



Компьютерная томография в диагностике трудных дыхательных путей

Э. Г. УСИКЯН¹, А. Ю. ЗАЙЦЕВ^{1,2}, К. В. ДУБРОВИН^{1,2}, В. А. СВЕТЛОВ¹, С. Г. ЖУКОВА^{1,2}, Е. П. ФИСЕНКО¹

¹ Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского, Москва, РФ

² Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, РФ

РЕЗЮМЕ

Цель. Определить эффективность компьютерной томографии при диагностике трудной ларингоскопии.

Материалы и методы. Обследовано 60 пациентов, которым перед операцией выполняли компьютерную томографию головы и шеи и оценивали риск трудных дыхательных путей по шкале LEMON. Исследовали следующие КТ-признаки: толщину языка и мягких тканей на уровне голосовых складок, вертикальное расстояние от самой высокой точки подъязычной кости до тела нижней челюсти, толщину надгортанника, длину надгортанника, расположение голосовых связок на уровне шейных позвонков, атлanto-затылочный промежуток, промежуток между первым и вторым шейными позвонками, расстояние между голосовыми связками. После вводной анестезии пациенты были распределены на 2 группы в зависимости от результатов ларингоскопии по шкале Кормака – Лихана. Диагностическая способность клинических признаков шкалы LEMON и данных КТ была рассчитана с помощью ROC-AUC анализа у пациентов в группах с трудными и обычными дыхательными путями.

Результаты. Анализ полученных данных показал, что шкала LEMON имеет среднюю диагностическую способность ($AUC = 0,697, p \leq 0,023$ ДИ – 0,534–0,860), чувствительность метода составила 26,7%, специфичность – 95,6%, по сравнению с КТ-диагностикой. Наиболее эффективным предиктором является толщина языка (чувствительность – 80%, специфичность – 77,8%), в меньшей степени – вертикальное расстояние от высшей точки подъязычной кости к нижней челюсти и толщина надгортанника (чувствительность 73%, 60% и специфичность 66,7%, 62,4 % соответственно).

Выводы. Использование компьютерной томографии эффективно для выявления предикторов трудной ларингоскопии. Лучевые методы диагностики трудной ларингоскопии являются более чувствительными по сравнению со шкалой LEMON. Диагностическими критериями трудной ларингоскопии являются: толщина языка – 75,75 мм, вертикальное расстояние от высшей точки подъязычной кости к нижней челюсти – 20,85 мм, и толщина надгортанника – 2,65 мм.

Ключевые слова: трудные дыхательные пути, диагностика, компьютерная томография, безопасность, поддержание проходимости дыхательных путей, интубация трахеи

Для цитирования: Усикян Э. Г., Зайцев А. Ю., Дубровин К. В., Светлов В. А., Жукова С. Г., Фисенко Е. П. Компьютерная томография в диагностике трудных дыхательных путей // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2024. – Т. 21, № 3. – С. 47–55. DOI: 10.24884/2078-5658-2024-21-3-47-55.

Computed tomography for difficult airways diagnostics

E. G. USIKYAN¹, A. Yu. ZAYTSEV^{1,2}, K. V. DUBROVIN^{1,2}, V. A. SVETLOV¹, S. G. ZHUKOVA^{1,2}, E. P. FISENKO¹

¹ Petrovsky National Research Center of Surgery, Moscow, Russia

² I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

ABSTRACT

The **objective** was to determine the effectiveness of computed tomography for difficult laryngoscopy diagnosis.

Materials and methods. We examined 60 patients who underwent preoperative computed tomography of the head and neck and assessed the risk of difficult airways using the LEMON scale. The following CT signs were studied: the thickness of the tongue and soft tissues at the level of the vocal folds, the vertical distance from the highest point of the hyoid bone to the body of the mandible, the thickness of the epiglottis, the length of the epiglottis, the location of the vocal folds at the level of the cervical vertebrae, the atlanto-occipital gap, the gap between the first and the second cervical vertebrae, the distance between the vocal folds. After induction of anesthesia, patients were divided into 2 groups depending on the results of laryngoscopy according to the Cormack–Lehane classification. The diagnostic ability of the clinical features of the LEMON scale and CT findings was calculated using ROC-AUC analysis in patients in the difficult and normal airway groups.

Results. The analysis of the obtained data showed that the LEMON scale has an average diagnostic ability ($AUC\ 0.697\ p \leq 0.023\ CI-0.534-0.860$); the sensitivity of the method was 26.7%, specificity – 95.6%, compared with CT diagnostics. The most effective CT-predictor is the thickness of the tongue (sensitivity – 80%, specificity – 77.8%), to a lesser extent – the vertical distance from the highest point of the hyoid bone to the mandible and the thickness of the epiglottis (sensitivity 73%, 60% and specificity 66.7% , 62.4%, respectively).

Conclusion. The use of computed tomography is effective in identifying predictors of difficult laryngoscopy. Radiation methods for diagnosing difficult laryngoscopy are more sensitive compared to the LEMON scale. The diagnostic criteria for difficult laryngoscopy are thickness of the tongue – 75.75 mm, vertical distance from the highest point of the hyoid bone to the mandible – 20.85 mm, and thickness of the epiglottis – 2.65 mm.

Key words: difficult airways, diagnostics, computed tomography, safety, maintenance of airway patency, tracheal intubation

For citation: Usikyan E. G., Zaytsev A. Yu., Dubrovin K. V., Svetlov V. A., Zhukova S. G., Fisenko E. P. Computed tomography for difficult airways diagnostics. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2024, Vol. 21, № 3, P. 47–55. (In Russ.) DOI: 10.24884/2078-5658-2024-21-3-47-55.

Для корреспонденции:
Андрей Юрьевич Зайцев
E-mail: rabotaz1@yandex.ru

Correspondence:
Andrey Yu. Zaytsev
E-mail: rabotaz1@yandex.ru

Введение

Обеспечение проходимости дыхательных путей является распространенным и ключевым навыком в отделениях неотложной помощи, отделениях интенсивной терапии, в операционной и даже на догоспитальном этапе. Поданным ряда источников, от 2,1% до 4,25% интубаций считаются трудными [9, 10]. Важно оценить и спрогнозировать потенциально трудные дыхательные пути (ТДП) для выбора соответствующего оборудования и стратегии ведения, понимая, что неудача может привести к катастрофическому исходу. Физикальные методы диагностики – основа прогнозирования трудных дыхательных путей во всех областях хирургии [3, 6], тем не менее, их использование в повседневной практике может быть ограничено из-за невозможности пациентов сотрудничать, иммобилизации шейного отдела позвоночника, ожоговых поражений лица и ряда других причин [4].

