

Топографо-анатомические ориентиры поиска наружной ветви верхнего гортанного нерва

© В.Ю. Малюга¹, А.А. Куприн^{2*}

¹Городская клиническая больница им. Е.О. Мухина, Москва, Россия

²Городская клиническая больница им. А.К. Ерамишанцева, Москва, Россия

Актуальность. Наружная ветвь верхнего гортанного нерва иннервирует перстнещитовидную мышцу, которая обеспечивает натяжение голосовых связок и образование высокочастотных звуков. При повреждении этого нерва пациенты могут отмечать охриплость, невозможность произношения высоких звуков, “быструю утомляемость” голоса, дисфагию. По данным литературы, парезы наружной ветви верхнего гортанного нерва достигают 58% случаев после оперативных вмешательств на щитовидной железе.

Цель работы: определение скелетотопических ориентиров поиска и топографо-анатомических вариантов расположения наружной ветви верхнего гортанного нерва.

Материал и методы. Работа основана на микродиссекции 21 трупного органокомплекса шеи и анализе расположения 40 наружных ветвей верхнего гортанного нерва. Выбраны два скелетотопических ориентира поиска, находящихся на минимальном расстоянии от нерва, относительно которых произведены геометрические расчеты: косая линия щитовидного хряща и сухожильная дуга нижнего мышечного сжимателя глотки.

Результаты. Точка “входа” наружной ветви верхнего гортанного нерва всегда располагается на нижнем мышечном сжимателе глотки, не выходя за пределы косой линии щитовидного хряща сверху, а спереди – сухожильной дуги этой мышцы. Нерв в 92,8% случаев имел параллельное направление (угол менее 30 градусов) относительно косой линии и в 85,7% случаев находился в непосредственной близости к этой линии (на расстоянии до 4 мм).

Предложенная нами топографо-анатомическая классификация расположения наружной веточки верхнего гортанного нерва основана на локализации точки “входа” нерва относительно длинника косой линии щитовидного хряща и риска повреждения нерва. В 14,2% случаев точка “входа” находилась в области передней трети линии (I тип), а в 50% – в средней трети этой линии (II тип). Такие варианты наружной ветви верхнего гортанного нерва находились в непосредственной близости от верхнего полюса щитовидной железы, что могло привести к их повреждению во время хирургического вмешательства. При III и IV типе (35,8%) точка “входа” в мышцу располагалась максимально удаленно от верхнего полюса щитовидной железы и большая часть нерва была прикрыта волокнами нижнего мышечного сжимателя глотки.

Заключение. Определены основные ориентиры поиска и предложена топографо-анатомическая классификация расположения наружной ветви верхнего гортанного нерва.

Ключевые слова: наружная ветвь верхнего гортанного нерва, иннервация гортани, хирургия щитовидной железы.

Anatomical landmarks of the external branch of the superior laryngeal nerve

© Viktor Y. Malyuga¹, Aleksandr A. Kuprin^{2*}

¹E.O. Mukhin city clinical hospital, Moscow, Russia

²A.K. Eramishanzev city clinical hospital, Moscow, Russia

Background. The external branch of the superior laryngeal nerve innervates a cricothyroid muscle, which provides tension in vocal cords and formation of high-frequency sounds. When the nerve is damaged during surgery, patients may notice hoarseness, inability to utter high pitched sounds, “rapid fatigue” of the voice, and dysphagia. According to literature, paresis of an external branch of the superior laryngeal nerve reaches up to 58% after thyroid surgery.

Aim: to identify permanent landmarks and topographic variations of the external branch of the superior laryngeal nerve.

Materials and methods. The study is based on the autopsy material (21 complexes organs of the neck) and on identification of variations of 40 external branches of the superior laryngeal nerve. We identified two permanent landmarks that are located at the minimum distance from nerve and we made metrical calculations relative to them: oblique line of thyroid cartilage and tendinous arch of the inferior pharyngeal constrictor muscle.

Results. The piercing point of the nerve is always located at the inferior pharyngeal constrictor muscle without protruding beyond the oblique line of thyroid cartilage superiorly and tendinous arch of the inferior pharyngeal constrictor muscle anteriorly. The nerve had the parallel direction in 92.8% of cases (angle less than 30 degrees) relative to the oblique line and in 85.7% cases it was in close proximity to this line (at distance up to 4 mm).

The proposed topographic classification of the location of the external branch of the superior laryngeal nerve is based on localization of the piercing point of the nerve relative to the length of the oblique line of thyroid cartilage and the risk of nerve damage. In 14.2% of cases, the piercing point was in the front third of the line (type I), and in 50% it was in the middle third of this line (type II). These variations of the external branch of the superior laryngeal nerve was in close proximity to the upper pole of the thyroid gland, which could have lead to its damage during surgery. In type III and IV (35.8%) – the piercing point in the muscle was located as far as possible from the upper pole of the thyroid gland and the greater part of the nerve was covered with the fibers of inferior pharyngeal constrictor muscle.

