

На правах рукописи

**Корнеев Александр Викторович**

**ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИНТУБАЦИИ ТРАХЕИ ПРИ  
ПЛАНОВЫХ ОПЕРАТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ У ПАЦИЕНТОВ  
С ТЕРМИЧЕСКИМ ПОРАЖЕНИЕМ ЛИЦА И ШЕИ**

**3.1.12. Анестезиология и реаниматология (медицинские науки)**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук

Москва - 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук

Оруджева Саида Алияровна

**Официальные оппоненты:**

**Зайцев Андрей Юрьевич** - доктор медицинских наук, заведующий отделением анестезиологии-реанимации федерального государственного бюджетного научного учреждения «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»;

**Шифман Ефим Муневич** - доктор медицинских наук, профессор кафедры анестезиологии и реанимации факультета усовершенствования врачей государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского».

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации.

Защита диссертации состоится « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 года в « \_\_\_\_ » часов на заседании диссертационного совета 21.1.044.01 в федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 117997, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, 27

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России и на сайте <https://www.vishnevskogo.ru/>

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г

**Учёный секретарь диссертационного совета:**

Доктор медицинских наук

Сапелкин Сергей Викторович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Обеспечение проходимости дыхательных путей является одной из основных задач врача анестезиолога-реаниматолога. Невозможность обеспечения проходимости дыхательных путей значимо влияет как на анестезиологическую летальность, так и является основной причиной неврологического дефицита у пациентов после перенесенного оперативного вмешательства (Schmitz B.U. et al., 2013). Наиболее частой методикой поддержания проходимости дыхательных путей является интубация трахеи. Современный подход к обеспечению проходимости дыхательных путей заключается в предоперационном выявлении вероятной трудной интубации трахеи для выбора оптимального способа поддержания проходимости дыхательных путей. Рекомендации, разработанные рабочей группой Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов», занимающейся проблемой «трудных дыхательных путей», включают в себя как возможность прогнозирования случаев трудной ларингоскопии, так и необходимые действия для купирования ситуации «не могу вентилировать, не могу интубировать». Существуют группы пациентов, у которых риск развития ситуации непредсказуемых «трудных дыхательных путей» выше, чем у пациентов общей популяции. К таким группам относятся пациенты с крайне высоким индексом массы тела, беременные, пациенты с онкологическими заболеваниями верхних дыхательных путей, лица и шеи, а так же пациенты с травмами лицевой области, в том числе и пациенты с ожогами лица и шеи. Для некоторых категорий этих пациентов разработаны алгоритмы поддержания проходимости дыхательных путей или ведутся исследования, направленные на снижение количества ситуаций непредсказуемых «трудных дыхательных путей». Пациенты с ожогами лица и шеи составляют особую группу, для которой ни в отечественной, ни в мировой литературе не описаны методы прогнозирования «трудных дыхательных путей» и не предложен выбор оптимального способа поддержания проходимости дыхательных путей. Особенности лечения данной категории пациентов (многоэтапные операции и травматичные перевязки), а так же патофизиологические особенности репарации ожоговых ран, характеризующиеся стадийностью заживления от струпа до рубцовой деформации, не позволяют одинаково оценивать пациента при прогнозировании трудной интубации на этапах хирургического лечения. Наличие перевязочного материала в области поражения лица и шеи, выраженного болевого синдрома, а так же вынужденное положение пациента значимо влияют на предоперационную оценку дыхательных путей при использовании стандартных методов их оценки. Невозможность или выполнение в ограниченном варианте таких действий как открытие рта, разгибание шеи, измерение тироментального и других анатомических параметров не позволяют адекватно оценивать дыхательные пути ни по одной из рекомендованных шкал оценки дыхательных путей. Выполнение анестезиологом алгоритма действий при «трудных дыхательных путях» так же сопряжено с более высоким риском неудач. Вен-

тиляция лицевой маской у данной категории пациентов является более трудно выполнимой манипуляцией, поскольку ожоги в области лица не позволяют достичь адекватной герметизации. Открытие рта при интубации трахеи может сопровождаться кровотечением из углов губ, что может потребовать дополнительной тампонады. Течение раневого процесса при ожогах лица и шеи на фоне проводимой инфузионно-трансфузионной терапии приводит к отеку мягких тканей ротовой области. Фармакологические особенности действия недеполяризующих миорелаксантов не позволяют адекватно подобрать дозу для полной нервно-мышечной блокады (Han T., Martyn J., 2008). При этом применение нейростимуляции также невозможно, учитывая высокую частоту локализации ожогов на верхних конечностях. Крикотиреотомия у данной группы пациентов может сопровождаться большими трудностями согласно оценочным шкалам SHORT или SMART. Наличие рубцовой деформации в области шеи делает невозможным или затрудняет поиск анатомических ориентиров для выполнения крикотиреотомии. Вследствие указанных особенностей верхних дыхательных путей риск возникновения трудной интубации трахеи у пациентов с ожогами лица и шеи достигает 15% (Esnault P. et al., 2014).

С целью снижения осложнений, связанных с неспособностью обеспечить проходимость дыхательных путей, Общероссийской общественной организацией «Федерация анестезиологов и реаниматологов» совместно с общественной организацией «Объединение комбустиологов мир без ожогов» разработаны рекомендации по обеспечению проходимости дыхательных путей при острой ожоговой травме. Однако данные рекомендации направлены на лечение пациентов в первые часы после травмы, где золотым стандартом является интубация трахеи с сохраненным спонтанным дыханием. Дальнейшее плановое хирургическое лечение больного с ожогами лица и шеи сопровождается существенной изменчивостью состояния верхних дыхательных путей в соответствии со стадией заживления ран, что приводит к изменению риска трудной интубации трахеи у одного и того же пациента на разных этапах лечения. На сегодняшний день не создано рекомендаций по оптимизации методики выполнения интубации трахеи у больных с ожогами лица и шеи при плановых операциях. Таким образом, разработка метода оценки риска трудной интубации трахеи, который нацелит анестезиолога на точный выбор оптимального способа интубации трахеи, крайне актуальна.

#### **Степень разработанности темы исследования**

Алгоритм действий анестезиолога при интубации трахеи во время плановых оперативных вмешательствах у пациентов с термической травмой лица и шеи не разработан в настоящее время, поскольку сохраняется ряд нерешенных проблем:

- 1) не определена чувствительность стандартных методов прогнозирования «трудных дыхательных путей» у пациентов с ожогами лица и шеи;
- 2) не разработан специфический метод оценки дыхательных путей у пациентов с ожогами лица и

шеи;

3) не определены основные предикторы трудной интубации трахеи у пациентов с ожогами лица и шеи;

4) отсутствует алгоритм, позволяющий адекватно выбрать метод поддержания проходимости дыхательных путей у пациентов с ожогами лица и шеи.

**Цель исследования** - улучшить результаты интубации трахеи у пациентов с ожоговой травмой лица и шеи при выполнении этапных оперативных вмешательств.

