

КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТРУДНОЙ ИНТУБАЦИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

Р. Э. Якубцевич, А. В. Полудень



Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Актуальность проведенного обзора обусловлена все большим развитием ультразвукового исследования (УЗИ) и его роли в анестезиологической практике, в частности как метода прогнозирования трудных случаев интубации дыхательных путей.

Цель. Провести анализ литературы по клиническому значению параметров УЗИ для диагностики трудной интубации.

Материал и методы. Проанализированы 33 литературных источника.

Результаты. Получены сведения о наличии в анестезиологической практике ряда параметров УЗИ, в той или иной степени обладающих прямой зависимостью от трудной интубации.

Выводы. На основе исследований установлено, что по отдельности некоторые параметры УЗИ обладают довольно высокой чувствительностью в предсказывании трудной интубации, но при сочетании нескольких – их эффективность как предикторов проблем в обеспечении протезирования дыхательных путей значительно возрастает, и в некоторых случаях данные методы – прогностически более ценные, чем модифицированная шкала Маллампати и шкала Кормака-Лехана.

Ключевые слова: УЗИ, трудная интубация, дыхательные пути, диагностика, параметры УЗИ, методы прогнозирования.

Для цитирования: Якубцевич, Р. Э. Клиническое значение параметров ультразвукового исследования для диагностики трудной интубации дыхательных путей / Р. Э. Якубцевич, А. В. Полудень // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2024. Т. 22, № 2. С. 119-126. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2024-22-2-119-126>.

Введение

В анестезиологической практике неадекватное обеспечение проходимости дыхательных путей может приводить к серьезным осложнениям, а непредвиденная трудная интубация – опасное событие во время анестезии. На сегодняшний день хотя и существуют в клинической практике несколько скрининговых тестов для выявления риска трудной интубации с доказанной эффективностью, все же высока вероятность столкнуться с неожиданными трудностями у пациентов, отнесенных к так называемой легкой группе. Прогнозирование трудной интубации дыхательных путей – непростая задача для анестезиолога-реаниматолога, так как включает множество анатомических структур организма и в значительной степени зависит от опыта специалиста. Следовательно, перед специалистами стоит задача: облегчить работу врача и свести к минимуму риск развития осложнений у пациентов при интубации дыхательных путей [1, 2].

В настоящее время широко используемые клинические параметры для прогнозирования трудных дыхательных путей – такие как открытие рта, тиреоментальное расстояние, шкала Кормака-Лехана, модифицированные тесты Маллампати и подвижность шеи, – имеют ненадежный прогностический эффект, довольно низкую чувствительность и специфичность [3-5]. Так как трудность в интубации возникает из-за анатомических особенностей дыхательных путей, а ультразвуковое исследование (УЗИ) способно оценивать их, оно может стать важным методом для прогнозирования протезирования трудных дыхательных путей [2].

В настоящее время в литературе описаны исследования, посвященные УЗИ как методу прогнозирования трудной интубации [1]. Рядом авторов были представлены ультразвуковые параметры, которые могут предсказать сложности в интубации дыхательных путей.

Цель исследования – провести анализ литературы по клиническому значению параметров УЗИ для диагностики трудной интубации.

Материал и методы

Анализ и систематизация литературных источников.

Результаты и обсуждение

Одним из прообразов диагностики трудной интубации стала статья W. Yao, где автор выясняет, может ли толщина языка (Tongue Thickness, TT) влиять на трудность интубации. Были получены результаты, которые показали, что увеличение TT более 61 мм – предиктор трудной интубации дыхательных путей [6]. Данный метод довольно прост, обладает очевидным преимуществом, так как может проводиться в бессознательном состоянии исследуемого и не требует от него выполнения каких-либо действий [6, 7]. Похожие данные можно наблюдать в исследовании Н. М. Bindu: TT >58 мм и ограниченная подвижность мышечков нижней челюсти <92,5 мм – независимые предикторы трудной интубации у пациентов с ожирением [8].

Тиреоментальное расстояние (тест Патила, Patil test, Thyromental distance, TMD) может стать предиктором трудной интубации при значении 6-6,5 см и сложной прямой ларингоскопии при значении <6 см, что впервые отражено в работе

«Thyromental distance», V. U. Patil et al., 1983 г. и подтверждено P. Sumidtra [9]. Однако B. Wang в ходе своего исследования установил, что гиоментальное расстояние (Hyomental distance, HMD) ≤ 49 мм, полученное при помощи УЗИ, имеет большую прогностическую ценность для установления трудных дыхательных путей, в сравнении с TMD при значении < 70 мм [10]. Надо также отметить тот факт, что измерение HMD при максимальном разгибании шеи дает более достоверные результаты в прогнозировании трудной интубации, чем такое же измерение при нейтральном положении или легком разгибании [11].