Conclusion. We identified the main orienteers for the search and proposed anatomical classification of the location of the external branch on the superior laryngeal nerve.

Key words: external branch of the superior laryngeal nerve, larynx innervation, thyroid surgery.

Список сокращений

LO – linea obliqua cartilaginis thyroideae, косая линия щитовидного хряща (PNA);

MCPI – musculus constrictor pharyngis inferior, нижний мышечный сжиматель глотки (PNA);

MCT – musculus cricothyroideus, перстнещитовидная мышца (PNA);

MTH – musculus thyrohyoideus, щитоподъязычная мышца (PNA);

MSH – musculus sternohyoideus, грудиноподъязычная мышца (PNA);

MST – musculus sternothyroideus, грудинощитовидная мышца (PNA);

NLR – nervus laryngeus recurrens, возвратный гортанный нерв (PNA);

PNA – Parisiana Nomina Anatomica, Парижская анатомическая номенклатура (1955 г.);

RENLS – ramus externus nervi laryngei superioris, наружная ветвь верхнего гортанного нерва (PNA);

RINLS – ramus internus nervi laryngei superioris, наружная ветвь верхнего гортанного нерва (PNA);

ЩЖ – щитовидная железа.

Актуальность

Корреспондент Daily News в 1936 г. так прокомментировал первое выступление оперной певицы Amelita Galli-Curci после операции на ЩЖ: “Певица не смогла совладать ни со своим голосом, ни со своим дыханием...”. В 1938 г. карьера “лучшего сопрано XX века” была окончена. Спустя 25 лет певи-

ца умерла в полном забвении в провинциальном городке штата Калифорния. Эта профессиональная трагедия человека навсегда запечатлена в анналах хирургической анатомии ЩЖ. Теперь RENLS стала носить имя “Amelita Galli-Curci” [1].

За последний век в хирургии ЩЖ произошли значительные перемены. Мы стали понимать, что хирургия ЩЖ – это хирургия NLR [2]. Данной проблеме посвящено множество научных статей и монографий. С появлением новых технологий и нейромониторинга в частности парезы NLR стали редким явлением. По данным зарубежных авторов, паралич NLR после хирургического лечения регистрируется у 0,8–8,3% и сохраняется через год у 0,3–3% пациентов [3]. Однако в хирургической тиреологии еще имеются нерешенные задачи, главной из которых является предотвращение послеоперационного гипопаратиреоза (постоянные формы выявляются в 0,4–43% случаев) [4, 5]. Но незаслуженно “незамеченными”, по мнению многих авторов, остаются повреждения RENLS. По современным данным, парезы RENLS достигают 58% после оперативных вмешательств на ЩЖ [4, 6, 7].

RENLS иннервирует MCT, которая обеспечивает натяжение голосовых связок посредством наклона вперед щитовидного хряща относительно перстневидного (образование высокочастотных звуков). При повреждении RENLS пациенты могут отмечать охриплость, невозможность произносить высокие звуки, “быструю утомляемость” го-

лоса. Такие симптомы становятся заметными сразу после операции профессиональным спикерам и певцам [1, 4, 7–12]. Кроме того, пациенты могут жаловаться на явления дисфагии и поперхивание при употреблении жидкой пищи, что значительно снижает качество жизни [10, 12, 13].

Вариабельность и неточность симптоматики при повреждении нерва связаны с отсутствием “золотого стандарта” в определении парезов RENLS [4, 12]. Фониатрическая оценка голосовой функции гортани, ларингоскопия, функциональные пробы и даже электромиография (основной способ определения атрофии МСТ) остаются технически сложными, инвазивными и малодостоверными методиками [1, 4, 6, 11, 12, 14].

К сожалению, многие хирурги до сих пор не видят необходимости в идентификации RENLS во время хирургического вмешательства в связи с сомнительной ролью этой структуры в голосообразовании, отсутствием четких топографических ориентиров и сложностью интраоперационной визуализации [15]. Согласно мнению ряда авторов, основанному на топографо-анатомических исследованиях, рутинное выделение нерва во время операции не требуется даже при “больших” зобах [16, 17].

Однако в большинстве работ, посвященных данной тематике, имеется противоположное мнение. Отмечено, что интраоперационная визуализация нерва значительно варьирует [4, 15]. По утверждению M. Friedman и соавт., выделивших 1057 нервов, используя “обычную” технику препаровки тканей в сочетании с детальными знаниями анатомии, идентификация RENLS возможна в 80–85% случаев. Согласно классификации авторов, только в 20% случаев RENLS располагается интрамускулярно, что делает невозможным ее выявление во время операции (тип 3 по M. Friedman).

В 20% случаев RENLS находится ниже верхнего полюса ЩЖ и в непосредственной близости от хирургических манипуляций (тип 2b по C.R. Cernea) [8, 9, 18]. F.J. Chuang и соавт. на основании двусторонней микродиссекции 86 гортаней выявляли 2b тип еще чаще (в 38% случаев). Увеличение объема ЩЖ считается основным фактором риска

травмы RENLS. Так, при массе ЩЖ 100 г и более риск повреждения нерва увеличивается до 54% [1, 8, 9, 11, 13].