### **Задачи исследования**

1. Разработать интегральную шкалу оценки риска развития феномена «трудных дыхательных путей» с использованием комплексной диагностики на основании данных прямой ларингоскопии у пациентов с ожогами.

2. Сравнить предсказательный потенциал стандартного метода диагностики феномена «трудных дыхательных путей» с комплексной оценкой риска трудной интубации на основе разработанной совокупной оценочной шкалы.

3. Оценить значение различных факторов, предрасполагающих к трудной интубации трахеи у пациентов с ожоговой травмой лица и шеи на этапе планового хирургического лечения ожоговой болезни.

4. Разработать алгоритм выбора метода интубации трахеи у пациентов с ожоговой травмой лица и шеи на основе разработанной совокупной оценочной шкалы.

### **Научная новизна**

- Впервые в отечественной практике разработан и применен новый метод оценки «трудных дыхательных» путей у пациентов с ожогами лица и шеи.
- Впервые в отечественной практике оценен предсказательный потенциал шкалы EL-Ganzouri у пациентов с ожогами лица и шеи.
- Впервые в отечественной практике проведен анализ факторов, значимо влияющих на появление «трудных дыхательных путей» у пациентов с ожогами лица и шеи.
- Впервые в отечественной практике разработан алгоритм по выявлению «трудных дыхательных путей» у пациентов с ожогами лица и шеи с возможностью выбора метода поддержания проходимости дыхательных путей.

### **Практическая значимость**

В ходе проведенной работы обоснованы, разработаны и внедрены в практику принципы наиболее эффективной и безопасной оценки риска трудной интубации трахеи в группе пациентов с последствиями термического поражения. Анализ полученных результатов позволил создать уни-

кальную систему определения вероятности развития феномена «трудных дыхательных путей» у пациентов с ожогами лица и шеи, а разработанный на её основе алгоритм выбора метода обеспечения проходимости дыхательных путей показал свою эффективность в клинической практике, уменьшив количество эпизодов «трудных дыхательных путей» с 21.4% до 4.7%. Разработанный метод внедрен и применяется при выполнении плановых оперативных вмешательств у пациентов с ожогами лица и шеи, на базе отдела термических поражений ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России.

#### **Положения, выносимые на защиту**

- Применение стандартного метода оценки дыхательных путей (шкала El-Ganzougi) у пациентов с ожогами лица и шеи нецелесообразно в связи с низким предсказательным потенциалом метода.
- Прогностический потенциал шкалы El-Ganzougi повышается при ее использовании в условиях анальгезии у пациентов с ожогами лица и шеи.
- Выполнение прямой ларингоскопии у пациентов с ожогами лица и шеи в условиях седации и обезболивания до плановой операции повышает возможность выявления «трудных дыхательных путей».
- Применение предложенной шкалы прогнозирования «трудных дыхательных путей» и тактики интубации трахеи у пациентов с термической травмой лица и шеи уменьшает количество случаев непредсказуемых «трудных дыхательных путей».

#### **Апробация результатов исследования**

Работа основана на анализе обследования и анестезиологического обеспечения 84 больных с ожогами лица и шеи, лечившихся в ожоговом центре ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России с 2017 по 2019 г.

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на следующих конференциях:

1. XVIII съезд федерации анестезиологов и реаниматологов России 18 октября 2019 г., г. Москва, Россия. «Оценка трудных дыхательных путей у пациентов с ожогами лица и шеи при плановых оперативных вмешательствах»;
2. II Всероссийский конгресс с международным участием «Актуальные вопросы медицины критических состояний» 14 мая 2019 г., г. Санкт-Петербург, Россия. «Предоперационная оценка дыхательных путей у пациентов с термическим поражением лица и шеи».

## Публикации

По теме диссертации опубликовано 5 работ, из них 3 статьи в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации для публикации результатов диссертационных исследований.

## Структура диссертации

Диссертация изложена на русском языке на 105 страницах машинописного текста и состоит из оглавления, введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 13 отечественных и 104 зарубежных источников. Работа иллюстрирована 30 рисунками, 16 таблицами.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Характеристика клинических наблюдений и методы исследования.

Исследование является результатом анализа обследования и анестезиологического обеспечения 84 больных с ожогами лица и шеи, лечившихся в ожоговом центре ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России с 2017 по 2019 г.

Работа включает в себя два этапа клинического наблюдения: I этап- ретроспективный, II этап - проспективный.

Критерии включения пациентов:

- наличие термической травмы головы, шеи;
- необходимость многоэтапного оперативного лечения;
- необходимость проведения общей анестезии с интубацией трахеи;

Критерии невключения:

- наличие дыхательной недостаточности, требующей проведения искусственной вентиляции пациента;
- тяжесть состояния больного по ASA 4 и более.

### Характеристика клинических наблюдений

Исследование основано на анализе обеспечения проходимости дыхательных путей у пациентов с ожогами головы и шеи в 2-х группах: I- ретроспективная группа (42 пациента), II- проспективная группа (42 пациента). Пациенты обеих групп поступали в ожоговый центр ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского» как непосредственно после получения термического поражения, так и переводом из других лечебных учреждений страны на различных этапах лечения ожогов.

Пациенты не отличались между собой по возрасту и индексу массы тела (Табл. 1).

Таблица 1.

**Характеристика пациентов в группах.**

| Признак   | Параметр | Ретроспективная группа (n=42) | Проспективная группа (n=42) | p    |
|-----------|----------|-------------------------------|-----------------------------|------|
| ИМТ       | Медиана  | 25,87                         | 26,28                       | 0,76 |
|           | 25 %-75% | 23,03-31,14                   | 23,19-28,04                 |      |
| Возраст   | Медиана  | 38,5                          | 46,50                       | 0,84 |
|           | 25%-75%  | 31-55                         | 31-53                       |      |
| Пол (м/ж) | Абс.     | 28/14                         | 29/13                       |      |

Существуют факторы, дополнительно влияющие на развитие феномена трудных дыхательных путей. К их числу необходимо отнести этиологию термической травмы (пламя, кипяток, химический ожог), наличие термоингаляционной травмы, глубина ожогов, локализация ран в области лица и шеи. Отличия по дополнительным факторам, влияющим на обеспечение проходимости дыхательных путей, представлены в таблице 2.

Таблица 2.