T. Ezri в своей работе представил доказательства по поводу того, что выраженность предтрахеальных мягких тканей значительно повышает риск сложной интубации. При этом статистически значимым было увеличение показателя расстояния от кожи до передней спайки голосовых связок (Distance from Skin to Vocal Cords, DSVC) > 28 мм [12]. A. Carsetti провел систематическое исследование, где оценил три параметра в прогнозировании трудной интубации: расстояние от кожи до надгортанника (Distance from Skin to Epiglottis, DSE), расстояние от кожи до подъязычной кости (Distance from Skin to Hyoid bone, DSH) и DSVC. Он пришел к выводу, что наиболее прогностически важно увеличение DSE более 20-25 мм, хотя при этом повышение DSH и DSVC выше критических цифр $> 16,9$ мм и > 28 мм, соответственно, также указывает на трудности при прямой ларингоскопии и дальнейшей интубации [13]. Схожее исследование проводил J. S. Fulkerson, однако по его данным измерение DSVC никак не коррелировало с трудностью интубации дыхательных путей [14]. J. Pinto подтвердил значимость измерения DSE, а в сочетании с тестом Маллампасти наблюдается значительный рост эффективности прогнозирования сложности в интубации дыхательных путей [15]. Похожие данные получены в исследовании A. Martínez-García. Установлено, что измерение DSE > 30 мм в сочетании с тироментальным расстоянием и тестом Маллампасти улучшали предоперационное выявление трудной интубации [16]. N. Hongwei подтверждает, что именно критическое значение DSE $\geq 23,6$ мм обладает наибольшей специфичностью и чувствительностью в корреляции с трудным протезированием дыхательных путей, в то время как расстояние между кожей и щитовидным хрящом и расстояние между щитовидным хрящом и надгортанником практически не имеют прогностической ценности [17]. X. Wang утверждает, что DSE $> 21,25$ мм прямо коррелирует с трудной интубацией, расхождения же с данными A. Martínez-García и J. Pinto он объясняет разностью респондентов в выборках, а также разными направлениями медицины, к которым относились пациенты [18].

X. Jianling демонстрирует, что ультразвуковая модель, включающая HMD, TT, TMD и ограниченную подвижность мышечков нижней челюсти, имеет большую прогностическую цен-

ность в установлении трудной интубации, чем открытие рта и модифицированные тесты Маллампасти [19]. Тест Маллампасти характеризуется более низкой специфичностью и чувствительностью в прогнозировании трудных дыхательных путей, чем параметр УЗИ «Толщина мягких тканей передней части шеи на уровне щитовидной мембраны (Anterior Neck Soft tissue thickness at the level of the Thyrohyoid Membrane, ANS-TM)».

В исследовании R. Agarwal в качестве предикторов трудной интубации оценены: TT, DSH, ANS-TM и отсутствие видимости подъязычной кости. В результате получены данные, в которых наибольшее прогностическое значение имеет DSH > 14 мм [20].

В своей работе P. B. Reddy, как и T. Ezri, получил результаты высокой эффективности параметра толщины предтрахеальных тканей на уровне голосовых связок > 23 мм, который может быть потенциальным предиктором трудной интубации. В то же время автор обратил внимание на низкую значимость измерения расстояния от кожи до трахеи на уровне подъязычной кости [21]. S. Falcetta получил данные, в которых сочетание дистанции от кожи (по срединной линии) до голосовых складок и дистанции от кожи до надгортанника позволяет верно оценить класс сложности интубации в 96,1% случаев [22]. M. Sotoodehnia оценил зависимость прямой ларингоскопии и трудной интубации от таких параметров, как визуализация подъязычной кости (Hyoid Bone Visibility, HBV), DSH, DSVC, расстояние от кожи до перешейка щитовидной железы (Distance from Skin to Thyroid Isthmus, DSTI) и расстояние между черпаловидными хрящами (Distance between Arytenoids Cartilages, DBAC). Получены результаты, которые доказывают ценность DSVC и DSTI в прогнозировании как трудной прямой ларингоскопии, так и интубации, при критических значениях $> 9,42 \pm 1,66$ мм и $> 11,55 \pm 2,17$ мм, соответственно. При этом отсутствие HBV коррелировало со сложностью прямой ларингоскопии, но не имело связи с трудной интубацией. Измерение DSH, напротив, было важно для прогнозирования трудной интубации, но никак не влияло на сложность в проведении прямой ларингоскопии. Параметр DBAC не имел прогностической ценности в обоих случаях [23].

Хотя отсутствие HBV и выступает предиктором сложной интубации, по мнению C. L. Horton, использование данного подхода для оценки верхних дыхательных путей у пациентов с возбуждением, оглушением или дыхательной недостаточностью не оправдано [7, 24]. Получены также данные о том, что объем щитовидной железы никак не коррелирует с трудной интубацией [25].