Таким образом, поиск альтернативного простого и неинвазивного метода оценки состояния дыхательных путей все еще продолжается. В последние годы лучевые методы исследования, такие как компьютерная томография (КТ) (головы и шейного отдела позвоночника) используются для прогнозирования трудной интубации [1]. Шкала LEMON, которую используют для диагностики дыхательных путей, часто сравнивается с другими системами оценки, такими как тест Маллампати, определение стерно-ментального и тироментального расстояний [14, 19], но не с КТ-предикторами трудных дыхательных путей. В этом исследовании, мы оценили точность некоторых КТ предикторов с точки зрения скрининга ТДП и провели сравнение с шкалой LEMON, используя систему классификации Кормака – Лихана в качестве ориентира.

Цель исследования – определить эффективность компьютерной томографии при диагностике трудной ларингоскопии.

Материалы и методы

Для выявления предикторов ТДП с помощью КТ проведено открытое одноцентровое нерандомизи-

рованное пилотное исследование. С этой целью обследовано 60 пациентов (40 мужчин и 20 женщин), которым в процессе подготовки к оперативному вмешательству выполняли КТ головы и шейного отдела позвоночника перед оперативным вмешательством.

Критерии включения: возраст старше 18 лет; возможность лежать на спине, отсутствие ограничений в подвижности шейного отдела позвоночника; физический статус по ASA I–III ст.; проведение общей анестезии с интубацией трахеи. **Критерии не включения:** невозможность находится в горизонтальном положении; физический статус по ASA IV–VI; ожирение 2–3 ст.; беременность; экстренные оперативные вмешательства. Всем пациентам в предоперационном периоде выполняли рутинную оценку дыхательных путей в положении сидя при помощи шкалы LEMON. После вводной анестезии пациенты были распределены на 2 группы в зависимости от результатов ларингоскопии по шкале Кормака – Лихана.

Антропометрические данные пациентов приведены в табл. 1.

КТ проводили на аппарате Toshiba Aquilion 64. Исследование выполняли с толщиной среза 0,3 мм, в вертикальной и фронтальной проекции. Доза облучения составила от 2,61 мЗв до 3,09 мЗв.

К КТ-предикторам относили: толщину языка и мягких тканей на уровне голосовых складок, вертикальное расстояние от самой высокой точки подъязычной кости до тела нижней челюсти (ВР), толщину надгортанника, длину надгортанника, расположение голосовых связок на уровне шейных позвонков, атлanto-затылочный промежуток, промежуток между первым и вторым шейными позвонками, расстояние между голосовыми связками (рис. 1–3).

Толщину языка измеряли от самого верхнего края языка до кожи в сагитальном срезе (рис. 1). Толщину мягких тканей на уровне голосовых складок определяли от кожи до щитовидного хряща также в сагитальном срезе (рис. 2).

Вертикальное расстояние от самой высокой точки подъязычной кости до тела нижней челюсти и

Таблица 1. Антропометрические данные пациентов

Table 1. Anthropometric data of patients

Показатель	N	Минимум	Максимум	Медиана	Медиана 25%	Медиана 75%
1-я группа						
Возраст, лет	15	19	72	67	54,25	66,9
Вес, кг	15	50	93	80	70,5	84,25
Рост, см	15	158	187	173	167,33	177,63
ИМТ, кг/м ²	15	18,6	32,9	26	21,1	27,9
2-я группа						
Возраст, лет	45	29	82	62,86	59,31	67,5
Вес, кг	45	61	125	80	71,75	89,58
Рост, см	45	155	185	171,14	164,13	177,86
ИМТ, кг/м ²	45	19,7	36,5	27,8	25,288	31,563

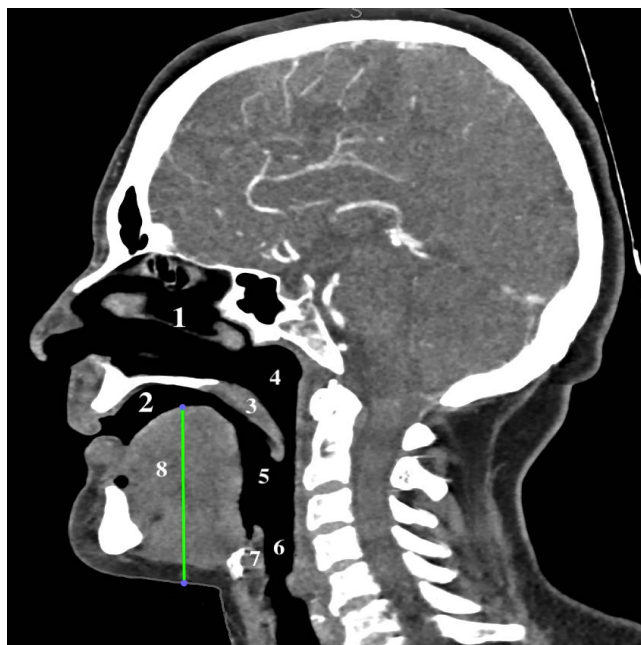


Рис. 1. КТ ротогортаноглотки и трахеи в сагиттальной проекции: 1 – полость носа; 2 – полость рта; 3 – язычок; 4 – носоглотка; 5 – ротоглотка; 6 – гортаноглотка; 7 – надгортаник; 8 – язык; 9 – зеленая линия – «толщина языка»

Fig. 1. CT scan of oropharynx and trachea (sagittal projection): 1 – Nasal cavity; 2 – Oral cavity; 3 – Uvula; 4 – nasopharynx; 5 – Oropharynx; 6 – Larynx; 7 – Epiglottis; 8 – Tongue; 9 – Green line – «Tongue thickness»



Рис. 2. КТ гортаноглотки и гортани в сагиттальной проекции: 1 – зеленая линия: толщина мягких тканей на уровне голосовых складок; 2 – красная линия: длина надгортанника; 3 – желтая линия: толщина надгортанника; 4 – голубая стрелка: отношение голосовых складок к позвонкам шейного отдела; 5 – цифрами от одного до шести отмечены позвонки шейного отдела