**Характеристика ожоговой травмы у пациентов.**

|                                   | Ретроспективная группа (n=42) |        | Проспективная группа (n=42) |        | p     |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------|-----------------------------|--------|-------|
| Глубина поражения 1 ст.           | 11                            | 26,19% | 14                          | 33,33% | 0,57  |
| Глубина поражения 2 ст.           | 18                            | 42,86% | 17                          | 40,48% | 0,85  |
| Глубина поражения 3 ст.           | 13                            | 30,95% | 11                          | 26,19% | 0,71  |
| Поражение лица                    | 3                             | 7,14%  | 3                           | 7,14%  |       |
| Поражение шеи                     | 2                             | 4,76%  | 4                           | 9,53%  | 0,73  |
| Поражение лица и шеи              | 37                            | 88,10% | 35                          | 83,33% | 0,72  |
| Термоингаляционная травма 1 ст.   | 34                            | 80,95% | 35                          | 83,33% | 0,85  |
| Термоингаляционная травма 2-3 ст. | 8                             | 19,05% | 7                           | 16,67% | 0,85  |
| Рубцовая деформация (контрактура) | 11                            | 26,19% | 8                           | 19,05% | 0,57  |
| Грануляционная ткань.             | 16                            | 38,10% | 12                          | 28,57% | 0,45  |
| Ожоговый струп                    | 15                            | 35,71% | 22                          | 52,38% | 0,127 |

**Методы исследования пациентов I группы (контрольная группа)**

I этап исследования (ретроспективный) основан на анализе 42 историй болезни пациентов с ожогами лица и шеи, которым проводили многократные этапные оперативные вмешательства под общей комбинированной анестезией с интубацией трахеи. Целью ретроспективного этапа исследования являлась оценка чувствительности и специфичности шкалы El-Ganzouri в отношении про-

гнозирования трудной интубации трахеи у больных с ожогами лица и шеи.

Шкала EI-Ganzourgi валидирована для прогноза трудной интубации трахеи пациентов общехирургического профиля и нацеливает анестезиолога на выбор оптимальной тактики интубации трахеи.

Оценка по шкале EI-Ganzourgi (Табл. 3) проводилась в лежачем положении, при вынужденном положении головы по отношению к туловищу.

Таблица 3.

### Шкала EL-Ganzourgi.

| Открытие рта                          | Баллы |
|---------------------------------------|-------|
| >4 см                                 | 0     |
| <4 см                                 | 1     |
| Тиреоментальное расстояние            |       |
| >6.5 см                               | 0     |
| 6-6.5 см                              | 1     |
| <6.0 см                               | 2     |
| Класс по Маллампати                   |       |
| I                                     | 0     |
| II                                    | 1     |
| III                                   | 2     |
| Подвижность шеи                       |       |
| >90                                   | 0     |
| 80-90                                 | 1     |
| <80                                   | 2     |
| Возможность выдвижения нижней челюсти |       |
| Да                                    | 0     |
| Нет                                   | 1     |
| Масса тела                            |       |
| <90                                   | 0     |
| 90-110                                | 1     |
| >110                                  | 2     |
| Трудная интубация в анамнезе          |       |
| нет                                   | 0     |
| недостоверно                          | 1     |
| определенно                           | 2     |

Манипуляции, необходимые при классической оценке риска трудной интубации по шкале

EL-Ganzouri у пациентов ретроспективной группы, были ограничены в связи с интенсивным болевым синдромом и наличием асептических повязок на ранах лица и шеи (Рис. 1).



*Рисунок 1. Внешний вид пациента с ожогами лица и шеи.*

У пациентов с наличием перевязочного материала, атравматичных повязок в области поражения (шея, голова) оценка критериев проводилась по косвенным ориентирам, без визуализации анатомических структур. Измерения расстояний проводились по перевязочному материалу. Открытие рта определялось как расстояние между резцами, измеренное с полностью открытым ртом (Рис. 2).



*Рисунок 2. Оценка расстояния между резцами.*

Тироментальное расстояние измеряли по прямой линии по коже или перевязочному материалу от верхней вырезки щитовидного хряща до подбородка с максимально вытянутой головой.

Видимость ротоглоточных структур оценивалась в положении лежа. Оценка визуализации ротоглотки проводилась в соответствии с традиционными рекомендациями (по классификации Маллампати).

Диапазон движения в шее исследовали при попытке полного разгибания с последующим полным сгибанием. Угол измерялся транспортиром или с помощью приложения Protractor (Рис. 3).

Возможность выдвигания нижних резцов за верхние, вес пациента оценивались согласно

шкале El-Ganzouri.



*Рисунок 3. Использование мобильного приложения Protractor для определения угла разгибания в затылочно-позвоночном суставе.*

После чего, исходя из набранных баллов, каждому пациенту выбирался метод интубации трахеи: классическая интубация трахеи с помощью ларингоскопа или эндоскопически ассистированная интубация трахеи в сознании.

#### **Методы исследования пациентов II группы (группа сравнения)**

Выполнено проспективное, наблюдательное, клиническое исследование 42 пациентов с ожогами лица, шеи и головы, лечившихся в ожоговом центре НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского с января 2019 по декабрь 2019 года.

На проспективном этапе пациентам с ожогами лица и шеи проводилась оценка дыхательных путей по разработанному методу, который включал два этапа.

Первым этапом пациенту в условиях плановой перевязки под седацией по шкале RASS 3-4 (р-р пропофола 1.5 -2 мг\кг) с достаточным обезболиванием (р-р фентанила 3-5 мкг\кг) выполнялось снятие перевязочного материала с пораженной поверхности. Дыхательные пути оценивались по шкале EL-Ganzouri при сохраненном спонтанном дыхании. Во время оценки анестезиолог вручную выполняет действия, необходимые для определения параметров по шкале EL-Ganzouri. После оценки каждого критерия баллы суммировались. Таким образом, риск трудной интубации по шкале EL-Ganzouri в условиях седоанальгезии оценивали в виде определенной суммы баллов.

Вторым этапом после определения риска трудной интубации по шкале EL-Ganzouri пациенту выполняли прямую ларингоскопию с оценкой гортани по шкале Кормак-Лехана. Методика проведения прямой ларингоскопии стандартная, без выраженной тракции надгортанника, с предварительным обезболиванием корня языка и гортаноглотки раствором лидокаина (спрей). После визуализации надгортанника выравнивали визуальную ось по центру надгортанника и предпри-

нималась незначительная тракция надгортанника, при этом оценивалась структура гортани по шкале Кормака-Лехана (Рис. 4).

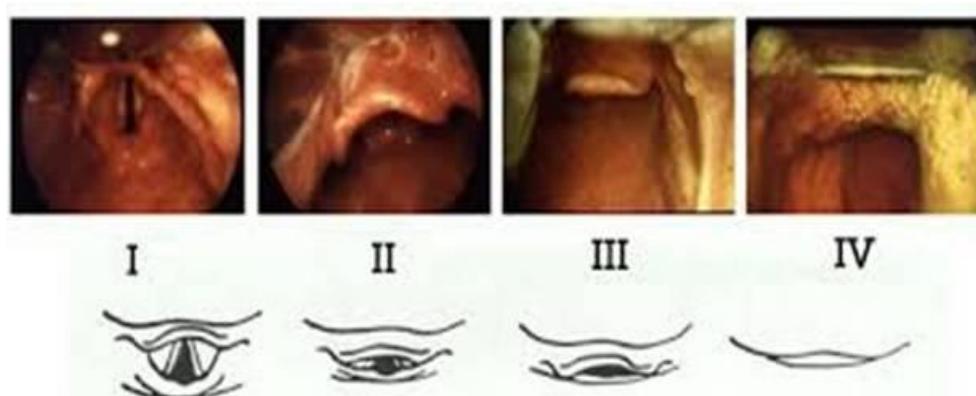


Рисунок 4. Шкала Кормака-Лехана

Различают 4 степени визуализации структур гортани по шкале Кормака-Лехана, каждой из которых присваивали баллы: первой степени присваивали 0 баллов, второй степени - 2 балла, третьей степени - 4 балла, четвертой степени - 7 баллов (Табл. 4).