Надо сказать, что с проблемой трудных дыхательных путей сталкиваются и врачи бригады скорой медицинской помощи. В исследовании S. Adhikari измерение DSH, DSTI и DSVC при их значениях $> 16,9$ мм, $> 34,7$ мм и > 28 мм, соответственно, прогнозировало трудное протезирование дыхательных путей [26]. Интерес

вызывает неоднозначность значения DSH в работе S. Bhagavan, ведь, как утверждает автор, DSH >6,6 мм коррелировало с трудной интубацией. Такое существенное несовпадение результатов с данными S. Adhikari и A. Carsetti, предположительно, связано с разной методикой получения данных УЗИ [27].

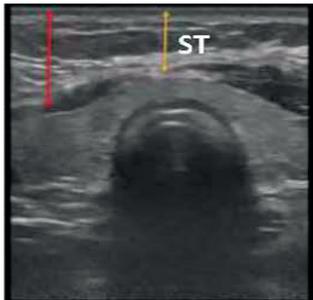
Известно, что УЗИ – это быстрый, неинвазивный и недорогой метод, который может предоставить точную информацию при оценке состояния дыхательных путей. Ввиду его значительной безопасности, в отличие от компьютерной томографии и рентгеновского исследования, использование УЗИ, в частности измерение DSH, DSE, DSVC и DSTI и сопоставление их с соответствующими значениями, может стать особо важным методом диагностики трудных дыхательных путей в акушерской практике [28]. Стоит указать, что HMD также становится важным независимым диагностическим параметром УЗИ в прогнозировании трудного протезирования дыхательных путей у беременных [29]. В то же время, по данным исследования E. Neish, DSE не является предиктором трудной интубации, так как разные его значения у рожениц никак не были связаны с трудными дыхательными путями [30].

Применение УЗИ в прогнозировании трудных дыхательных путей возможно не только у взрослых, но и в педиатрической практике.

К таким выводам пришел Z. Zheng, оценив в своей работе некоторые из основных ультразвуковых параметров: TT, HMD, DSE и ширину языка. Прогностическую ценность в диагностировании трудной интубации имели HMD <39 мм у детей 5-8 лет и <42 мм у детей 9-12 лет, а также DSE >15 мм у детей 5-8 лет [31]. Прогнозирование трудной интубации с помощью параметров УЗИ возможно и у новорожденных, хотя критические значения будут отличаться от таковых у взрослых. Так, HMD <27,4 мм коррелирует с трудным протезированием дыхательных путей у детей до 28-го дня жизни [32].

Важно подчеркнуть тот факт, что измерением параметров УЗИ должен заниматься непосредственно сам анестезиолог-реаниматолог, а не специалист УЗИ. Мы считаем нецелесообразным вызов врача ультразвуковой диагностики к пациенту с планируемой оценкой сложности интубации, так как квалификации анестезиолога вполне достаточно для измерения разных анатомических структур головы и шеи, установления определенного параметра-предиктора и в конечном счете – сопоставления с критическим значением. В целом, несмотря на некоторую неоднозначность проведенных исследований по теме трудной интубации дыхательных путей, можно резюмировать и систематизировать данную информацию (таблица).

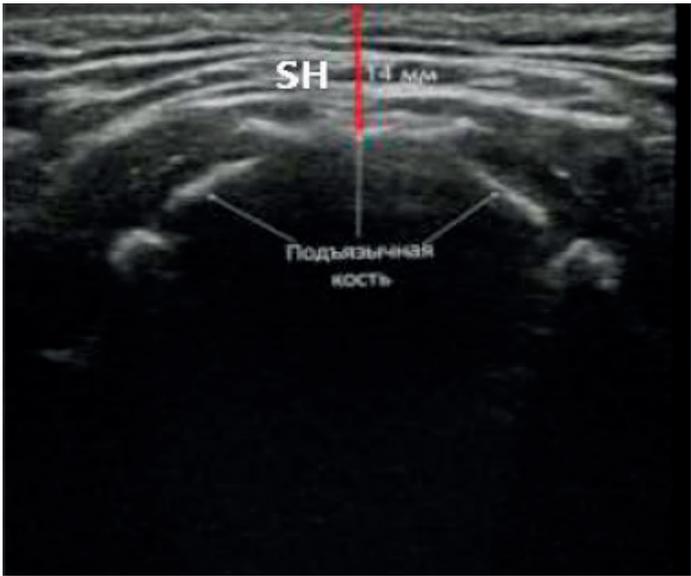
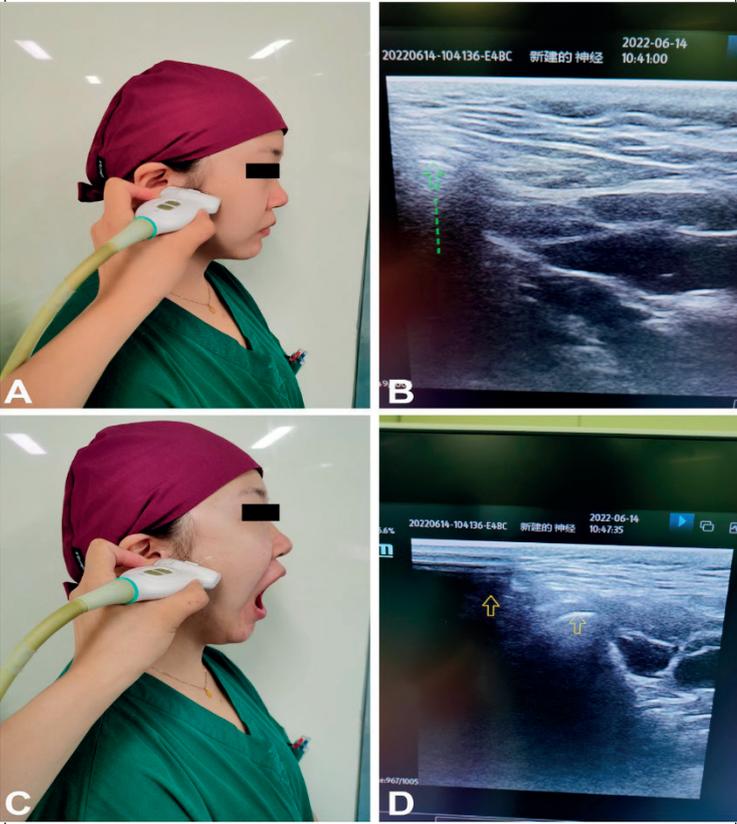
Таблица – Основные параметры УЗИ – предикторы трудной интубации дыхательных путей с их визуализацией и интерпретацией
Table – The main ultrasound parameters – predictors of difficult intubation of the respiratory tract with their visualization and interpretation