На сегодняшний день нейромониторинг стал основным методом визуализации, профилактики и диагностики парезов RENLS (в случае выявления LOSS-сигнала). Согласно одной из рекомендаций International Neural Monitoring Study Group, с целью профилактики повреждения RENLS во время операции необходимо обязательно визуализировать нерв. Поэтому в настоящее время точное знание анатомии области и топографических точек расположения RENLS становится как никогда актуальным [4].

За последние несколько десятилетий в мировой литературе накоплены данные о коммуникантной нервной системе гортани. С применением электромиографии в практике и экспериментах появляется все больше доказательств существования сложной ларингеальной нервной сети, которая необходима для выполнения многогранной и “тонкой” функции гортани. Именно наличием анастомозирующих структур во многих работах объясняются такие явления, как транзитный парез гортани, различное положение голосовых связок при параличе NLR. Ключевую роль в этих феноменах, по мнению авторов, играет RENLS [14, 15, 19–21].

С развитием новых технологий в хирургии стало возможным идентифицировать и сохранять мелкие анатомические структуры во время оперативных вмешательств. Так, с внедрением эндоскопической техники в эндокринную хирургию появилась возможность лучшей визуализации таких “тонких” структур, как RENLS. Кроме того, за последнее десятилетие увеличилось количество сообщений об успешной трансплантации гортани. На этом фоне изучение роли RENLS и экстраларингеального сплетения в целом приобретает новую актуальность [12, 14].

Цель

Целью работы является определение скелетотопических ориентиров поиска и топографо-анатомических вариантов расположения наружной ветви верхнего гортанного нерва.

Методы

Дизайн исследования

Проведено одномоментное одноцентровое неконтролируемое исследование трупного материала.

Критерии соответствия

Установлены следующие критерии отбора трупного материала:

- 1) отсутствие патологии органов шеи в анамнезе и на момент данной госпитализации;
- 2) отсутствие хирургических вмешательств на органах шеи в анамнезе и на момент данной госпитализации;
- 3) причина смерти не связана с патологией органов шеи.

Продолжительность исследования

Исследование проведено с февраля по май 2018 г.

Описание медицинского вмешательства

Забор материала проводился в пределах собственной фасции шеи (II листка) (классификация В.Н. Шевкуненко [22]). Сверху границей являлась горизонтальная плоскость, проходящая несколько выше подъязычной кости. Снизу комплекс ограничивался горизонтальной плоскостью, находящейся на уровне брахиоцефального артериального ствола. Комплекс органов состоял из подъязычной кости, гортани, гортаноглотки, трахеи (до бифуркации), участка пищевода, ЩЖ, сосудисто-нервного пучка (участков общей, наружной и внутренней сонных артерий, внутренней яремной вены, блуждающего нерва), окружающей жировой клетчатки и мышц соответствующего фасциального пространства.

На первом этапе работы осуществлялся доступ к треугольнику Джолла (в англоязычной литературе: sternothyrolaryngeal triangle, эпонимы: Joll's triangle, Jolles space, Reeve space) посредством вскрытия III фасциального листка шеи по средней линии и рассечением MSH и MST. Краниальные части последних отводились кверху, что способствовало визуализации всех структур треугольника.

Далее выполнялась микродиссекция органокомплекса с обеих сторон с выделением верхнего полюса ЩЖ, RENLS, верхней щитовидной артерии и ее ветвей. RENLS прослеживалась от места "входа" в MCPI до блуждающего нерва с выделением RINLS. Место пенетрации нервом мышцы являлось основным точечным ориентиром поиска RENLS.

На следующем этапе проводилось простое геометрическое измерение расположения точки "входа" в MCPI и дистального участка нерва относительно опорно-двигательных структур гортани. Все анатомические картины фотографировались и фиксировались в электронном виде.

На основании анализа диссекционного материала создавалась зарисовка анатомической картины в виде рисунка-схемы.

Основной исход исследования

Проведен анализ расстояний от RENLS до ближайших анатомических ориентиров (LO и arcus tendineus MCPI).

Дополнительный исход исследования

Проанализировано синтопическое расположение основного ствола RENLS и верхней щитовидной артерии. В ходе диссекции определялось количество и локализация дополнительных веточек RENLS.

Этическая экспертиза

Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ГБУЗ ГКБ им. А.К. Ерамишанцева ДЗМ, выписка из протокола №01(1)-2018 от 25.01.2018.

Статистическая обработка

При планировании данной поисковой работы не была сформулирована научная гипотеза, требующая доказательства методами медицинской статистики. Результаты представлены в виде абсолютных и относительных величин.

Результаты

Объекты (участники) исследования

В 21 трупном органокомплексе выявлено 40 RENLS (два нерва не идентифицированы).