Fig. 2. CT scan of the laryngopharynx and larynx (sagittal projection): 1 – green line: the thickness of the soft tissues at the level of the vocal folds; 2 – red line: the length of the epiglottis; 3 – yellow line: epiglottis thickness; 4 – blue arrow: ratio of vocal folds to cervical vertebrae; 5 – numbers from one to six indicate cervical vertebrae

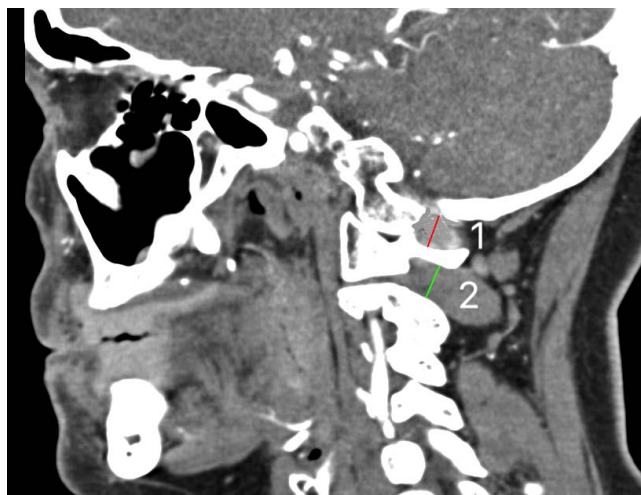


Рис. 3. КТ позвоночника шейного отдела в сагиттальной проекции: 1 – красный (1) – атланто-затылочный промежуток; 2 – зеленый (2) – промежуток между первым и вторым шейными позвонками

Fig. 3. CT scan of the cervical spine (sagittal projection): 1 – Red (1) – the Atlanto-occipital gap; 2 – Green (2) – the gap between the first and the second cervical vertebrae

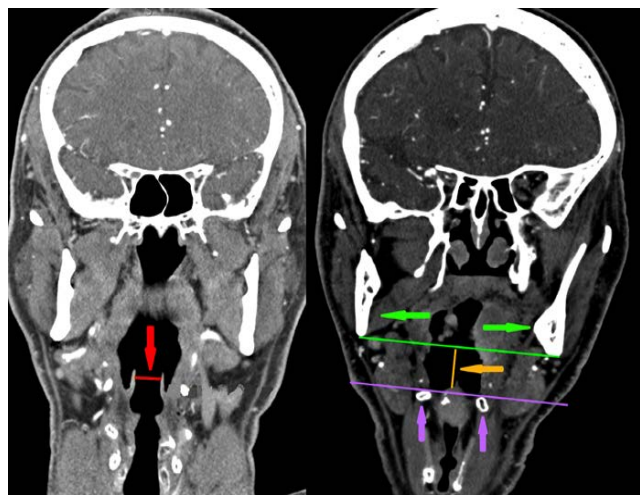


Рис. 4. КТ головы и шеи в фронтальной проекции: 1 – красная стрелка – расстояние между голосовыми связками; 2 – оранжевая стрелка – вертикальное расстояние от самой высокой точки подъязычной кости до тела нижней челюсти и расстояние между голосовыми связками; 3 – зеленая стрелка – нижняя челюсть; 4 – фиолетовая стрелка – подъязычная кость

Fig. 4. CT scans of the head and neck (frontal projection): 1 – the red arrow is the distance between the vocal folds; 2 – the orange arrow is the vertical distance from the highest point of the hyoid bone to the body of the mandible and the distance between the vocal folds; 3 – the green arrow is the mandible; 4 – the purple arrow is the hyoid bone

Таблица 2. Шкала для значений площади под кривыми (AUC)

Table 2. Area under curve (AUC) score

Интервал	Качество модели
$0,9 \leq AUC \leq 1,0$	Модель работает превосходно
$0,8 \leq AUC \leq 0,9$	Модель работает очень хорошо
$0,7 \leq AUC < 0,8$	Модель работает хорошо
$0,6 < AUC < 0,7$	Модель работает средне
$0,5 < AUC < 0,6$	Модель работает неудовлетворительно
$AUC \leq 0,5$	Модель не работает

расстояние между голосовыми связками измеряли во фронтальном срезе (рис. 4).

Диагностическая способность (специфичность и чувствительность) клинических признаков шкалы LEMON и данных КТ была рассчитана с помощью ROC-AUC анализа у пациентов в группе с ТДП (1-я группа) и у пациентов без ТДП (2-я группа).

После индукции анестезии выполняли прямую ларингоскопию клинками типа Макинтош 3–4 размера с последующей интубацией трахеи, при этом оценивали визуализацию структур гортани по шкале Кормака – Лихана. При неудачной первой попытке прямой ларингоскопии и интубации трахеи выполняли видеоларингоскопию гиперангулированным клинком.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения Microsoft Excel и IBM SPSS Statistics 28.0.1.0. Для определения распределения использовали тесты Шапиро – Уилка и Колмогорова – Смирнова. Диагностическую способность шкалы LEMON и лучевой диагностики трудной ларингоскопии оценивали, определяя чувствительность, специфичность и точку отсечения с помощью ROC-AUC анализа (табл. 2).

Результаты

Пациенты были распределены на две группы в зависимости от результатов ларингоскопии по шкале Кормака–Лихан. В 1-ю группу вошли пациенты ($n = 15$) с трудной ларингоскопией, которым выполняли классическую или видеоассистированную интубацию не с первой попытки (по шкале Кормака – Лихана – III и IV балла). 2-ю группу (контрольную) составили пациенты ($n = 45$), которым проводили классическую интубацию трахеи (Кормака – Лихана – I и II балла) – без трудной ларингоскопии.

ROC-AUC анализ полученных данных показал, что шкала LEMON имеет среднюю диагностическую способность ($AUC\ 0,697\ p \leq 0,023\ ДИ-0,534-0,860$) (рис. 5, а). При этом чувствительность метода составила всего 26,7%, что указывает на низкую прогностическую способность шкалы LEMON при диагностике трудной ларингоскопии (ТЛС). Специфичность шкалы LEMON была достаточно высокой (95,6%), что позволяло в большинстве случаев выявить пациентов без ТЛС (положительное прогностическое значение (ППЗ) – 66,7% и отрицательное прогностическое значение (ОПЗ) – 79,6%).