Таблица 4.

**Шкала Кормака-Лехана с присвоенными баллами.**

|         |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|
| Степень | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Баллы   | 0 | 2 | 4 | 7 |

Следующим этапом проводилась суммация баллов по шкале El-Ganzougi и по шкале Кормака-Лехана, определенных в условиях седоанальгезии. Набранный суммарный балл - индекс совокупной шкалы являлся ориентиром для выбора метода интубации трахеи (Табл. 5).

Таблица 5.

**Выбор метода интубации трахеи с учетом индекса совокупной оценочной шкалы.**

|                         |                               |                                       |                      |
|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Метод интубации         | Классическая интубация трахеи | Видеоассистированная интубация трахеи | Интубация в сознании |
| Индекс совокупной шкалы | 0-6                           | 7-10                                  | Более 10             |

При наборе баллов 6 и менее нами прогнозировалась классическая интубация трахеи обычным ларингоскопом при прямой ларингоскопии. При наборе баллов от 7 до 10 ситуация расценивалась как сомнительная, и для интубации трахеи были необходимы дополнительные меры безопасности пациента. Понятие “дополнительные меры безопасности пациента” по нашему мнению включало проведение видеоларингоскопии на фоне анестезии с использованием миорелаксантов с возможной быстрой реверсией и/или приглашение эндоскопической службы для контроля интубации трахеи. Если пациент набирал более 10 баллов, то ситуация расценивалась как предсказуе-

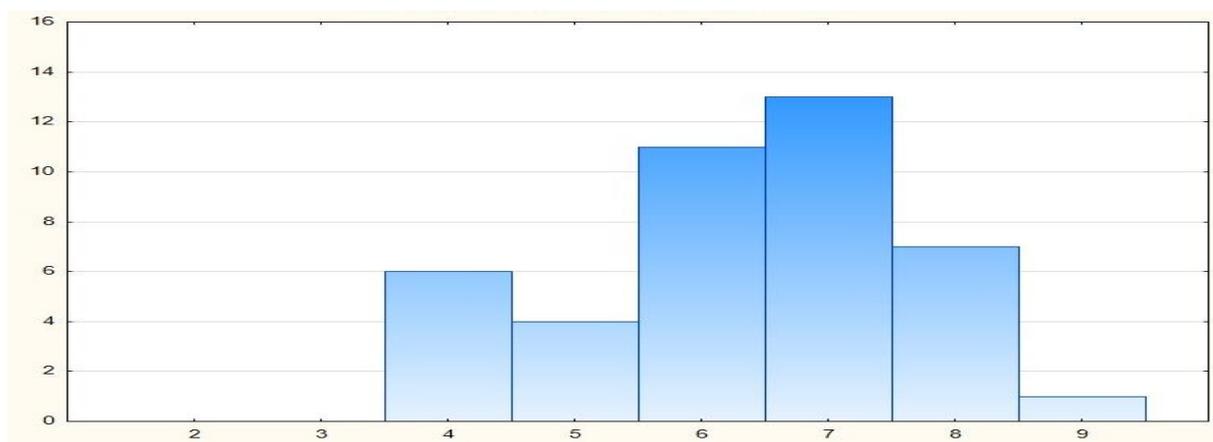
мые «трудные дыхательные пути», и методом интубации выбирали эндоскопически ассистированную интубацию трахеи в сознании.

Анестезиологическое обеспечение не отличалось у пациентов в двух группах и осуществлялось одной бригадой. При поступлении в операционную или перевязочную всем пациентам начиналось проведение стандартного анестезиологического мониторинга, выполняли преоксигенацию до достижения  $SpO_2 \geq 97\%$ . Вводная анестезия в обеих группах осуществлялась введением р-ра пропофола 2-2,5 мг\кг, р-ра фентанила 3-5 мкг\кг массы тела, рокурония бромид в дозе 0,6 - 1,2 мг\кг массы тела. Также не было отличий в анестезии у пациентов с ожогами лица и шеи и ожогами других локализаций. Разработанный метод оценки дыхательных путей не требовал введения дополнительных доз обезболивающих и седативных препаратов при проведении плановой перевязки. Стандартная премедикация не проводилась. Препараты для коррекции сопутствующих заболеваний оставались в полном объеме.

Для регистрации полученных данных использовали базу данных Microsoft Access. Статистическую обработку проводили с помощью пакета программ «STATISTICA 10.0» (StatSoft, США). Для определения нормальности распределения использовали тест Шапиро-Уилка. Использовались непараметрические методы описательной статистики для качественных признаков с вычислением медиан и интерквартильных интервалов. Сравнение двух независимых групп по одному признаку осуществляли непараметрическим методом для качественных признаков (точный двусторонний критерий Фишера), различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Наличие связи между факторами и исходом оценивали в ходе логистического регрессионного анализа с определением отношения шансов (Odds Ratio—OR) развития непредсказуемой «трудной интубации трахеи». Диагностическую способность шкал риска трудной интубации (существующей и предложенной) оценивали, определяя чувствительность и специфичность. Эти показатели рассчитывали путем построения четырехпольных таблиц сопряженности и ROC-кривой и определением точки отсечения. ROC-AUC анализ проведен на открытом интернет ресурсе <http://www.biosoft.hacettepe.edu.tr/easyROC/>. Качество моделей логистической регрессии для диагностических индикаторов непредсказуемых «трудных дыхательных путей» оценивалось AUC-анализом.

### **Результаты исследования**

Ретроспективную группу составили пациенты с ожогами головы и шеи, в историях болезни которых была зафиксирована оценка риска трудной интубации трахеи в предварительных анестезиологических осмотрах. В соответствии с внутренним протоколом отделения оценку риска трудной интубации трахеи проводили по шкале EL-Ganzouri, определяли суммарные баллы риска и частоту встречаемости суммарных баллов (Рис. 5).



По оси ординат - число наблюдений, по оси абсцисс – баллы.

Рисунок 5. Распределение баллов по шкале EL-Ganzouri в ретроспективной группе.

Индекс риска EL-Ganzouri колебался от 4 до 9 баллов. Средний балл по шкале EL-Ganzouri составил 6.35. Половина больных (21 пациент) набрала 6 и менее баллов, другая половина - 7 и более баллов, т.е. медиана - 7. Большая часть пациентов (24) имели 6 и 7 баллов, непредсказуемые трудные дыхательные пути случились у 9 из именно этих 24 пациентов. После определения баллов по прогностической шкале EL-Ganzouri пациенты подавались в операционную. Проводились операции под эндотрахеальным комбинированным наркозом. По результатам выполненных интубаций трахеи пациентов разделили на 3 группы.

Первая группа - пациенты с предсказуемыми «трудными дыхательными путями», которым выполнялась эндоскопически ассистированная интубация трахеи в сознании.