Основные результаты исследования

При выборе топографо-анатомических ориентиров установлены следующие условия:

1) постоянство анатомической структуры во всех препаратах;

2) простота визуализации или пальпации;

3) максимально близкое расположение к RENS;

4) необходимость нескольких анатомических структур для создания двумерной оси координат;

5) ограничение малого анатомического пространства для поиска RENS.

Заданным условиям при анализе 42 анатомических картин ответили две структуры: *ЛО* и сухожильная дуга нижнего мышечного сжимателя глотки (*arcus tendineus MCP1*).

По наружной поверхности каждой пластинки щитовидного хряща в косом направлении спереди назад и снизу вверх располо-

жена *ЛО*. Последняя значительно выдается на поверхности хряща и может быть легко определена пальпаторно. Ориентировкой для поиска *ЛО in vivo* могут служить места прикрепления: снизу – *MST*, сверху – *MTH*. *MCP1* большей своей частью крепится к этой же линии, а спереди частично к перстневидному хрящу, образуя между двумя точками крепления сухожильную дугу – *arcus tendineus*. В препаратах сухожильная дуга идентифицировалась как задняя граница *MCT* (рис. 1). Данные структуры отмечены в большинстве атласов по анатомии [22–24].

В нашей работе точки “входа” RENS спроецированы на *ЛО*, *arcus tendineus* и выполнены следующие геометрические расчеты:

1) определялось расположение точек “входа” нерва относительно длинника *ЛО* (горизонтальная координата);

2) определялось расстояние от точки “входа” нерва до *ЛО* (вертикальная координата);

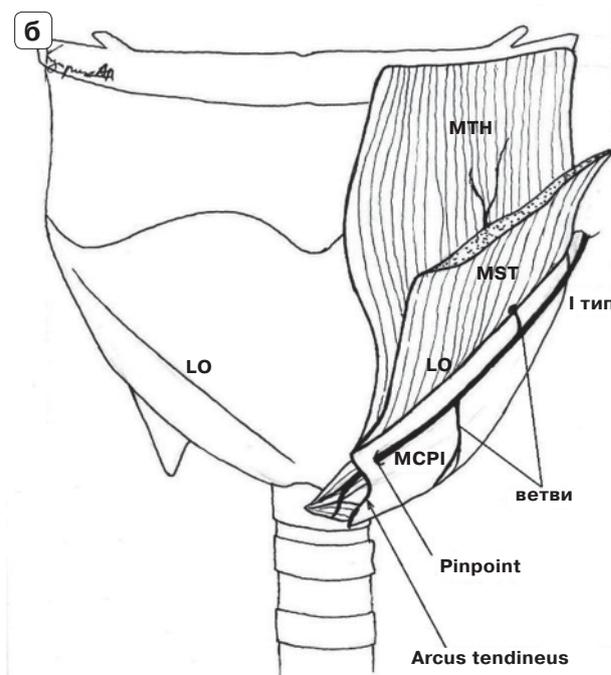
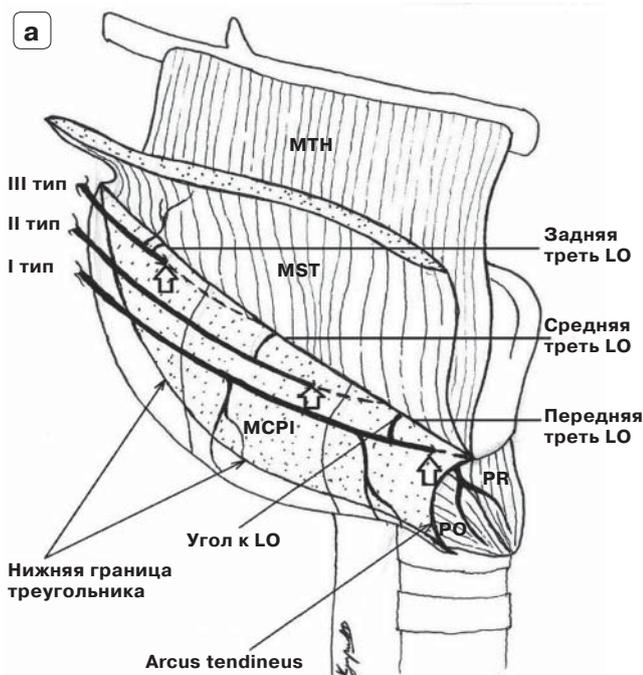


Рис. 1. Схема. Основные скелетотопические ориентиры и варианты расположения RENS. *MST* рассечена, отведена кверху. а – вид справа. *PR* – *pars recta MCT*, *PO* – *pars obliqua MCT*. Стрелками отмечены места “входа” нервов в *MCP1* (три типа расположения RENS). Отмечены углы направления нерва относительно *ЛО*. На *MCP1* точечным штрихом выделен треугольник, ограничивающий малое пространство для поиска RENS. б – вид спереди. I тип RENS. Типичное расположение нерва (в непосредственной близости и параллельно *ЛО*). Pinpoint – точка пенетрации, точка “входа” нерва в *MCP1*.