Напротив, данные КТ исследований, которые показали различия у больных с и без ТЛС, продемонстрировали хорошую диагностическую способность. Как видно из рис. 5, а, б, в, AUC такого показателя как толщина языка, составила 0,830 ($p \leq 0,03$), что указывает на высокую диагностическую способность данного рентгенологического предиктора ТЛС. При этом толщина языка обладала высокой чувствительностью и специфичностью (80,0% и 77,8%) соответственно (табл. 3).

Несколько худшей диагностической способностью обладали ВР и толщина надгортанника, AUC у которых составляла 0,717 ($p \leq 0,012$) и 0,756 ($p \leq 0,003$). При этом чувствительность ВР и толщина надгортанника так же была значительно выше нежели чем у шкалы LEMON (73% и 86,7%). Специфичность у ВР и толщина надгортанника была средней и составила 66,7% и 62,4%.

Расчет оптимального значения отсечения позволил определить значения изучаемых рентгенологических признаков, при которых отмечается ТЛС: толщина языка $\geq 75,75$ мм, ВР $\geq 20,85$ мм, толщина надгортанника $\geq 2,65$ мм.

Остальные изучаемые рентгенологические предикторы ТЛС (РГС, АЗП, ПМПВП, РМГС, ДН и ТТ) обладали низкими значениями ($AUC \leq 0,5$) чувствительности и специфичности (рис. 5, г; рис. 6, а, б).

Таким образом, проведенные исследования показывают, что по сравнению со шкалой LEMON высокую диагностическую ценность для выявления трудной ларингоскопии по данным КТ имеет только толщина языка. Хорошей диагностической способностью обладают: вертикальное расстояние от нижней челюсти до подъязычной кости и толщина надгортанника. При этом анестезиолог может столкнуться с ТЛС, когда толщина языка $\geq 75,75$ мм, ВР $\geq 20,85$ мм, а толщина надгортанника $\geq 2,65$ мм.

Обсуждение

Использование современных высокотехнологических методов диагностики ТДП получило широкое распространение в анестезиологической практике [1]. В их основе лежит применение сонографических и радиологических методов, предназначенных для определения размеров структур и мягких тканей рото- и гортаноглотки, скрытых

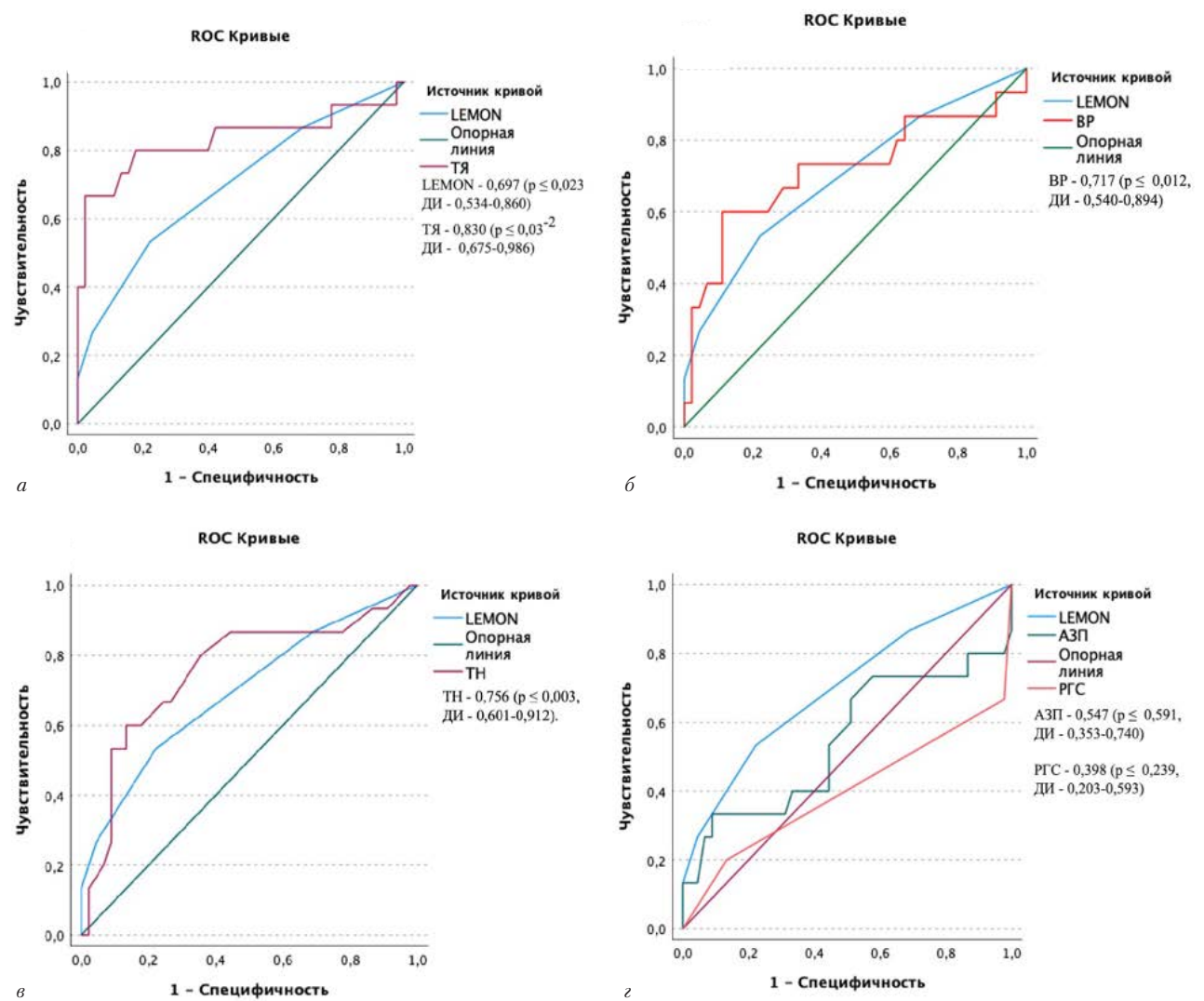


Рис. 5. ROC-кривая для шкалы LEMON в отношении выявления трудной ларингоскопии при сравнении с данными КТ: а – ТЯ – толщина языка; б – ВР – вертикальное расстояние от высшей точки подъязычной кости к нижней челюсти; в – РГС – расположение голосовых связок на уровне шейных позвонков, АЗП – атланто-затылочный промежуток; г – ТН – толщина надгортанника