Параметр	Интерпретация	Визуализация
Ширина языка	Ширина >28 мм может быть предиктором трудной интубации	
Расстояние от кожи до перешейка щитовидной железы (DSTI)	Расстояние >34,7 мм (>11,55±2,17 мм) может быть предиктором трудной интубации	

Продолжение таблицы

<p>Расстояние от кожи до надгортанника (DSE)</p>	<p>Расстояние >20-25 мм может быть предиктором трудной интубации</p>	
<p>Расстояние от кожи до передней спайки голосовых связок (DSVC)</p>	<p>Расстояние >28 мм (>9,42±1,66 мм) может быть предиктором трудной интубации</p>	
<p>Толщина мягких тканей передней части шеи на уровне щитовидной мембраны (ANS-TM)</p>	<p>Значение >25,4 мм может быть предиктором трудной интубации</p>	
<p>Толщина языка (ТТ) и подбородочно-подъязычное расстояние (HMD)</p>	<p>Значение ТТ >58-61 мм может стать предиктором трудной интубации. Расстояние HMD ≤49мм указывает на возможную затрудненную интубацию</p>	

Окончание таблицы

<p>Расстояние от кожи до подъязычной кости (DSH)</p>	<p>Расстояние >14-16,9 мм может быть предиктором трудной интубации</p>	
<p>Подвижность мышечков нижней челюсти</p>	<p>Значение ≤10 мм может быть предиктором трудной интубации</p>	

Выводы

В ходе обзорного исследования нами получены данные, убеждающие, что на текущий момент в анестезиологической практике существует проблема «трудных дыхательных путей», прогнозирование которых может быть обеспечено как классическими методами (тест Маллампасти, шкала Кормака-Лехана), обладающими довольно невысокой чувствительностью и специфичностью, так и более современными, к которым относятся параметры УЗИ для предсказания трудной интубации. Ввиду безопасности,

быстроты и неинвазивности УЗИ использование его для диагностики сложного протезирования дыхательных путей получает все более широкое распространение. Рядом авторов доказана высокая специфичность и чувствительность параметров УЗИ – предикторов в разных направлениях анестезиологической практики, а так называемая ультразвуковая модель, включающая сочетание нескольких таких измерений, в некоторых случаях имеет более высокую прогностическую ценность, чем модифицированная шкала Маллампасти и шкала Кормака-Лехана.