Таблица 1. Варианты расположения точки пенетрации RENLS относительно длинника LO (горизонтальная координата)

Часть LO (топографо-анатомические типы RENLS)	Количество RENLS	
	Абс.	%
Передняя треть LO (I тип)	6	14,2
Средняя треть LO (II тип)	21	50,0
Задняя треть LO (III тип)	13	31,0
RENLS не найдена (IV тип)	2	4,8
Общее количество односторонних диссекций	42	100

Таблица 2. Расстояние от точки пенетрации RENLS до LO (вертикальная координата)

Расстояние (мм)	Количество RENLS	
	Абс.	%
0–2	19	45,2
2–4	17	40,5
4–6	4	9,5
RENLS не найдена	2	4,8
Общее количество односторонних диссекций	42	100

Таблица 3. Угол направления RENLS относительно LO

Угол (градусы)	Количество RENLS	
	Абс.	%
0–10	20	47,6
10–20	10	23,8
20–30	9	21,4
30–45	1	2,4
RENLS не найдена	2	4,8
Общее количество односторонних диссекций	42	100

3) определялся угол, образованный дистальной частью нерва и LO.

Для удобства анализа и создания в дальнейшем практической классификации расположения нерва LO была поделена спереди назад на три равные части. Точки пенетрации нервом мышцы спроецированы на длинник линии (*горизонтальная координата*) (рис. 1, табл. 1).

С целью определения второй координаты измерены расстояния от точки пенетрации каждой RENLS до LO в вертикальном направлении (рис. 1, табл. 2).

Согласно полученным данным, место “входа” нерва всегда располагалось на МСРІ

(кроме случаев, когда нерв не был выявлен). Далее нерв пенетрировал волокна МСРІ и проходил интрамышечно или под фасцией этой мышцы. Отмечено, что точка пенетрации RENLS во всех препаратах не выступала за пределы LO сверху, не опускалась ниже arcus tendineus и не располагалась кпереди от этой сухожильной дуги (на МСТ). Таким образом, LO являлась верхней топографо-анатомической границей расположения RENLS, а arcus tendineus – передней.

Однако дистальная часть RENLS, располагавшаяся на МСРІ, имела различное направление относительно LO. Взяв за основание угла эту линию, мы вычислили *угол направления нерва* (рис. 1, табл. 3).

Таким образом, в подавляющем большинстве случаев точка “входа” нерва располагалась в непосредственной близости или несколько книзу от LO (в пределах 4 мм в 85,7% случаев) и с максимальным удалением до 6 мм от нее.

Дистальная часть RENLS, располагавшаяся на МСРІ, чаще направлялась параллельно или под острым углом менее 30 градусов относительно LO (в 92,8% случаев). Только в одном (2,4%) случае выявлен максимальный угол в 45 градусов. Направление нерва соответствовало ходу волокон МСРІ, что в свою очередь, вероятно, зависело от конституционных особенностей человека. Так, в большинстве препаратов волокна имели параллельное направление относительно LO и соответственно этому RENLS была параллельна LO.

Подводя итог, можно отметить, что чаще RENLS имела параллельное направление относительно LO, а также находилась в непосредственной близости к этой линии. Однако локализация точки “входа” относительно длинника линии была вариабельной. В большинстве (50%) случаев место пенетрации проецировалось в средней трети LO (II тип), а в 14,2% локализовалось в области передней трети этой линии (I тип). Такие *топографо-анатомические варианты RENLS* находились в непосредственной близости от верхнего полюса ЩЖ, что при хирургическом вмешательстве могло привести к их повреждению. При III типе точка “входа” в мышцу располагалась максимально удаленно от

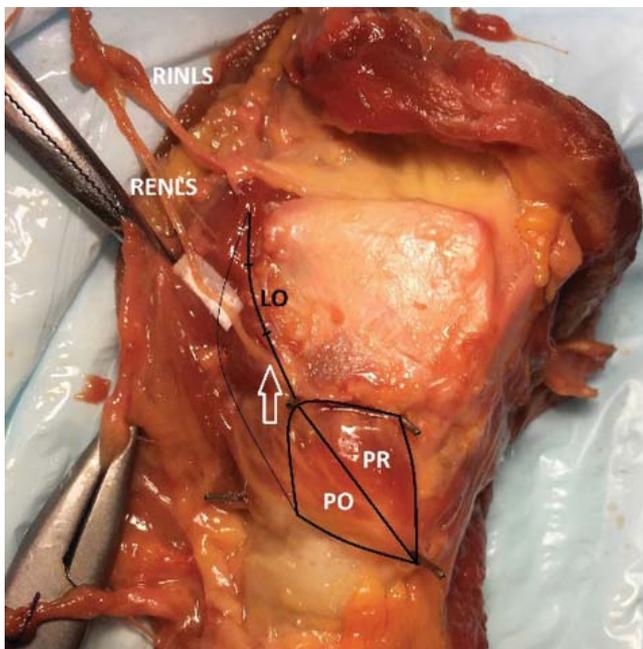


Рис. 2. I тип RENLS. Вид справа. PR – pars recta MCT, PO – pars obliqua MCT. MST, MTH отсечены. Отмечена область прикрепления этих мышц – LO. Стрелкой указана точка “входа” нерва в MCPI.

