addition of a brief ultrasound examination to clinical assessment increases the ability to confirm placement of double-lumen endotracheal tubes. *J Clin Anesth* 2010;22:246–9.
43. Lichtenstein DA, Mezie're GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest* 2008;134:117–25.
44. Siddiqui N, Yu E, Boulis S, You-Ten KE. Ultrasound is superior to palpation in identifying the cricothyroid membrane in subjects with poorly defined neck landmarks: a randomized clinical trial. *Anesthesiology* 2018;129:1132–9.
45. Rodriguez SJ, Esteves LE. Real-time ultrasound-guided percutaneous dilatational tracheostomy. *Crit Care* 2011;15:443.
46. Alansari M, Alotair H, Al Aseri Z, Elhoseny MA. Use of ultrasound guidance to improve the safety of percutaneous dilatational tracheostomy: a literature review. *Crit Care* 2015;19:229.
47. [48] Elliott DS, Baker PA, Scott MR, Birch CW, Thompson JM. Accuracy of surface landmark identification for cannula cricothyroidotomy. *Anaesthesia* 2010;65:889–94.
48. [49] Barbe N, Martin P, Pascal J, Heras C, Rouffiange P, Molliex S. Repe'rage de la membrane cricothyroi'dienne en phase d'apprentissage: valeur ajoute'e de l'e'chographie? *Ann Fr Anesth Re'anim* 2014;33:163–6.
49. Weightman WM, Gibbs NM. Prevalence of major vessels anterior to the trachea at sites of potential front-of-neck emergency airway access in adults. *Br J Anaesth* 2018;121:1166–72.
50. Vieira D, Lages N, Dias J, Maria L, Correia C. Ultrasound-guided retrograde intubation. *Anaesthesia* 2013;68:1075–6.
51. Kaur B, Tang R, Sawka A, Krebs C, Vaghadia H. A method for ultrasonographic visualization and injection of the superior laryngeal nerve: volunteer study and cadaver simulation. *Anesth Analg* 2012;115:1242–5.
52. Vaghadia H, Lawson R, Tang R, Sawka A. Failure to visualise the superior laryngeal nerve using ultrasound imaging. *Anaesth Intensive Care* 2011;39:503.
53. Ding LW, Wang HC, Wu HD, Chang CJ, Yang PC. Laryngeal ultrasound: a useful method in predicting post-extubation stridor. A pilot study. *Eur Respir J* 2006;27:384–9.
54. Kandil E, Deniwar A, Noureldine SI, Hammad AY, Mohamed H, Al-Qurayshi Z, et al. Assessment of vocal fold function using transcutaneous laryngeal ultrasonography and flexible laryngoscopy. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2016;142:74–8.
55. Llamas-A' lvarez AM, Tenza-Lozano EM, Latour-Pe'rez J. Diaphragm and lung ultrasound to predict weaning outcome: systematic review and meta-analysis. *Chest* 2017;152:1140–5.

56. Song K, Yi J, Liu W, Huang S, Huang Y. Confirmation of laryngeal mask airway placement by ultrasound examination: a pilot study. *J Clin Anesth* 2016;34:638–46.
57. Shu CC, Lee P, Lin JW, Huang CT, Chang YC, Yu CJ, et al. The use of sub-mental ultrasonography for identifying patients with severe obstructive sleep apnea. *PLoS One* 2013;10:8–12.
58. Lahav Y, Rosenzweig E, Heyman Z, Doljansky J, Green A, Dagan Y. Tongue base ultrasound: a diagnostic tool for predicting obstructive sleep apnea. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2009;118:179–84.
59. Singh M, Chin KJ, Chan VWS, Wong DT, Prasad GA, Yu E. Use of sonography for airway assessment. *J Ultrasound Med* 2010;29(1):79–85. <https://doi.org/10.7863/jum.2010.29.1.79>.
60. Rai Y, You-Ten E, Zasso F, De Castro C, Ye XY, Siddiqui N. The role of ultrasound in front-of-neck access for cricothyroid membrane identification: A systematic review. *J Crit Care* 2020;60:161–168. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2020.07.030>.
61. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth* 2015;115(6):827–48. <https://doi.org/10.1093/bja/aev371>.
62. Dixit A, Ramaswamy KK, Perera S, Sukumar V, Frerk C. Impact of change in head and neck position on ultrasound localisation of the cricothyroid membrane: an observational study. *Anaesthesia* 2019;74(1):29–32. <https://doi.org/10.1111/anae.14445>.
63. Bowness J, Teoh WH, Kristensen MS, Dalton A, Saint-Grant AL, Taylor A, et al. A marking of the cricothyroid membrane with extended neck returns to correct position after neck manipulation and repositioning. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2020;64(10):1422–1425. <https://doi.org/10.1111/aas.13680>.
64. Kristensen MS, Teoh WH, Rudolph SS, Tvede MF, Hesselfeldt R, Borglum J, et al. Structured approach to ultrasound-guided identification of the cricothyroid membrane: A randomized comparison with the palpation method in the morbidly obese. *Br J Anaesth* 2015;114:1003–4. <https://doi.org/10.1093/bja/aev123>.
65. Haskins SC, Bronshteyn Y, Perlas A, El-Boghdadly K, Zimmerman J, Silva M, et al. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine expert panel recommendations on point-of-care ultrasound education and training for regional anesthesiologists and pain physicians - part I: clinical indications. *Reg Anesth Pain Med*. Published online first 2021, February 24:1–17. <https://doi.org/10.1136/rapm-2021-102560>.
66. Simmons ST, Schleich AR. Airway regional anesthesia for awake fiberoptic intubation. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27(2):180–92. <https://doi.org/10.1053/rapm.2002.30659>.
67. Cergan R, Dumitru M, Vrinceanu D, Neagos A, Jeican I, Ciuluvica R. Ultrasonography of the larynx: novel use during the SARS-CoV-2 pandemic (Review). *Exp Ther Med* 2021;21(3):1–5. <https://doi.org/10.3892/etm.2021.9704>.
68. Ip V, Tham C. COVID-19 pandemic: negative-pressure tent during atomization of local anesthetic for awake fiberoptic intubation. *Anesth Analg* 2020;131(3):e178–e179. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005066>.
69. Azman J, Pintaric TS, Cvetko E, Vlassakov K. Ultrasound-guided glossopharyngeal nerve block a cadaver and a volunteer sonoanatomy study. *Reg Anesth Pain Med* 2017;42(2):252–8. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000561>.
70. Stopar-Pintaric T, Vlassakov K, Azman J, Cvetko E. The thyrohyoid membrane as a target for ultrasonography-guided block of the internal branch of the superior laryngeal nerve. *J Clin Anesth* 2015;27(7):548–52. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2015.07.016>.
71. Das SK, Choupoo NS, Haldar R, Lahkar A. Transtracheal ultrasound for verification of endotracheal tube placement: a systematic review and meta-analysis. *Can J Anesth* 2015;62(4):413–423. <https://doi.org/10.1007/s12630-014-0301-z>.
72. Gottlieb M, Holladay D, Peksa GD. Ultrasonography for the confirmation of endotracheal tube intubation: a systematic review and meta-analysis. *Ann Emerg Med* 2018;72(6):627–36. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2018.06.024>.
73. Chenkin J, McCartney CJL, Jelic T, Romano M, Heslop C, Bandiera G. Defining the learning curve of point-of-care ultrasound for confirming endotracheal tube placement by emergency physicians. *Crit Ultrasound J* 2015;7(1). <https://doi.org/10.1186/s13089-015-0031-7>.
74. Chou H-C, Chong K-M, Sim S-S, Ma MH-M, Liu S-H, Chen N-C, Wu M-C, et al. Real-time tracheal ultrasonography for confirmation of endotracheal tube placement during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2013;84(12):1708–12. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.06.018>.
75. Chou H-C, Tseng W-P, Wang C-H, Ma MH-M, Wang H-P, Huang P-C, et al. Tracheal rapid ultrasound exam (T.R.U.E.) for confirming endotracheal tube placement during emergency intubation. *Resuscitation* 2011;82(10):1279–84. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.05.016>.