Fig. 5. The ROC-curve for the LEMON scale in relation to the detection of difficult laryngoscopy when compared with CT data: а – ТЯ – thickness of the tongue; б – ВР – vertical distance from the highest point of the hyoid bone to the mandible; в – РГС – location of the vocal folds at the level of the cervical vertebrae, АЗП – atlanto-occipital gap; ДИ – confidence interval; г – ТН – thickness of the epiglottis

Таблица 3. Чувствительность и специфичность данных компьютерной томографии при ларингоскопии

Table 3. Sensitivity and specificity of computed tomography data for laryngoscopy

Переменные результата проверки	Оптимальное значение отсечения, мм	Чувствительность	Специфичность	ППЗ	ОПЗ
ТЯ	75,75	80%	77,8%	54,5%	92,1%
ВР	20,85	73%	66,7%	42,3%	88,2%
ТТ	6,35	60%	46,7%	60%	77,8%
ТН	2,65	86,7%	62,4%	44,8%	93,5%
ДН	32,3	66,7%	53,3%	66,7%	82,8%
РГС	5	46,7%	84,4%	50%	82,6%
АЗП	8,385	26,7%	57,8%	17,4%	70,3%
ПМПВП	9,25	53,3%	62,2%	32%	80%
РМГС	11,15	60%	48,9%	28,1%	78,6%

П р и м е ч а н и е: ТЯ – толщина языка, ВР – вертикальное расстояние от высшей точки подъязычной кости к нижней челюсти, ТН – толщина надгортанника, ТТ – толщина мягкой ткани шеи, ДН – длина надгортанника, РГС – расположение голосовых связок на уровне шейных позвонков, АЗП – атланто-затылочный промежуток, ПМПВП – промежуток между первым и вторым шейными позвонками, РМГС – расстояние между голосовыми связками.

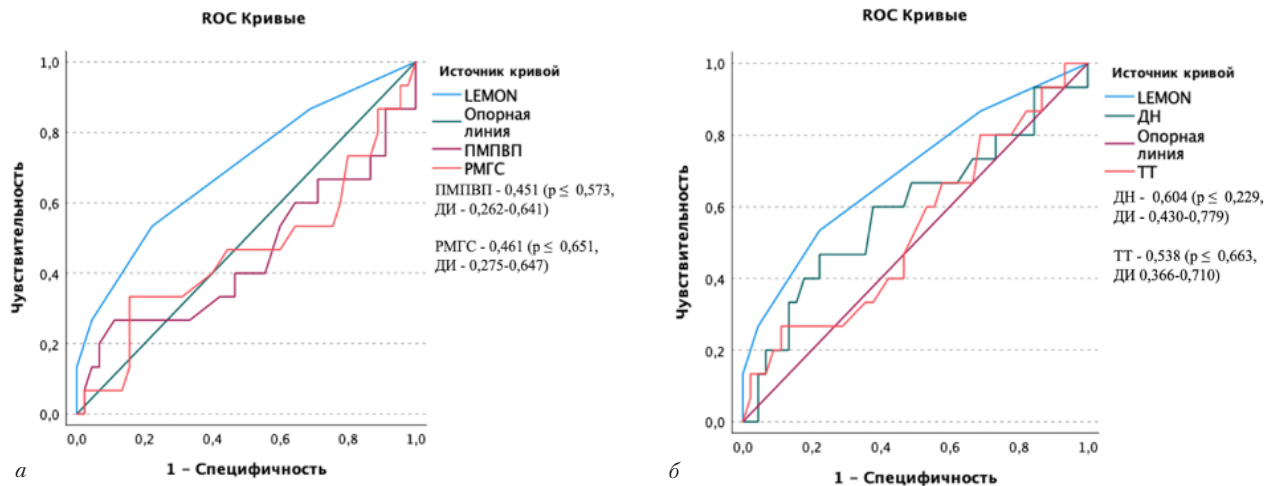


Рис. 6. ROC-кривая для шкалы LEMON в отношении выявления трудной ларингоскопии при сравнении с данными КТ (2): а – ПМПВП – промежуток между первым и вторым шейными позвонками, РМГС – расстояние между голосовыми связками»; б – ДН – длина надгортанника, ТТ – толщина мягких тканей шеи; ДИ – доверительный интервал

Fig. 6. ROC-curve for LEMON scale in comparison with CT (2): а – ПМПВП – distance between C1 and C2 vertebrae, РМГС – distance between vocal folds»; б – ДН – length of epiglottis, ТТ – the thickness of the soft tissues of the neck; ДИ – the confidence interval

при выполнении физикального осмотра, например, толщина языка, расстояние от кожи до голосовых складок, выявления деформирующих нарушений дыхательных путей [5, 14], а также состояния носовых ходов при планируемой назотрахеальной интубации [11]. Недооценка подобных нарушений может приводить к развитию ТДП после индукции в анестезию (концепция «Скрытой угрозы») [2].

Полученные в рамках настоящего исследования данные убедительно доказывают эффективность КТ для определения предикторов ТДП по сравнению с физикальными методами обследования, например тестом Маллампа и шкалой LEMON. Полученные данные подтверждаются результатами метаанализа С. Ji et al. (2018) [13]. В этом исследовании, включившем в себя 17 наблюдений и 8779 пациентов, авторы определили, что инструментальные методы диагностики превосходят модифицированную шкалу Маллампа.

Анализ полученных данных показал, что основной причиной ТЛС и трудной интубации является большой объем мягких тканей относительно ротовой полости; согласно результатам исследования, толщина языка является одним из наиболее чувствительных признаков ТЛС при применении КТ-диагностики. Большой объем языка и тканей дна полости рта препятствует их смещению клинком ларингоскопа в ограниченном пространстве ротовой полости, соответственно, затрудняя визуализацию голосовых складок, а при использовании прямой ларингоскопии с углом обзора в 15° и во все может привести к невозможной визуализации (Кормак – Лихан III–IV). Подобный тезис нашел подтверждение в ряде работ зарубежных и отечественных авторов. Например, в недавней работе 2022 г. S. Yoon et al. указал, что увеличенный язык является одним из признаков трудной видеоларингоскопии клинком McGrath у пациентов, опериру-

емых на шейном отделе позвоночника с мануальной стабилизацией шеи при интубации трахеи [20]. Кроме того, лучевые методы диагностики позволяет определить размеры проксимальной части языка, наличие объемных образований и узких мест рото- и гортаноглотки. В пример можно привести работу Ф. Х. Набиева и А. С. Добродеева (2015), в которой оценивался передне-задний размер верхних дыхательных путей, причем значения ниже 5 мм ассоциировались с развитием обструктивных нарушений при масочной вентилиции. Более того, при наличии выраженных сужений авторы рекомендовали проводить интубацию трахеи по фибробронхоскопу в сознании [7].