Вторая группа - это пациенты без предикторов трудной интубации, которым проводилась классическая интубация трахеи.

Третью группу составили пациенты с непредсказуемыми «трудными дыхательными путями», у которых не ожидалась, но случилась ситуация «трудных дыхательных путей».

Пациенты первой группы составили 11.9% (n=5) от всех пациентов на ретроспективном этапе, пациенты второй группы составили 66.7% (n=28). Пациенты с непредсказуемыми «трудными дыхательными путями» составили 21.4% (n=9). Общие данные по группам представлены в таблице 6.

Таблица 6.

#### Индекс EL-Ganzouri у пациентов ретроспективной группы.

| Интубация в сознании   |         |          |                   |
|------------------------|---------|----------|-------------------|
|                        | Среднее | Медиана  | Мода              |
| Баллы                  | 7,6     | 7,000000 | 7,000000          |
| Классическая интубация |         |          |                   |
| Баллы                  | 6       | 6,000000 | многовариантность |
| Непредсказуемые ТДП    |         |          |                   |
| Баллы                  | 6,56    | 7,000000 | 7,000000          |

Пациенты транспортировались в операционную без премедикации, начинали мониторинг и преоксигенацию. После вводной анестезии предпринимали попытку классической интубации трахеи.

В группе с непредсказуемыми «трудными дыхательными путями» при прямой ларингоскопии удавалось визуализировать надгортанник или нижнюю треть черпаловидных хрящей (Кормак-Лехан 3) - интубация трахеи проведена с техническими сложностями. У 5 пациентов выполнена интубация трахеи с 3-й попытки с предварительной имплантацией бужа и придания лучшего положения голове. Четверым пациентам после 2-х попыток интубации при прямой ларингоскопии выполнена установка ларингеальной маски. Одному из них без технических сложностей с первой попытки установлена ларингеальная маска второго поколения (Табл. 7). В данном случае объем оперативного вмешательства был изменен, интраоперационно проводилась вентиляция через ларингеальную маску. Трем больным без технических сложностей установлена интубационная ларингеальная маска с последующей интубацией трахеи через нее. В двух случаях также была отмечена трудная вентиляция лицевой маской, потребовавшая увеличения доз миорелаксантов, использования воздуховода, а также наложения марлевых повязок на ожоговую поверхность лица для герметизации дыхательного контура.

Таблица 7.

**Виды поддержания проходимости дыхательных путей при непредсказуемых «трудных дыхательных путях», (n=9).**

| Вариант поддержания проходимости дыхательных путей | 2 попытки интубации трахеи+ буж | Ларингеальная маска | Интубационная ларингеальная маска |
|--|---------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Количество   | 5                               | 1                   | 3                                 |

На всем протяжении обеспечения проходимости дыхательных путей не отмечено критически значимых изменений со стороны сердечно-сосудистой или дыхательной систем. Максимальное время апное составляло не более 30 секунд.

**Результаты анализа проспективной группы.**

С целью более точной оценки риска трудной интубации трахеи у больных с ожогами лица и шеи предложена методика оценки дыхательных путей по шкале EL-Ganzouri в условиях внутривенной анестезии с сохранением спонтанного дыхания и проведением прямой ларингоскопии. Оценка дыхательных путей по шкале EL-Ganzouri у пациентов проспективной группы в условиях внутривенной анестезии представлена на рисунке 6.

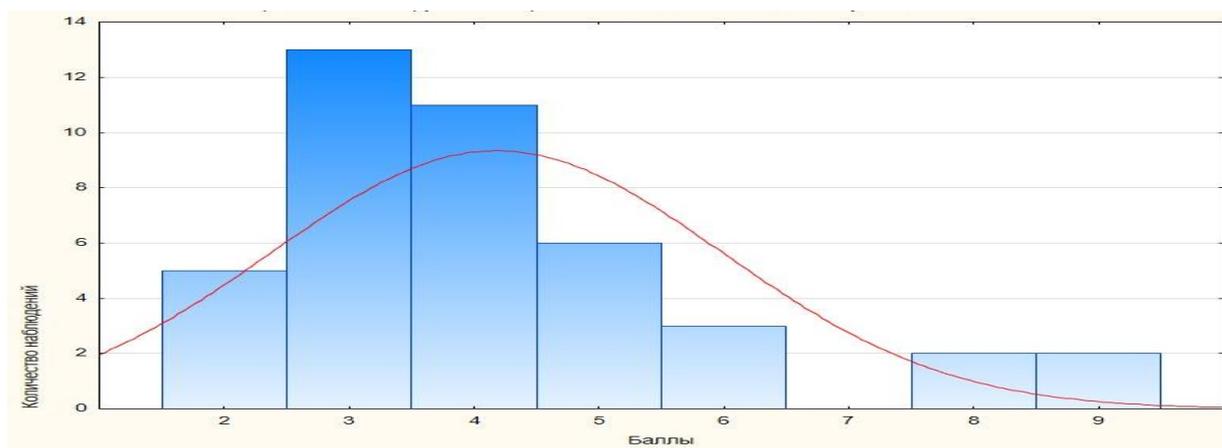


Рисунок 6. Индекс EL-Ganzouri пациентов проспективной группы в условиях анальгоседации.

Средний балл по шкале EL-Ganzouri составил 4.16. Большая часть пациентов (24 пациента) набрала 3-4 балла, на ретроспективном этапе большая часть больных (24 пациента) набрала 6-7 баллов. Визуализация структур гортани I степени выявлена у 18 пациентов, визуализация по Кормак-Лехану II степени - у 17, визуализации III степени выявлена у 7 пациентов.

При сложении баллов по шкале Кормак-Лехан и баллов по шкале EL-Ganzouri получали окончательный балл совокупной оценочной шкалы трудной интубации - индекс совокупной оценочной шкалы (Рис. 7).

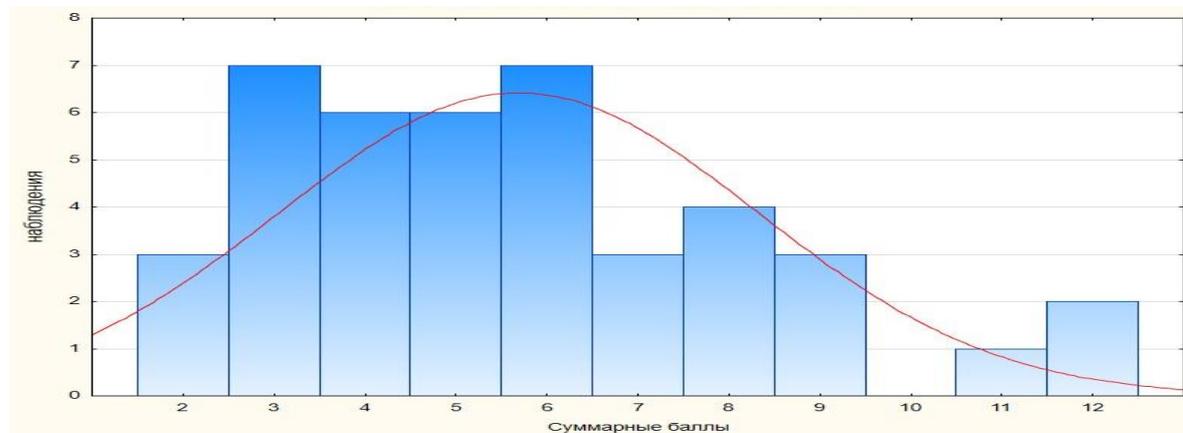


Рисунок 7. Распределение пациентов проспективной группы в зависимости от индекса совокупной шкалы.