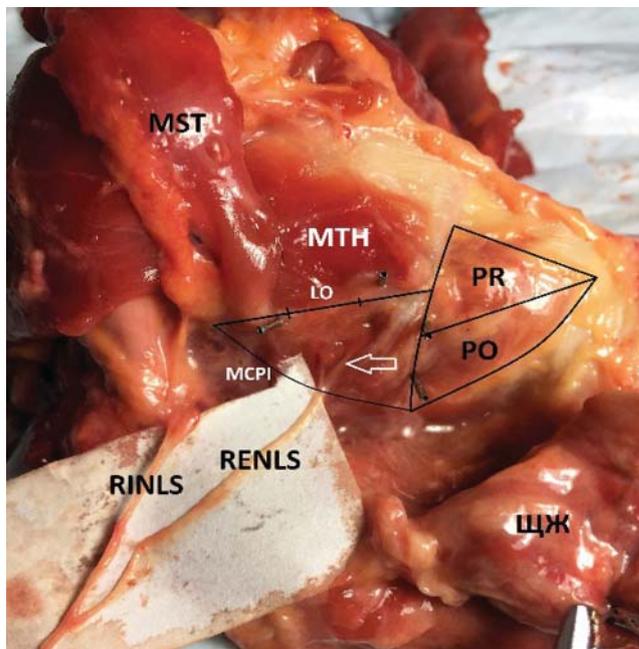


Рис. 3. II тип RENLS. Вид справа. PR – pars recta MCT, PO – pars obliqua MCT. MST пересечена, отведена вверх. Стрелкой указана точка “входа” нерва в MCPI. Нерв располагается максимально низко от LO (6 мм) и под углом 45 градусов к этой линии.

верхнего полюса щитовидной железы и большая часть нерва оказывалась прикрыта волокнами MCPI. В двух (4,8%) случаях RENLS выявить не удалось. Возможно, последний имел полностью интрамулярное расположение, что расценено нами как IV топографический вариант нерва. Таким образом, предложенная классификация построена на расположении точки “входа” относительно длинника LO и риска повреждения RENLS (табл. 1, рис. 2–4).

Основываясь на полученных топографо-анатомических данных, определено *малое треугольное пространство*, в которое проецировались точки пенетрации и дистальные экстрамулярные части всех выделенных RENLS. Так, при анализе анатомических картин точка “входа” нерва всегда располагается на MCPI, не выступая за пределы LO сверху, а спереди – arcus tendineus. Дистальная часть нерва чаще локализовалась параллельно LO и в непосредственной близости к ней (максимальное расстояние до 6 мм). Таким образом, нижней границей области можно считать линию, соединяющую концы LO и arcus tendineus (рис. 1–4).

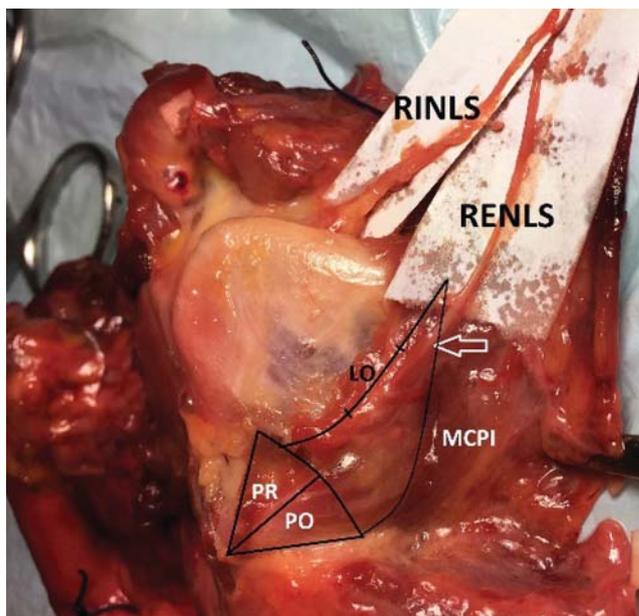


Рис. 4. III тип RENLS. Вид слева. PR – pars recta MCT, PO – pars obliqua MCT. MST, MTH отсечены. Отмечена область прикрепления этих мышц – LO. Стрелкой указана точка “входа” нерва в MCPI.