Вертикальное расстояние между подъязычной костью и нижней челюстью позволяет определить толщину дистальной части языка. Чем больше это значение, тем больше объем тканей, которые необходимо сместить дистальной частью ларингоскопа и соответственно, сложнее визуализация при ларингоскопии. Наше исследование подтверждает результаты Н. С. Lee et al. (2019): в их работе, посвященной радиологическим признакам трудной интубации у пациентов с акромегалией, этот показатель назывался «мандибулярно-подъязычная дистанция» (чувствительность – 67%, специфичность – 68%, значение отсечения – 19,5 мм) [15]. Похожие результаты были отражены в исследовании Y. Z. Nap et al. (2018): чувствительность вертикального расстояния в его исследовании была немного выше – 77,8%, значение, при котором возникала трудная интубация, составляло ≥ 20 мм [12]. Следует отметить, что каудальное расположение подъязычной кости также может указывать на возникновение сонного апноэ, что может являться предиктором трудной масочной вентилиции [8]. Тем не менее, в 2024 г. Y. Qu et al. представил результаты исследования рентгенографических предикторов трудной

интубации у пациентов с атлanto-аксиальной дислокацией. В числе исследуемых показателей было и вертикальное расстояние, однако значимых статистических различий у пациентов с трудной и обычной интубациями обнаружено не было. Авторы отмечают, что ведущим признаком является разница расстояний между первым и вторым шейными позвонками в нейтральном положении и при разгибании головы [18]. Скорее всего, такие результаты обусловлены основной патологией, а именно нестабильностью шейного отдела позвоночника. Таким образом, тесты, позволяющие определить толщину языка и подлежащих мягких тканей во ротовой полости и ротоглотке, являются чувствительными методами диагностики ТДП.

Третий высокочувствительный предиктор ТЛС, определенный в нашем исследовании, – толщина надгортанника. Чем толще надгортанник, тем сложнее его сместить при тракции ларингоскопом. Известно, что эффективность ларингоскопии зависит от размеров надгортанника, однако большинство авторов, в своих исследованиях указывают на иные измерения. Например, M. Naguib et al. (1999) указывают, что ТДП ассоциированы с углом образованным языком и надгортанником, при его значении $43 \pm 20^\circ$ отмечали ТЛС и трудную интубацию, а значение длины надгортанника между группами с

обычной и трудной интубацией было статистически незначимо [17]. Напротив, Y. Z. Han et al. определили, что длина надгортанника ≥ 41 мм, ассоциируется с ТДП, однако чувствительность этого параметра была невысока (48,1%) [12]. Еще одним подтверждением зависимости трудной интубации от длины надгортанника является исследование В. Liu et al. (2020): трудная интубация возникала при его длине $42,1 \pm 4,2$ мм [16].

Таким образом, определение размеров надгортанника является чувствительным методом диагностики ТЛС и трудной интубации, причем, наиболее чувствительным – его толщина.

Выводы

1. Использование компьютерной томографии эффективно для выявления предикторов трудной ларингоскопии.

2. Лучевые методы диагностики трудной ларингоскопии являются более чувствительными по сравнению со шкалой LEMON.

3. Диагностическими критериями трудной ларингоскопии являются: толщина языка $\geq 75,75$ мм, вертикальное расстояние от высшей точки подъязычной кости к нижней челюсти $\geq 20,85$ мм и толщина надгортанника $\geq 2,65$ мм.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА

- Дубровин К. В., Зайцев А. Ю., Светлов В. А. и др. Прогнозирование трудных дыхательных путей в практике врача – анестезиолога-реаниматолога // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2020. – Т. 17, № 6. – С. 63–71. DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-6-63-71.
- Зайцев А. Ю., Светлов В. А., Дубровин К. В. Трудные дыхательные пути. Как не испугаться и не ошибиться. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 128 с. ISBN 978-5-9704-5368-1.
- Климов А. А., Малахова А. А., Камнев С. А., Субботин В. В. Использование прогностической шкалы El-ganzouri в оценке трудных дыхательных путей у пациентов с ожирением // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2018. – Т. 15, № 2. – С. 38–44. DOI: 10.21292/2078-5658-2018-15-2-38-44.
- Корнеев А. В., Оруджева С. А., Кудрявцев А. Н. Особенности трудных дыхательных путей у пациентов с ожогами лица и шеи // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2019. – Т. 16, № 6. – С. 67–73. DOI: 10.21292/2078-5658-2019-16-6-67-73.
- Корнеев А. В., Оруджева С. А., Кудрявцев А. Н., Пономарев А. А. Новый метод оценки дыхательных путей и выбора метода интубации трахеи у пациентов с ожогами лица и шеи при плановых оперативных вмешательствах // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2020. – Т. 17, № 6. – С. 15–21. DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-6-15-21.
- Майоров М. О., Федерякин Д. В., Белевский Е. В. и др. Прогностическая ценность шкалы оценки трудной интубации в бариатрической хирургии // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2023. – Т. 20, № 2. – С. 29–35. DOI: 10.24884/2078-5658-2022-20-2-29-35.
- Набиев Ф. Х., Добродеев А. С., Либин П. В. Комплексная оценка зубочелюстной аномалии класса 2 по классификации Энгля с сопутствующим синдромом обструктивного апноэ во сне // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2015. – Т. 18, № 4 (55). – С. 47–56. DOI: 10.17223/1814147/55/8.
- Ben Ner D., Carmel-Neiderman N. N., Fliss D. M. et al. The interaction between craniofacial computed tomographic dimensional parameters and bmi in