Таблица 8.

**Индекс совокупной шкалы у пациентов проспективной группы.**

| Интубация трахеи в сознании           |         |         |                   |
|---------------------------------------|---------|---------|-------------------|
|                                       | Среднее | Медиана | Мода              |
| Баллы                                 | 11,66   | 11      | 11                |
| Видеоассистированная интубация трахеи |         |         |                   |
| Баллы                                 | 8,29    | 8       | многовариантность |
| Классическая интубация трахеи         |         |         |                   |
| Баллы                                 | 4,46875 | 4.5     | 6                 |

Сумма баллов по совокупной шкале риска трудной интубации позволила распределить больных на проспективном этапе на 3 группы (Табл. 8):

1. Пациенты, которым планировалась интубация трахеи в сознании с использованием эндоскопа.
2. Пациенты с предполагаемой видеоассистированной интубацией трахеи с использованием миорелаксантов и возможной реверсией нейромышечного блока.
3. Пациенты, которым планировалась классическая интубация трахеи.

Группу с интубацией в сознании составили пациенты с крайними значениями баллов по совокупной шкале - 11 и 12 баллов. Больным успешно выполнена эндоскопически ассистированная интубация трахеи в сознании под местной анестезией. Во вторую группу больных, набравших от 7 до 10 баллов, было включено 7 (16.7%) пациентов, средний балл по совокупной шкале - 8.29. Всем пациентам второй группы выполнена интубация трахеи с помощью видеоларингоскопа без особенностей. В третьей группе оказалось 32 пациента (76.2%), набравших до 6 баллов. Классическая интубация трахеи без особенностей выполнена 30 пациентам третьей группы. Двум пациентам, ранжированным в группу классической интубации трахеи, не удалось выполнить интубацию трахеи с 2-х попыток. У пациентов отмечено ухудшение визуализации гортани по шкале Кормак-Лехан со 2-й степени на 3-ю. Пациентам начато проведение алгоритма непредсказуемых «трудных дыхательных путей».

### Обсуждение результатов исследования

Диагностическую способность любого метода характеризуют, прежде всего, такие показатели, как чувствительность и специфичность. Чувствительность и специфичность определяются на основе построения четырехпольных таблиц сопряженности или метода ROC-анализа с построением ROC-кривой. Методом сравнения ROC-кривых является оценка площади под кривыми. Численный показатель площади под кривой называется AUC (Area Under Curve) (Табл. 9).

Таблица 9.

#### Экспертная шкала для значений AUC.

| Интервал AUC | Качество модели      |
|--------------|----------------------|
| 0,9-1,0      | Отличное             |
| 0,8-0,9      | Очень хорошее        |
| 0,7-0,8      | Хорошее              |
| 0,6-0,7      | Среднее              |
| 0,5-0,6      | Неудовлетворительное |

В настоящем исследовании проведен ROC-AUC анализ данных пациентов на ретроспек-

тивном этапе при прогнозировании «трудных дыхательных путей» шкалой El-Ganzougi. Оптимальная точка отсечения – 6 баллов. Площадь под характеристической кривой составила 0.67 ( $p = 0.027$ ). Значения чувствительности, специфичности, PPV (прогностическая ценность положительного результата) и NPV (прогностическая ценность отрицательного результата) составляли соответственно 100%, 37%, 45,2% и 100%. Получены низкие значения специфичности и положительного прогностического значения,  $AUC=0,67$ , что в соответствии с экспертной шкалой определяет среднее качество диагностической модели. Неудовлетворительный предсказательный потенциал шкалы El-Ganzougi на ретроспективном этапе исследования является результатом неадекватной оценки дыхательных путей вследствие болевого синдрома, наличия повязок в области лица и шеи, малой подвижности пациента.

С целью оценки влияния таких факторов, как боль и наличие перевязочного материала на диагностическую способность шкалы El-Ganzougi, на проспективном этапе выполнена оценка «трудных дыхательных путей» шкалой El-Ganzougi в условиях адекватного обезболивания и седации. Выполнен ROC-AUC анализ данных по шкале El-Ganzougi в условиях обезболивания и седации. Оптимальное значение отсечения в группе - 5. Площадь под кривой ROC составила 0.84 ( $p \leq 0.05$ ), т.е. очень хорошее качество модели, значения чувствительности, специфичности, PPV и NPV соответственно 72.7%, 83.3%, 61.5% и 89.3%.

Выполнен ROC-AUC анализ данных пациентов, у которых прогнозирование «трудных дыхательных путей» осуществлялось разработанной совокупной оценочной шкалой. Оптимальное значение отсечения – 7 баллов. Площадь под кривой ROC составила 0.96 ( $p \leq 0.05$ ) - отличное качество модели. Значения чувствительности, специфичности, PPV и NPV составляли соответственно 90.9%, 100%, 100% и 96.8%. Полученные данные позволяют сделать вывод о хорошем предсказательном потенциале разработанной шкалы с оптимальной чувствительностью и специфичностью.

Сравнительная диагностическая способность шкал, примененных для оценки риска трудной интубации трахеи в обеих группах, представлена в таблице 10.

Учитывая, что для ожоговых пациентов не разработано специфических методов определения «трудных дыхательных путей», а стандартные методы имеют ряд ограничений у данной группы пациентов, разработанная совокупная шкала является наиболее точным и доступным методом предоперационной диагностики «трудных дыхательных путей».

С целью исключения изолированного влияния шкалы Кормак – Лехан на прогностическую значимость совокупной оценочной шкалы нами проведен ROC-AUC анализ на основании результатов интубации трахеи в проспективной группе и степени по шкале Кормак–Лехан, определенной во время проведения перевязки под анестезией с сохраненным спонтанным дыханием. Площадь под кривой ROC составила 0.88 ( $p \leq 0.05$ ). Значения чувствительности, специфичности, PPV и

NPV составляли 63.6%, 100%, 100% и 88.2%. Шкала Кормак-Лехана, применённая изолированно, уступает совокупной оценочной шкале по показателю чувствительности, т.е. по способности выявлять трудную интубацию трахеи. Данная шкала является составной частью совокупной оценочной шкалы и не превосходит ее по предсказательному потенциалу.

Таблица 10.