Литература

1. Kundra, P. Ultrasound of the airway / P. Kundra, S. K. Mishra, A Ramesh // *Indian J Anaesth.* – 2011. – Vol. 55, № 5. – P. 456-462. – doi: 10.4103/0019-5049.89868.
2. The value of multiparameter combinations for predicting difficult airways by ultrasound / J. Xu [et al.] // *BMC Anesthesiol.* – 2022. – Vol. 22. – Art. 311. – doi: 10.1186/s12871-022-01840-0.
3. Vannucci, A. Bedside predictors of difficult intubation: a systematic review / A. Vannucci, L. F. Cavallon // *Minerva Anesthesiol.* – 2016. – Vol. 82, № 1. – P. 69-83.
4. Bedside tests for predicting difficult airways: an abridged Cochrane diagnostic test accuracy systematic review / D. Roth [et al.] // *Anaesthesia.* – 2019. – Vol. 74, № 7. – P. 915-928. – doi: 10.1111/anae.14608
5. Long, B. Factors Predicting Difficult Endotracheal Intubation / B. Long, A. Koyfman, M. Gottlieb // *Acad Emerg Med.* – 2019. – Vol. 26, № 11. – P. 1294-1296. – doi: 10.1111/acem.13824.
6. Yao, W. Can tongue thickness measured by ultrasonography predict difficult tracheal intubation / W. Yao, B. Wang // *Br J Anaesth.* – 2017. – Vol. 118, № 4. – P. 601-609. – doi: 10.1093/bja/aex051.
7. Прогнозирование трудных дыхательных путей в практике врача – анестезиолога-реаниматолога / К. В. Дубровин [и др.] // *Вестник анестезиологии и реаниматологии.* – 2020. – Т. 17, № 6. – С. 63-71. – doi: 10.21292/2078-5658-2020-17-6-63-71. – edn: YBAJPF.
8. Limited condylar mobility by ultrasonography predicts difficult direct laryngoscopy in morbidly obese patients. An observational study / H. M. Bindu [et al.] // *Indian J Anaesth.* – 2021. – Vol. 65, № 8. – P. 612-618. – doi: 10.4103/ija.IJA_1508_2.
9. Predicting difficult laryngoscopy in morbidly obese Thai patients by ultrasound measurement of distance from skin to epiglottis: a prospective observational study / S. Prathep [et al.] // *BMC Anesthesiology.* – 2022. – Vol. 22. – Art. 145. – doi: 10.1186/s12871-022-01685-7.
10. Predicting difficult intubation: the hyomental distance ultrasound evaluation is superior to the thyromental distance / B. Wang [et al.] // *Anaesth Crit Care Pain Med.* – 2022. – Vol. 41, № 6. – Art. 101144. – doi: 10.1016/j.accpm.2022.101144.
11. Ultrasound-based assessment of hyomental distances in neutral, ramped, and maximum hyperextended positions, and derived ratios, for the prediction of difficult airway in the obese population: a pilot diagnostic accuracy study / C. Petrisor [et al.] // *Anesthesiol Intensive Ther.* – 2018. – Vol. 50, № 2. – P. 110-116. – doi: 10.5603/AIT.2018.0017.
12. Prediction of difficult laryngoscopy in obese patients by ultrasound quantification of anterior neck soft tissue / T. Ezri [et al.] // *Anaesthesia.* – 2003. – Vol. 58, № 11. – P. 1111-1114. – doi: 10.1046/j.1365-2044.2003.03412.x.
13. Airway Ultrasound as Predictor of Difficult Direct Laryngoscopy: A Systematic Review and Meta-analysis / A. Carsetti // *Anesth Analg.* – 2022. – Vol. 134, №4. – P. 740-750. – doi: 10.1213/ANE.0000000000005839.
14. Ultrasonography in the preoperative difficult airway assessment / J. S. Fulkerson [et al.] // *J Clin Monit Comput.* – 2017. – Vol. 31, № 3. – P. 513-530. – doi: 10.1007/s10877-016-9888-7.
15. Predicting difficult laryngoscopy using ultrasound measurement of distance from skin to epiglottis / J. Pinto [et al.] // *J Crit Care.* – 2016. – Vol. 33. – P. 26-31. – doi: 10.1016/j.jcrc.2016.01.029.
16. Martínez-García, A. Ultrasonography for predicting a difficult laryngoscopy. Getting closer / A. Martínez-García, J. L. Guerrero-Orriach, M. A. Pino-Gálvez // *J Clin Monit Comput.* – 2021. – Vol. 35, № 2. – P. 269-277. – doi: 10.1007/s10877-020-00467-1.
17. Ultrasonod measurement of laryngeal structures in the parasagittal plane for the prediction of difficult laryngoscopies in Chinese adults / H. Ni [et al.] // *BMC Anesthesiol.* – 2020. – Vol. 20, № 1. – Art. 134. – doi: 10.1186/s12871-020-01053-3.
18. Ultrasound measurements for evaluation of changes in upper airway during anaesthesia induction and prediction difficult laryngoscopy: a prospective observational study / X. Wang [et al.] // *Sci Rep.* – 2022. – Vol. 12, № 1. – Art. 18564. – doi: 10.1038/s41598-022-21695-2.
19. The value of multiparameter combinations for predicting difficult airways by ultrasound / J. Xu [et al.] // *BMC Anesthesiol.* – 2022. – Vol. 22, № 1. – Art. 311. – doi: 10.1186/s12871-022-01840-0.
20. Effectiveness of four ultrasonographic parameters as predictors of difficult intubation in patients without anticipated difficult airway / R. Agarwal [et al.] // *Korean J Anesthesiol.* – 2021. – Vol. 74, № 2. – P. 134-141. – doi: 10.4097/kja.20114.
21. Reddy, P. B. Ultrasonography - A viable tool for airway assessment / P. B. Reddy, P. Punetha, K. S. Chalam // *Indian J Anaesth.* – 2016. – Vol. 60, № 11. – P. 807-813. – doi: 10.4103/0019-5049.193660.
22. Evaluation of two neck ultrasound measurements as predictors of difficult direct laryngoscopy: A prospective observational study / S. Falcetta [et al.] // *Eur J Anaesthesiol.* – 2018. – Vol. 35, № 8. – P. 605-612. – doi: 10.1097/EJA.0000000000000832.
23. Prediction of difficult laryngoscopy / difficult intubation cases using upper airway ultrasound measurements in emergency department: a prospective observational study / M. Sotoodehnia [et al.] // *BMC Emerg Med.* – 2023. – Vol. 23. – Art. 78. – doi: 10.1186/s12873-023-00852-4.
24. Horton, C. L. Trauma airway management / C. L. Horton, C. A. Brown 3rd, A. S. Raja // *J Emerg Med.* – 2014. – Vol. 46, № 6. – P. 814-20. – doi: 10.1016/j.jemermed.2013.11.085.
25. Does ultrasonographic volume of the thyroid gland correlate with difficult intubation? An observational study / B. C. Meco [et al.] // *Braz J Anesthesiol.* – 2015. – Vol. 65, № 3. – P. 230-4. – doi: 10.1016/j.bjane.2014.06.004.
26. Pilot study to determine the utility of point-of-care ultrasound in the assessment of difficult laryngoscopy / S. Adhikari [et al.] // *Acad Emerg Med.* – 2011. – Vol. 18, № 7. – P. 754-8. – doi: 10.1111/j.1553-2712.2011.01099.x.
27. Bhagavan, S. Accuracy of Preoperative Ultrasonographic Airway Assessment in Predicting Difficult Laryngoscopies in Adult Patients / S. Bhagavan, K. Nelamangala // *Cureus.* – 2023. – Vol. 15, № 3. – P. e35652. – doi: 10.7759/cureus.35652.
28. Zheng, B. X. Ultrasound for predicting difficult airway in obstetric anesthesia: Protocol and methods for a prospective observational clinical study / B. X. Zheng, H. Zheng, X. M. Lin // *Medicine (Baltimore).* – 2019. – Vol. 98, №46. – P. e17846. – doi: 10.1097/MD.00000000000017846.
29. Clinical and ultrasonographic assessment of airway indices among non-pregnant, normotensive pregnant and pre-eclamptic patients: a prospective observational study / R. Bala [et al.] // *Int J Obstet Anesth.* – 2023. – Vol. 54. – Art. 103637. – doi: 10.1016/j.ijoa.2023.103637.