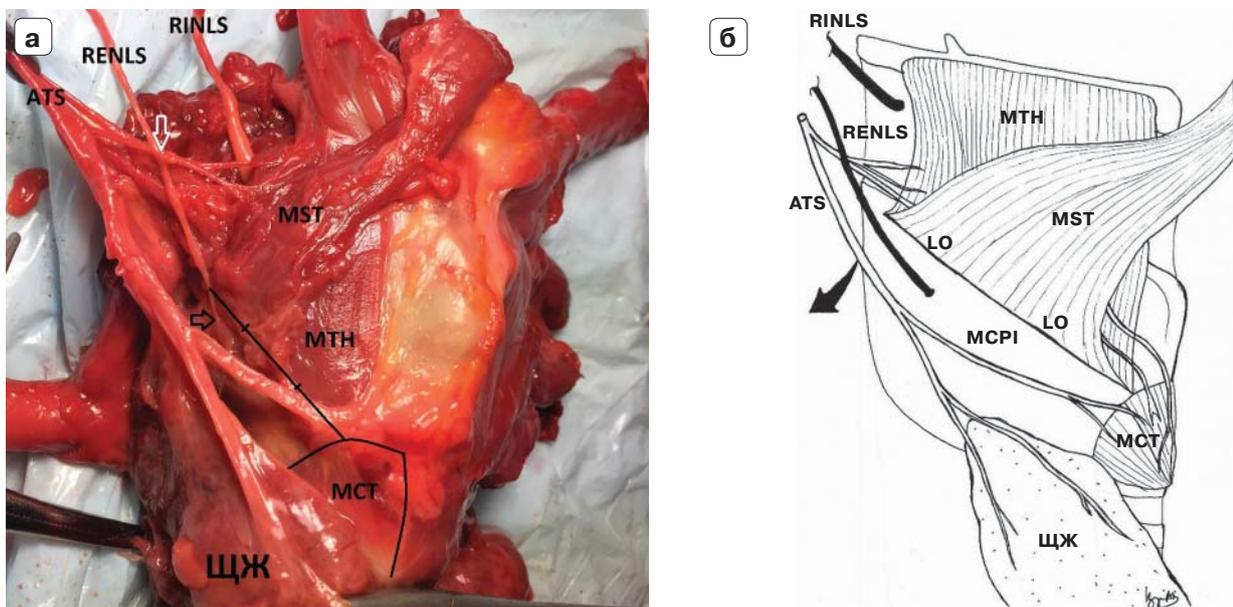


Рис. 5. Синтопия RENLS с верхней щитовидной артерией. а – вид справа, III тип (черной стрелкой указана точка “входа” нерва). Верхняя щитовидная артерия отведена латерально. Белой стрелкой указано место перекреста нерва с ветвями верхней щитовидной артерии. ATS – arteria thyroidea superior, верхняя щитовидная артерия (PNA). б – рисунок-схема.

Дополнительные результаты исследования

Синтопия с верхней щитовидной артерией. Во всех случаях RENLS располагалась глубже и медиальнее, но в тесном контакте с верхней щитовидной артерией и ее ветвями. Однако единого сосудисто-нервного фасциального футляра структуры не имели. Поэтому при мобилизации верхнего полюса ЩЖ и тракции верхней щитовидной артерии латеральнее и кпереди можно легко визуализировать вышеописанный треугольник и отсепарировать в нем дистальный участок нерва. Только в одном (2,4%) случае RENLS располагалась между ветвями верхней щитовидной артерии (рис. 5).

Дополнительные веточки RENLS. При микродиссекции основного ствола RENLS до точки пенетрации в MCPI обнаружены дополнительные веточки нерва, имеющие различную топографию и количество (табл. 4, рис. 6).

Таким образом, при микродиссекции более чем в половине случаев (54,7%) экстрамускулярно расположенный основной ствол RENLS имел дополнительные веточки, направляющиеся к окружающим органам

и тканям (не к MCT). Все веточки стратифицированы по расположению и возможному органу иннервации:

1) нижняя ветвь – направляется вниз и кпереди к области перстнещитовидного соединения или к ткани ЩЖ;

2) верхняя ветвь – располагается на MST или MTH;

3) ветви, располагающиеся на MCPI.

С точки зрения нейрофизиологии и практической хирургии наибольший интерес представляет собой нижняя веточка RENLS, “вход” которой часто располагается в обла-

Таблица 4. Количество веточек RENLS, образованных экстрамускулярным участком нерва

Количество дополнительных веточек RENLS	Количество RENLS	
	Абс.	%
0	17	40,5
1	12	28,6
2	8	19,0
3	3	7,1
RENLS не найдена	2	4,8
Общее количество односторонних диссекций	42	100