**Данные ROC-AUC анализа риска трудной интубации трахеи у пациентов общехирургической популяции и пациентов с ожогами лица и шеи.**

| Показатели                             | Шкала El-Ganzouri            |                               |   | Совокупная оценочная шкала |
|--|------------------------------|-------------------------------|---|----------------------------|
|  | Общехирургическая популяция* | Пациенты с ожогами лица и шеи | Пациенты с ожогами лица и шеи + обезболивание |                            |
| Чувствительность                       | 64,1%                        | 100%                          | 72,7  | 90,9%                      |
| Специфичность                          | 81,4 %                       | 37%                           | 83,3  | 100%                       |
| AUC                                    | 77%                          | 67%                           | 84%   | 96%                        |
| Положительное прогностическое значение | 36,1%                        | 45,2%                         | 61.5  | 100%                       |
| Отрицательное прогностическое значение | 92,4%                        | 100%                          | 89,3  | 96,8%                      |

\* Corso R. M. et al., 2016.

Выполнен анализ влияния миорелаксантов на степень визуализации структур гортани по Кормак-Лехан. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии использования миорелаксантов на визуализацию гортани по Кормак-Лехан. Однако нами выявлены 2 случая ухудшения визуализации голосовой щели при использовании миорелаксантов, что соответствовало изменению визуализации голосовой щели по шкале Кормак–Лехан с 2 степени на 3. Пациенты с ухудшением визуализации имели глубокие ожоги и выраженную рубцовую деформацию шеи. На фоне применения миорелаксантов действие мышц с контралатеральной стороны ослабевает и рубец с подпаянными нижележащими тканями подтягивает анатомические структуры гортани в свою сторону. Таким образом, анестезиолог может столкнуться с ситуацией непредвиденных «трудных дыхательных путей».

Проанализированы критерии, способные повлиять на трудную интубацию трахеи. Для этого исследованы все показатели шкалы El-Ganzouri, антропометрические данные и состояние ожоговой раны у пациентов на проспективном этапе в ходе проведения седации. Были выявлены статистически значимые взаимосвязи между отдельными критериями и «трудными дыхательными путями».

С целью выявления связи между подвижностью шеи и наличием трудных дыхательных

путей применили непараметрические методы статистического анализа с построением четырехпольных таблиц 2x2, рассчитан двусторонний точный критерий Фишера ( $p=0,009$ ). Полученные данные свидетельствуют о статистически значимой связи между «трудными дыхательными путями» и ограничением подвижности шеи в  $80^0$  и менее.

С целью выявления связи между способностью открывания рта и развитием трудной интубации трахеи использовали метод определения отношения шансов, которое было равно 6.429 (95% ДИ 1.228-33.650). Дополнительно был проведен анализ непараметрическим методом с построением четырехпольных таблиц 2x2, точный двусторонний критерий Фишера  $p=0,0309$ . Выявлена статистически значимая связь между ограниченным открытием рта и феноменом трудных дыхательных путей.

С целью выявления влияния тироментального расстояния менее 6 см на «трудные дыхательные пути» использовали непараметрический метод статистического анализа с построением таблиц сопряженности 2x2, выявлена сильная связь исследуемого критерия с феноменом «трудных дыхательных путей» (точный двусторонний критерий Фишера  $p=0,0044$ ).

Особенностью пациентов с ожогами лица и шеи является наличие ожоговой раны, состояние которой изменяется в соответствии с фазами раневого процесса. Ожоговая поверхность может быть представлена или ожоговым струпом или грануляционной тканью или, как вариант исхода заболевания, рубцами или рубцовой деформацией. Определено отношение шансов развития трудной интубации трахеи в зависимости от состояния ожоговой раны. (Табл. 11).

Таблица 11.

**Отношение шансов состояния ожоговой раны к трудной интубации трахеи**

| Показатели                | Струп              | Грануляционная ткань | Рубец                |
|---------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| Отношение шансов (ДИ 95%) | 0.22 (0.050-0.993) | 0.40 (0.073-2.184)   | 40.6 (4.069-405.056) |

Не выявлено взаимосвязи между струпом, грануляционной тканью и «трудными дыхательными путями». Статистически значимая связь установлена между наличием рубцовой ткани и риском трудной интубации трахеи. Она также подтверждается при статистическом анализе с использованием непараметрических методов (точный двусторонний критерий Фишера  $=0,0002$ ).

На основании полученных результатов, особенностей пациентов с термическим поражением, а также существующих национальных рекомендаций разработан алгоритм (Рис. 8) интубации трахеи у пациентов с ожоговой травмой лица и шеи. Использование алгоритма позволяет выбрать наиболее подходящий метод интубации трахеи, а при неэффективности метода направляет анестезиолога на альтернативные способы поддержания проходимости дыхательных путей