30. Neish, E. Mean distance from skin to epiglottis in parturients as measured by airway ultrasound / E. Neish, J. Collins, R. M. Sniecinski // *Ultrasound*. – 2023. – Vol. 31, № 4. – P. 254-258. – doi:10.1177/1742271X221140017.
 31. Effectiveness of ultrasonic measurement for the hyomental distance and distance from skin to epiglottis in predicting difficult laryngoscopy in children / Z. Zheng [et al.] // *Eur Radiol*. – 2023. – Vol. 33, № 11. – P. 7849-7856. – doi: 10.1007/s00330-023-09757-z.
 32. Value of the Hyomental Distance Measured With Ultrasound in Forecasting Difficult Laryngoscopy in Newborns / X. Liu [et al.] // *J Perianesth Nurs*. – 2023. – Vol. 38, № 6. – P. 860-864. – doi: 10.1016/j.jopan.2023.02.004.
 33. Чернышев, В. А. УЗИ верхних дыхательных путей / В. А. Чернышев. – М., 2023. – 57 с.
- References**
1. Kundra P, Mishra SK, Ramesh A. Ultrasound of the airway. *Indian J Anaesth*. 2011;55(5):456-62. doi: 10.4103/0019-5049.89868.
 2. Xu J, Wang B, Wang M, Yao W, Chen Y. The value of multiparameter combinations for predicting difficult airways by ultrasound. *BMC Anesthesiol*. 2022;22:311. doi: 10.1186/s12871-022-01840-0.
 3. Vannucci A, Cavallone LF. Bedside predictors of difficult intubation: a systematic review. *Minerva Anesthesiol*. 2016;82(1):69-83.
 4. Roth D, Pace NL, Lee A, Hovhannisyan K, Warenits AM, Arrich J, Herkner H. Bedside tests for predicting difficult airways: an abridged Cochrane diagnostic test accuracy systematic review. *Anaesthesia*. 2019;74(7):915-928. doi: 10.1111/anae.14608.
 5. Long B, Koyfman A, Gottlieb M. Factors Predicting Difficult Endotracheal Intubation. *Acad Emerg Med*. 2019;26(11):1294-1296. doi: 10.1111/acem.13824.
 6. Yao W, Wang B. Can tongue thickness measured by ultrasonography predict difficult tracheal intubation? *Br J Anaesth*. 2017;118(4):601-609. doi: 10.1093/bja/aex051.
 7. Dubrovin KV, Zaytsev AYU, Svetlov VA, Zhukova SG, Polyakova YuV. Predicting difficult airways in the practice of an anesthesiologist and emergency physician. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2020;17(6):63-71. doi: 10.21292/2078-5658-2020-17-6-63-71. edn: YBAJPF. (Russian).
 8. Bindu HM, Dogra N, Makkar JK, Bhatia N, Meena S, Gupta R. Limited condylar mobility by ultrasonography predicts difficult direct laryngoscopy in morbidly obese patients: An observational study. *Indian J Anaesth*. 2021;65(8):612-618. doi: 10.4103/ija.IJA_1508_20.
 9. Prathep S, Jitpakdee W, Woraathasin W, Oofuvong M. Predicting difficult laryngoscopy in morbidly obese Thai patients by ultrasound measurement of distance from skin to epiglottis: a prospective observational study. *BMC Anesthesiol*. 2022;22:145. doi: 10.1186/s12871-022-01685-7.
 10. Wang B, Wang M, Yang F, Zheng C, Yu T, Xu J, Chen Y, Yao W. Predicting difficult intubation: the hyomental distance ultrasound evaluation is superior to the thyromental distance. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2022;41(6):101144. doi: 10.1016/j.accpm.2022.101144.
 11. Petrisor C, Szabo R, Constantinescu C, Prie A, Hagau N. Ultrasound-based assessment of hyomental distances in neutral, ramped, and maximum hyperextended positions, and derived ratios, for the prediction of difficult airway in the obese population: a pilot diagnostic accuracy study. *Anaesthesiol Intensive Ther*. 2018;50(2):110-116. doi: 10.5603/AIT.2018.0017.
 12. Ezri T, Gewürtz G, Sessler DI, Medalion B, Szmuk P, Hagberg C, Susmallian S. Prediction of difficult laryngoscopy in obese patients by ultrasound quantification of anterior neck soft tissue. *Anaesthesia*. 2003;58(11):1111-4. doi: 10.1046/j.1365-2044.2003.03412.x.
 13. Carsetti A, Sorbello M, Adrario E, Donati A, Falcetta S. Airway Ultrasound as Predictor of Difficult Direct Laryngoscopy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesth Analg*. 2022;134(4):740-750. doi: 10.1213/ANE.0000000000005839.
 14. Fulkerson JS, Moore HM, Anderson TS, Lowe RF Jr. Ultrasonography in the preoperative difficult airway assessment. *J Clin Monit Comput*. 2017;31(3):513-530. doi: 10.1007/s10877-016-9888-7.
 15. Pinto J, Cordeiro L, Pereira C, Gama R, Fernandes HL, Assunção J. Predicting difficult laryngoscopy using ultrasound measurement of distance from skin to epiglottis. *J Crit Care*. 2016;33:26-31. doi: 10.1016/j.jcrc.2016.01.029.
 16. Martínez-García A, Guerrero-Orriach JL, Pino-Gálvez MA. Ultrasonography for predicting a difficult laryngoscopy. Getting closer. *J Clin Monit Comput*. 2021;35(2):269-277. doi: 10.1007/s10877-020-00467-1.
 17. Ni H, Guan C, He G, Bao Y, Shi D, Zhu Y. Ultrasound measurement of laryngeal structures in the parasagittal plane for the prediction of difficult laryngoscopies in Chinese adults. *BMC Anesthesiol*. 2020;20(1):134. doi: 10.1186/s12871-020-01053-3.
 18. Wang X, Wang Y, Zheng ZW, Liu YR, Ma WH. Ultrasound measurements for evaluation of changes in upper airway during anaesthesia induction and prediction difficult laryngoscopy: a prospective observational study. *Sci Rep*. 2022;12(1):18564. doi: 10.1038/s41598-022-21695-2.
 19. Xu J, Wang B, Wang M, Yao W, Chen Y. The value of multiparameter combinations for predicting difficult airways by ultrasound. *BMC Anesthesiol*. 2022;22(1):311. doi: 10.1186/s12871-022-01840-0.
 20. Agarwal R, Jain G, Agarwal A, Govil N. Effectiveness of four ultrasonographic parameters as predictors of difficult intubation in patients without anticipated difficult airway. *Korean J Anesthesiol*. 2021;74(2):134-141. doi: 10.4097/kja.20114.
 21. Reddy PB, Punetha P, Chalam KS. Ultrasonography – A viable tool for airway assessment. *Indian J Anaesth*. 2016;60(11):807-813. doi: 10.4103/0019-5049.193660.
 22. Falcetta S, Cavallo S, Gabbanelli V, Pelaia P, Sorbello M, Zdravkovic I, Donati A. Evaluation of two neck ultrasound measurements as predictors of difficult direct laryngoscopy: A prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol*. 2018;35(8):605-612. doi: 10.1097/EJA.0000000000000832.
 23. Sotoodehnia M, Khodayar M, Jalali A, Momeni M, Safaie A, Abdollahi A. Prediction of difficult laryngoscopy / difficult intubation cases using upper airway ultrasound measurements in emergency department: a prospective observational study. *BMC Emerg Med*. 2023;23(1):78. doi: 10.1186/s12873-023-00852-4.
 24. Horton CL, Brown CA 3rd, Raja AS. Trauma airway management. *J Emerg Med*. 2014;46(6):814-20. doi: 10.1016/j.jemermed.2013.11.085.
 25. Meco BC, Alanoglu Z, Yilmaz AA, Basaran C, Alkis N, Demirer S, Cuhruk H. Does ultrasonographic volume of the thyroid gland correlate with difficult intubation? An observational study. *Braz J Anesthesiol*. 2015;65(3):230-4. doi: 10.1016/j.bjane.2014.06.004.