REFERENCES

- Dubrov K.V., Zaytsev A.Yu., Svetlov V.A. et al. Predicting difficult airways in the practice of an anesthesiologist and emergency physician. *Messenger of anesthesiology and resuscitation*, 2020, vol. 17, no. 6, pp. 63–71. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-6-63-71.
- Zaytsev A.Yu., Svetlov V.A., Dubrov K.V. Difficult airways. How not to scare and make no mistake. Moscow: Geotar-Media, 2020, pp. 128. ISBN 978-5-9704-5368-1. (In Russ.)
- Klimov A.A., Malakhova A.A., Kamnev S.A., Subbotin V.V. Use of predictive El-Ganzouri score in evaluation of difficult airway in obese patients. *Messenger of anesthesiology and resuscitation*, 2018, vol. 15, no. 2, pp. 38–44. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2018-15-2-38-44.
- Korneev A.V., Orudzheva S.A., Kudryavtsev A.N. Specific features of difficult airways in patients with face and neck burns. *Messenger of anesthesiology and resuscitation*, 2019, vol. 16, no. 6, pp. 67–73. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2019-16-6-67-73.
- Korneev A.V., Orudzheva S.A., Kudryavtsev A.N., Ponomarev A.A. A new method of assessing airways and selecting the method of tracheal intubation in patients with burns of face and neck during planned surgery. *Messenger of anesthesiology and resuscitation*, 2020, vol. 17, no. 6, pp. 15–21. (In Russ.) DOI: 10.21292/2078-5658-2020-17-6-15-21.
- Maierov M.O., Federiakin D.V., Belevskii E.V., Silaev V.N., Tokareva S.I. Prognostic value of the intubation difficulty scale in bariatric surgery. *Messenger of anesthesiology and resuscitation*, 2023, vol. 20, no. 2, pp. 29–35. (In Russ.) DOI: 10.24884/2078-5658-2022-20-2-29-35.
- Nabiev F.Kh., Dobrodeev A.S., Libin P.V. Comprehensive evaluation of Angle's classification class ii dental-facial anomalies accompanied by obstructive sleep apnea. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*, 2015, vol. 18, no. 4(55), pp. 47–56. (In Russ.) DOI: 10.17223/1814147/55/8.
- Ben Ner D., Carmel-Neiderman N.N., Fliss D.M. et al. The interaction between craniofacial computed tomographic dimensional parameters and bmi in

- obstructive sleep apnea // *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*. – 2019. – Vol. 18. – P. 299–306. DOI: 10.1007/s12663-018-1140-1.
9. Dai Y., Walline J.H., Wu Y. Incidence and diagnostic validity of difficult airway in emergency departments in China: a cross-sectional survey // *Journal of Thoracic Disease*. – 2023. – Vol. 15, № 2. – P. 434. DOI: 10.21037/jtd-22-199.
 10. Endlich Y., Lee J., Culwick M.D. Difficult and failed intubation in the first 4000 incidents reported on webAIRS // *Anaesthesia and Intensive Care*. – 2020. – Vol. 48, № 6. – P. 477–487. DOI: 10.1177/0310057X20957657.
 11. Grimes D., MacLeod I., Taylor T. et al. Computed tomography as an aid to planning intubation in the difficult airway // *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2016. – Vol. 54, № 1. – P. 80–82. DOI: 10.1016/j.bjoms.2015.09.034.
 12. Han Y.Z., Tian Y., Zhang H. et al. Radiologic indicators for prediction of difficult laryngoscopy in patients with cervical spondylosis // *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. – 2018. – Vol. 62, № 4. – P. 474–482. DOI: 10.1111/aas.13078.
 13. Ji C., Ni Q., Chen W. Diagnostic accuracy of radiology (CT, X-ray, US) for predicting difficult intubation in adults: A meta-analysis // *Journal of Clinical Anesthesia*. – 2018. – Vol. 45. – P. 79–87. DOI: 10.1016/j.jclinane.2017.12.023.
 14. Juggal T.S., Garg A., Sethi G.R. et al. Multi-detector computed tomography imaging of large airway pathology: A pictorial review // *World J Radiol*. – 2015. – Vol. 7, № 12. – P. 459–474. DOI: 10.4329/wjr.v7.i12.459.
 15. Lee H.C., Kim M.K., Kim Y.H. et al. Radiographic predictors of difficult laryngoscopy in acromegaly patients // *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*. – 2019. – Vol. 31, № 1. – P. 50–56. DOI: 10.1097/ANA.0000000000000471.
 16. Liu B., Song Y., Liu K. Radiological indicators to predict the application of assistant intubation techniques for patients undergoing cervical surgery // *BMC anesthesiology*. – 2020. – Vol. 20, № 1. – P. 1–8. DOI: 10.1186/s12871-020-01153-0.
 17. Naguib M., Malabarey T., AlSatli R.A. et al. Predictive models for difficult laryngoscopy and intubation. A clinical, radiologic and three-dimensional computer imaging study // *Canadian Journal of Anesthesia*. – 1999. – Vol. 46. – P. 748–759. DOI: 10.1007/BF03013910.
 18. Qu Y., Tian Y., Fang J. et al. Preoperative radiological indicators for prediction of difficult laryngoscopy in patients with atlantoaxial dislocation // *Heliyon*. – 2023. – Vol. 10, № 1. – e23435. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e23435.
 19. Trambadia D.N., Yadav P., Sargunraj A. Preoperative assessment to predict difficult airway using multiple screening tests // *Cureus*. – 2023. – Vol. 15, № 10. – e46868. DOI: 10.7759/cureus.46868.
 20. Yoon S., Oh H., Yoon H.K. et al. Radiographic predictors of difficult mcgrath mac videolaryngoscopy in patient undergoing cervical spine surgery // *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*. – 2022. – Vol. 34, № 1. – P. 57–63. DOI: 10.1097/ANA.0000000000000717.
- in obstructive sleep apnea. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 2019, vol. 18, pp. 299–306. DOI: 10.1007/s12663-018-1140-1.
9. Dai Y., Walline J.H., Wu Y. Incidence and diagnostic validity of difficult airway in emergency departments in China: a cross-sectional survey. *Journal of Thoracic Disease*. 2023, vol. 15, no. 2, pp. 434. DOI: 10.21037/jtd-22-199.
 10. Endlich Y., Lee J., Culwick M.D. Difficult and failed intubation in the first 4000 incidents reported on webAIRS. *Anaesthesia and Intensive Care*. 2020, vol. 48, no. 6, pp. 477–487. DOI: 10.1177/0310057X20957657.
 11. Grimes D., MacLeod I., Taylor T. et al. Computed tomography as an aid to planning intubation in the difficult airway. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2016, vol. 54, no. 1, pp. 80–82. DOI: 10.1016/j.bjoms.2015.09.034.
 12. Han Y.Z., Tian Y., Zhang H. et al. Radiologic indicators for prediction of difficult laryngoscopy in patients with cervical spondylosis. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 2018, vol. 62, no. 4, pp. 474–482. DOI: 10.1111/aas.13078.
 13. Ji C., Ni Q., Chen W. Diagnostic accuracy of radiology (CT, X-ray, US) for predicting difficult intubation in adults: A meta-analysis. *Journal of Clinical Anesthesia*, 2018, vol. 45, pp. 79–87. DOI: 10.1016/j.jclinane.2017.12.023.
 14. Juggal T.S., Garg A., Sethi G.R. et al. Multi-detector computed tomography imaging of large airway pathology: A pictorial review. *World J Radiol*, 2015, vol. 7, no. 12, pp. 459–474. DOI: 10.4329/wjr.v7.i12.459.
 15. Lee H.C., Kim M.K., Kim Y.H. et al. Radiographic predictors of difficult laryngoscopy in acromegaly patients. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, 2019, vol. 31, no. 1, pp. 50–56. DOI: 10.1097/ANA.0000000000000471.
 16. Liu B., Song Y., Liu K. Radiological indicators to predict the application of assistant intubation techniques for patients undergoing cervical surgery. *BMC Anesthesiology*, 2020, vol. 20, no. 1, pp. 1–8. DOI: 10.1186/s12871-020-01153-0.
 17. Naguib M., Malabarey T., AlSatli R.A. et al. Predictive models for difficult laryngoscopy and intubation. A clinical, radiologic and three-dimensional computer imaging study. *Canadian Journal of Anesthesia*, 1999, vol. 46, pp. 748–759. DOI: 10.1007/BF03013910.
 18. Qu Y., Tian Y., Fang J. et al. Preoperative radiological indicators for prediction of difficult laryngoscopy in patients with atlantoaxial dislocation. *Heliyon*, 2024, vol. 10, no. 1, e23435. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e23435.
 19. Trambadia D.N., Yadav P., Sargunraj A. Preoperative Assessment to Predict Difficult Airway Using Multiple Screening Tests. *Cureus*, 2023, vol. 15, no. 10, e46868. DOI: 10.7759/cureus.46868.
 20. Yoon S., Oh H., Yoon H.K. et al. Radiographic predictors of difficult McGrath MAC videolaryngoscopy in patient undergoing cervical spine surgery. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, 2022, vol. 34, no. 1, pp. 57–63. DOI: 10.1097/ANA.0000000000000717.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика им. акад. Б.В. Петровского»,
119991, Россия, Москва, Абрикосовский пер. д. 2.