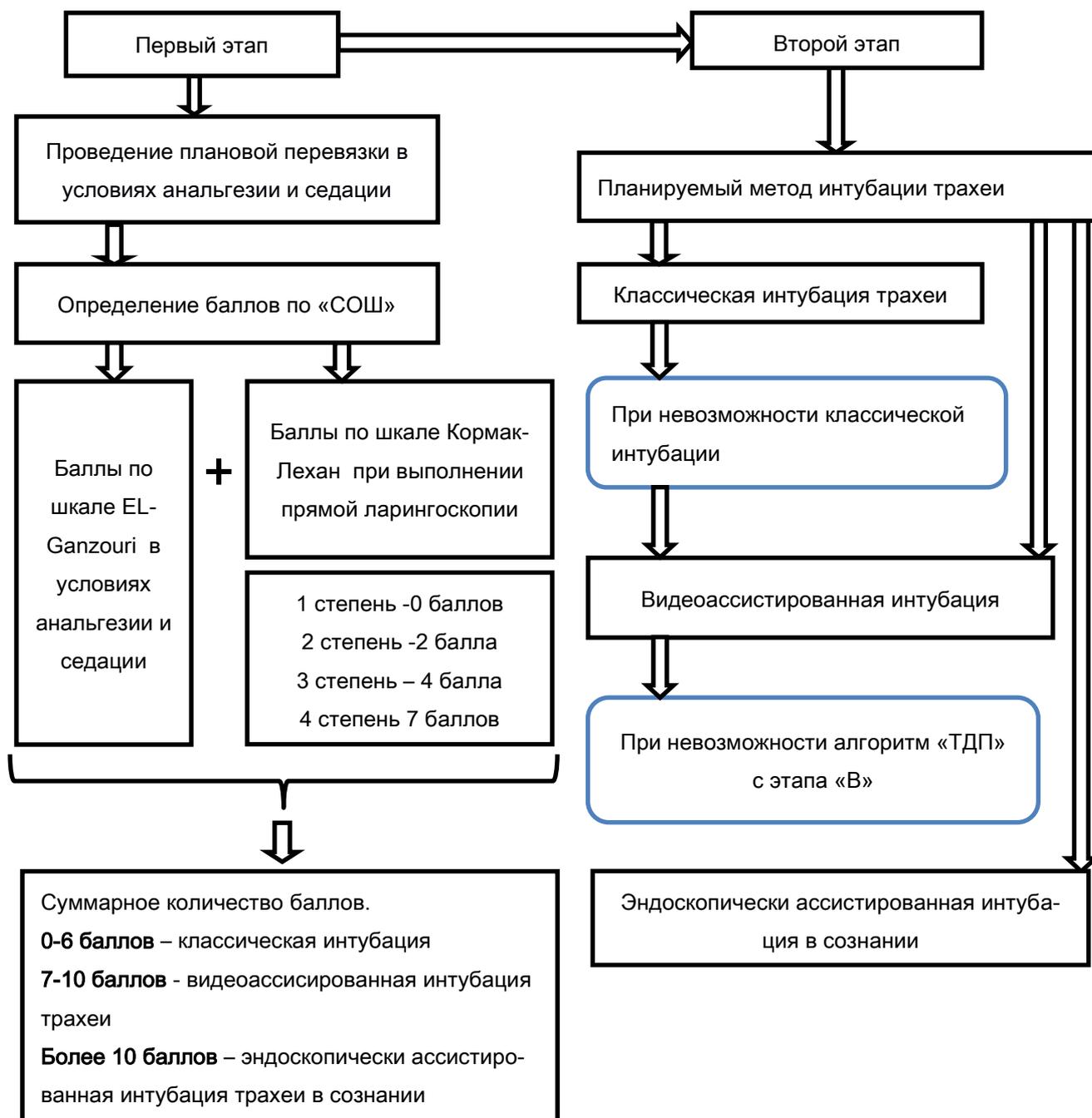


Рисунок 8. Алгоритм интубации трахеи у пациентов с ожоговой травмой лица и шеи на основе индекса совокупной оценочной шкалы.

### Выводы

1. Индекс совокупной оценочной шкалы является суммой баллов по шкале EL-Ganzouri и баллов, полученных при прямой ларингоскопии по шкале Кормак-Лехан, определяемых в условиях анальгезии и седации. Данная методика позволяет анестезиологу заблаговременно выбрать адекватный метод интубации трахеи, основываясь на бальном ранжировании.

2. Качество диагностики разработанной «совокупной оценочной шкалы» трудной интубации трахеи у пациентов с ожогами лица и шеи выше качества диагностики стандартного метода оценки по шкале EL-Ganzouri. Площадь под кривой ROC при оценке по шкале EL-Ganzouri соста-

вила 0.67 ( $p=0.027$ ). Чувствительность, специфичность, прогностическая ценность положительного результата, прогностическая ценность отрицательного результата соответственно равны 100%, 37%, 45,2% и 100%. Площадь под кривой ROC при оценке по «совокупной оценочной шкале» составила 0.96 ( $p \leq 0.05$ ), чувствительность, специфичность, прогностическая ценность положительного результата, прогностическая ценность отрицательного результата, соответственно, имеют значения 90.9%, 100%, 100% и 96.8%.

3. Отмечена статистически значимая связь между трудной интубацией трахеи и ограничением подвижности шеи в  $80^\circ$  и менее (точный двусторонний критерий Фишера  $p=0,009$ ), возможностью открытия рта менее 4 см (точный двусторонний критерий Фишера  $p=0,03$ , отношение шансов 6.429 (95% ДИ 1.228-33.650)), тироментальным расстоянием менее 6 см (точный двусторонний критерий Фишера  $p=0,0044$ ), рубцовой деформацией в области лица и шеи (точный двусторонний критерий Фишера  $p=0,0002$ , отношение шансов 40.600 (95% ДИ 4.069-405.056)).

4. Разработан алгоритм интубации трахеи у пациентов с ожоговой травмой лица и шеи на основе индекса «совокупной оценочной шкалы», позволивший уменьшить количество непредсказуемых «трудных дыхательных путей» в 4,5 раза ( $p=0,0067$ ).

### **Практические рекомендации**

1. Стандартная шкала риска трудной интубации El-Ganzouri у пациентов с ожогами лица и шеи при плановых оперативных вмешательствах имеет среднее качество диагностики и ее использование для прогнозирования «трудных дыхательных путей» нецелесообразно.

2. Рекомендуется использование «совокупной оценочной шкалы» для прогнозирования «трудных дыхательных путей» с последующим выбором метода интубации трахеи у пациентов с ожогами лица и шеи при плановых оперативных вмешательствах. Оценка должна быть проведена не менее чем за 48 часов до планового оперативного вмешательства. «Совокупная оценочная шкала» состоит из двух частей, каждая из которых ранжирована по баллам. После оценки двух частей баллы суммируются и по результатам набранных баллов определяется метод интубации трахеи.

3. Выбор метода интубации трахеи определяет индекс совокупной оценочной шкалы. Сумма баллов менее 6 ориентирует анестезиолога на выполнение классической интубации трахеи. При индексе «совокупной оценочной шкалы» от 7 до 10 баллов необходимо выполнение видеоассистированной интубации трахеи. Индекс совокупной шкалы более 10 баллов прогнозирует трудную интубацию трахеи, при которой эндоскопически ассистированная интубация в сознании является приоритетом.

4. При оценке риска трудной интубации по совокупной оценочной шкале необходимо обращать внимание на наличие следующих предикторов: ограниченное открывание рта (менее 4 см), ограниченное движение в шейном отделе (менее  $80^\circ$ ), короткое тироментальное расстояние (менее

6 см), а также на наличие рубцового дефекта в области лица и шеи. Указанные параметры имеют статистически значимую связь с развитием феномена «трудных дыхательных путей».

5. Введение миорелаксантов во время вводной анестезии у больных с послеожоговой рубцовой деформацией лица и шеи может ухудшить визуализацию гортани по Кормак-Лехан вследствие изменения анатомической конфигурации гортани. Необходима готовность к применению дополнительных методов поддержания проходимости дыхательных путей в случае неудачи классической интубации трахеи.

#### Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. **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.

2. **Корнеев А.В.**, Оруджева С.А., Плотников Г.П., Клеузович А.А., Кудрявцев А.Н., Алексеев А.А. Оценка трудных дыхательных путей у пациентов с ожогами лица и шеи при плановых оперативных вмешательствах. //В книге: Форум анестезиологов и реаниматологов России (ФАРР-2019). XVIII съезд Федерации анестезиологов и реаниматологов. – 2019. С. 142.

3. Плотников Г.П., Казённов В.В., Кудрявцев А.Н., Пономарев А.А., Клеузович А.А., Чижов А.Г., Раевская М.Б., **Корнеев А.В.** Респираторные осложнения при ожоговой травме. Есть ли место для высокопоточной кислородотерапии через носовые канюли? //Высокотехнологическая медицина. – 2019. – Т. 6. – № 1. – С. 12-20.

4. **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.

5. Пономарев А.А., Казеннов В.В., Кудрявцев А.Н., **Корнеев А.В.**, Алексеев А.А. Высокопоточная оксигенотерапия у пациентов с ожоговой травмой. //Вестник анестезиологии и реаниматологии. –2021. – Т. 18. – № 3. – С. 46-52.

#### Список сокращений

ТДП – трудные дыхательные пути;

RASS – шкала возбуждения-седации Ричмонда;

PPV – положительное прогностическое значение;

NPV – отрицательное прогностическое значение;

AUC – площадь под кривой;

СОШ - совокупная оценочная шкала;

ДИ – доверительный интервал.