26. Adhikari S, Zeger W, Schmier C, Crum T, Craven A, Frrokaj I, Pang H, Shostrom V. Pilot study to determine the utility of point-of-care ultrasound in the assessment of difficult laryngoscopy. *Acad Emerg Med.* 2011;18(7):754-8. doi: 10.1111/j.1553-2712.2011.01099.x.
27. Bhagavan S, Nelamangala K. Accuracy of Preoperative Ultrasonographic Airway Assessment in Predicting Difficult Laryngoscopies in Adult Patients. *Cureus.* 2023;15(3):e35652. doi: 10.7759/cureus.35652.
28. 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(46):e17846. doi: 10.1097/MD.00000000000017846.
29. Bala R, Budhwar D, Kumar V, Singhal S, Kaushik P, Sharma J. Clinical and ultrasonographic assessment of airway indices among non-pregnant, normotensive pregnant and pre-eclamptic patients: a prospective observational study. *Int J Obstet Anesth.* 2023;54:103637. doi: 10.1016/j.ijoa.2023.103637.
30. Neish E, Collins J, Sniecinski RM. Mean distance from skin to epiglottis in parturients as measured by airway ultrasound. *Ultrasound.* 2023;31(4):254-258. doi: 10.1177/1742271X221140017.
31. Zheng Z, Wang X, Du R, Wu Q, Chen L, Ma W. Effectiveness of ultrasonic measurement for the hyomental distance and distance from skin to epiglottis in predicting difficult laryngoscopy in children. *Eur Radiol.* 2023;33(11):7849-7856. doi: 10.1007/s00330-023-09757-z.
32. Liu X, Han F, Zhang L, Xia Y, Sun Y. Value of the Hyomental Distance Measured With Ultrasound in Forecasting Difficult Laryngoscopy in Newborns. *J Perianesth Nurs.* 2023;38(6):860-864. doi: 10.1016/j.jopan.2023.02.004.
33. Chernyshev VA. UZI verhnih dyhatelnyh putej. Moskva; 2023. 57 p. (Russian).