76. Alessandri F, Antenucci G, Piervincenzi E, Buonopane C, Bellucci R, Andreoli C, et al. Ultrasound as a new tool in the assessment of airway difficulties: an observational study. *Eur J Anaesthesiol* 2019;36(7):509–15. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000989>.
77. Singh M, Tuteja A, Wong DT, Goel A, Trivedi A, Tomlinson G, et al. Point-of-care ultrasound for obstructive sleep apnea screening: are we there yet? a systematic review and meta-analysis. *Anesth Analg* 2019;129(6):1673–91. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004350>.
78. Ko DR, Chung YE, Park I, Lee H-J, Park JW, You JS, et al. Use of bedside sonography for diagnosing acute epiglottitis in the emergency department. *J Ultrasound Med* 2012;31(1):19–22. <https://doi.org/10.7863/jum.2012.31.1.19>.
79. Alansari M, Alotair H, Al Aseri Z, Elhoseny MA. Use of ultrasound guidance to improve the safety of percutaneous dilatational tracheostomy: a literature review. *Crit Care* 2015;19(1):229. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0942-5>.

80. Ravi PR, Vijai MN, Shouche S. Realtime ultrasound guided percutaneous tracheostomy in emergency setting: the glass ceiling has been broken. *Disaster Mil Med.* 2017;3(1):7-12. <https://doi.org/10.1186/s40696-017-0035-x>.
81. Adrian Costache, Mihai Dumitru, Ultrasonographic anatomy of head and neck – a pictorial for the ENT specialist *Med Ultrason* 2015, Vol. 17, no. 1, 104-108 DOI: Dumitru M, Anghel I, Costache A, Anghel AG, Sarafoleanu C. Ultrasonography of head and neck lymph nodes performed by the ENT specialist. *Romanian Journal of Rhinology* April-June 2014;4(14).
82. Costache A, Dumitru M, Anghel I, Cergan R. Atlas de anatomie ecografica in otorinolaringologie. SITECH. Craiova 2013.
83. Lenghel LM, Baciut G, Botar-Jid C, Vasilescu D, Bojan A, Dudea SM. Ultrasonographic identification of the anatomical landmarks that define cervical lymph nodes spaces. *Med Ultrason* 2013; 15: 29-34.
84. Dudea SM, Badea RI, Zdrenghea D, Mircea PA. *Tratat de ultrasonografie clinică. Volumul II: Capul șigâtul, toracele și mediastinul, ecocardiografie, vasele membrelor.* Editura Medicală, București 2006.
85. Baskin HG, Duick DS, Levine RA. *Thyroid Ultrasound and Ultrasound- Guided FNA.* Springer, New York 2008.
86. Sofferan RA, Ahuja AT. *Ultrasound of the Thyroid and Parathyroid Glands.* Springer, New York 2012.
87. Ahuja TA, Evans RM. *Practical Head and Neck Ultrasound.* GMM, London 2000.
88. Iro H, Bozzato A, Zenk J. *Atlas of head and neck ultrasound.* Thieme, Stuttgart 2013.
89. Allan PL, Baxter GM, Weston MJ. *Clinical Ultrasound.* 3rd ed. Elsevier, United Kingdom 2011.
90. Dudea SM, Lenghel M, Botar-Jid C, Vasilescu D, Duma M. Ultrasonography of superficial lymph nodes: benign vs. malignant. *Med Ultrason* 2012; 14: 294-306.
91. Alam F, Naito K, Horiuchi J, Fukuda H, Tachikake T, Ito K. Accuracy of sonographic elastography in the differential diagnosis of enlarged cervical lymph nodes: comparison with conventional B-mode sonography. *AJR Am J Roent- genol* 2008; 191: 604- 610.
92. Poanta L, Serban O, Pascu I, Pop S, Cosgarea M, Fodor D. The place of CEUS in distinguishing benign from malignant cervical lymph nodes: a prospective study. *Med Ultra- son* 2014; 16: 7-14.