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет), 119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2.

Усикян Эмин Грачович

врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации I НКЦ 1 ГНЦ РФ ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского.
E-mail: eminhus@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2158-1284, SPIN: 6115-6001, Author ID: 1026127

Зайцев Андрей Юрьевич

д-р мед. наук, зав. отделением анестезиологии-реанимации I НКЦ 1 ГНЦ РФ; профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии ИКМ им. Н. В. Склифосовского, Первый МГМУ им. И. М. Сеченова.
E-mail: rabotaz1@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9425-202X, SPIN: 3013-9774, Author ID: 168722

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Petrovsky National Research Center of Surgery,
2, Abrokosovskiy per., Moscow, 119991, Russia.

I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia,
8, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russia.

Usikyan Emin G.

Anesthesiologist and Intensivist of the Department of Anesthesiology and Intensive Care I, Petrovsky National Research Center of Surgery.
E-mail: eminhus@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2158-1284, SPIN: 6115-6001, Author ID: 1026127

Zaytsev Andrey Yu.

Dr. of Sci. (Med.), Head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care I, Petrovsky National Research Center of Surgery; Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care of the N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
E-mail: rabotaz1@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9425-202X, SPIN: 3013-9774, Author ID: 168722

Дубровин Кирилл Викторович

канд. мед. наук, врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации I НКЦ 1 ГНЦ РФ ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского; доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии ИКМ им. Н. В. Склифосовского, Первый МГМУ им. И. М. Сеченова.
E-mail: tts801@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4677-0508, SPIN: 3102-4356, Author ID: 701800

Светлов Всеволод Анатольевич

д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник отделения анестезиологии-реанимации I НКЦ 1 ГНЦ РФ ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского.
E-mail: cyrill59@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9535-7242, SPIN: 2180-6692, Author ID: 168721

Жукова Светлана Григорьевна

канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения анестезиологии-реанимации I НКЦ 1 ГНЦ РФ ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского; доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии ИКМ им. Н. В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова.
E-mail: svzhuk@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5468-3183, SPIN: 9534-2844 Author ID: 632355

Фисенко Елена Полиектовна

д-р мед. наук, главный научный сотрудник лаборатории ультразвуковой диагностики НКЦ 1 ГНЦ РФ ФГБНУ РНЦХ им. акад. Б. В. Петровского.
E-mail: e.fissenko@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4503-950X, SPIN: 6104-4768, Author ID: 462132

Dubrovin Kirill V.

Cand. of Sci. (Med.), Anesthesiologist and Intensivist of the Department of Anesthesiology and Intensive Care I, Petrovsky National Research Center of Surgery; Associate Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care of the N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
E-mail: tts801@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4677-0508, SPIN: 3102-4356, Author ID: 701800

Svetlov Vsevolod A.

Dr. of Sci. (Med.), Professor, Chief Research Fellow of the Department of Anesthesiology and Intensive Care I, Petrovsky National Research Center of Surgery.
E-mail: cyrill59@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9535-7242, SPIN: 2180-6692, Author ID: 168721

Zhukova Svetlana G.

Cand. of Sci. (Med.), Senior Research Fellow of the Department of Anesthesiology and Intensive Care I, Petrovsky National Research Center of Surgery; Associate Professor of the Department of Anesthesiology and Intensive Care of the N. V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
E-mail: svzhuk@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5468-3183, SPIN: 9534-2844, Author ID: 632355

Fisenko Elena P.

Dr. of Sci. (Med.), Chief Research Fellow of the Laboratory of Ultrasound Diagnostics, Petrovsky Russian Research Center of Surgery.
E-mail: e.fissenko@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4503-950X, SPIN: 6104-4768, Author ID: 462132