CLINICAL SIGNIFICANCE OF ULTRASOUND PARAMETERS FOR THE DIAGNOSIS OF DIFFICULT INTUBATION OF THE RESPIRATORY TRACT

R. E. Yakubtsevich, A. V. Poludzen

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

Background. The relevance of the review is due to the increasing development of ultrasound and its role in anesthesiological practice, in particular, as a method of predicting difficult cases of intubation of the respiratory tract.

Objective. To analyze the literature on the clinical significance of ultrasound parameters for the diagnosis of difficult intubation.

Material and methods. A total of 33 literature sources were analyzed.

Results. Information was obtained on the presence in anesthesiological practice of a number of ultrasound parameters, that to one degree or another have a direct relation to difficult intubation.

Conclusions. Based on research, it has been established that separately some ultrasound parameters have a fairly high sensitivity in predicting difficult intubation, but when several parameters are combined, their effectiveness as predictors of problems in prosthetics of the respiratory tract increases significantly, and in some cases these methods have greater prognostic value than the modified Mallampati score and the Kormack-Lehane score.

Keywords: ultrasound, difficult intubation, respiratory tract, diagnostics, ultrasound parameters, prediction methods.

For citation: Yakubtsevich RE, Poludzen AV. Clinical significance of ultrasound parameters for the diagnosis of difficult intubation of the respiratory tract. *Journal of the Grodno State Medical University.* 2024;22(2):119-126. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2024-22-2-119-126>.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Об авторах / About the authors

*Якубцевич Руслан Эдвардович / Yakubtsevich Ruslan, e-mail: jackruslan@tut.by, ORCID: 0000-0002-8699-8216

Полудень Артемий Викторович / Poludzen Artsemi

* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 20.11.2023

Принята к публикации / Accepted for publication: 21.03.2024