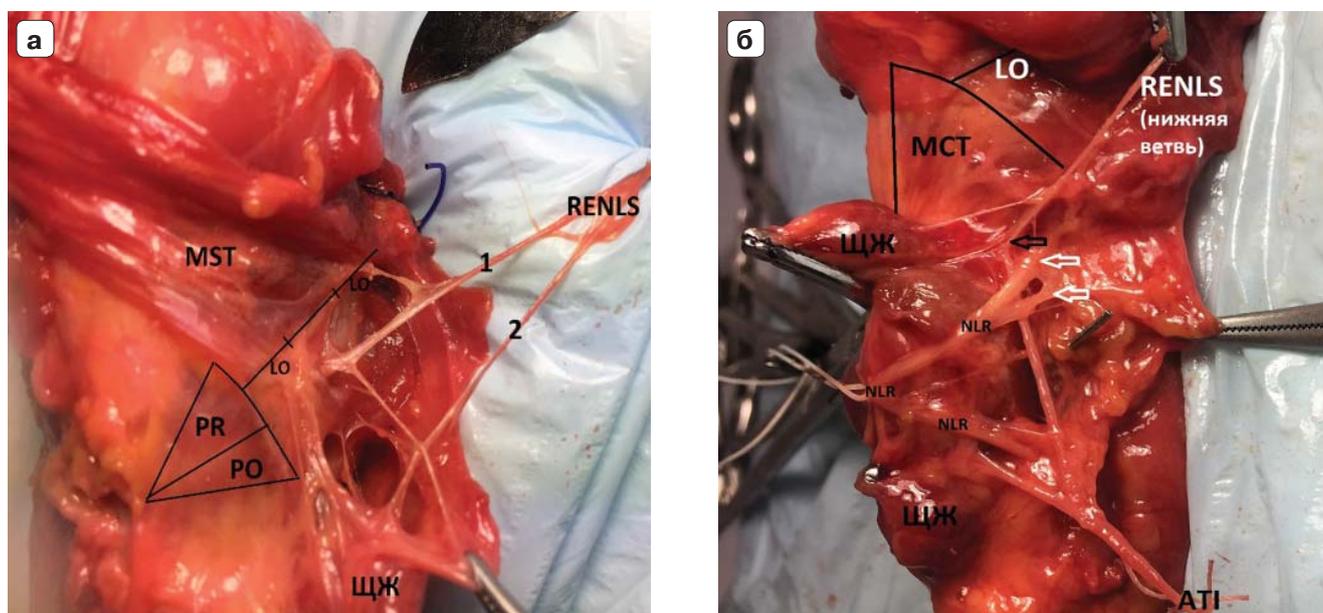


Рис. 6. Дополнительные веточки RENLS. Вид слева. а – выделенный RENLS имеет две ветви: 1 – основной ствол с точкой “входа” в проекции средней трети LO (II тип); 2 – нижняя веточка, направляющаяся к задней поверхности верхнего полюса ЩЖ. б – мобилизована доля ЩЖ, отведена вперед и медиально. Основной ствол RENLS отсечен. Нижняя веточка нерва направляется к перстнещитовидному соединению. NLR также взят на лигатурную держалку, отведен кпереди и медиально. Выделена нижняя щитовидная артерия, образующая две ветви. Черная стрелка указывает на место “входа” нижней веточки RENLS в области перстнещитовидного соединения. Белые стрелки – “вход” в гортань двух веток NLR. ATI – arteria thyroidea inferior, нижняя щитовидная артерия (PNA).

сти перстнещитовидного соединения в непосредственной близости от NLR. Подобные структуры нами выявлены в 13 (31,0%) случаях. Однако прямого анастомоза между двумя нервами не визуализировано (рис. 6).

Обсуждение

Резюме основного результата исследования

1. Основными ориентирами при поиске RENLS являются LO и arcus tendineus MCPI.

2. Выделенные скелетотопические структуры ограничивают малое треугольное пространство, в которое проецировались точки пенетрации и дистальная часть всех выявленных RENLS.

3. На основе полученных данных предложена классификация вариантов расположения RENLS, базирующаяся на локализации точки пенетрации относительно длинника LO и соответствующем риске повреждения нерва во время операции.

Обсуждение основного результата исследования

До сих пор не существует единого протокола техники операции предупреждающего повреждение RENLS. Для решения этой проблемы International Neural Monitoring Study Group предложены три следующие хирургические методики [4]:

- 1) обязательная визуализация нерва во время операции;
- 2) идентификация нерва, используя нейромониторинг;
- 3) избегать встречи с нервом и максимально близко к капсуле ЩЖ перевязывать сосуды верхнего полюса.

Отсутствие консенсуса по данному вопросу обусловлено несколькими причинами: не определены постоянные (скелетотопические) ориентиры поиска RENLS; топографо-анатомическая вариабельность расположения ветви; нечеткое понимание роли нерва в функции гортани [15].

Постоянные анатомические ориентиры

D.A. Moosman и соавт. (1968), изучая расположение RENLS на 200 трупах, определили пространство для поиска нерва, названное позже треугольником Джолла (Joll's triangle, в интерпретации различных авторов: пространство Jolles, Reeve, sterothyroid-laryngeal triangle). Пространство ограничено спереди MST, с медиальной стороны – MCP1 и MCT, латерально – верхним полюсом ЩЖ и верхней щитовидной артерией [4, 11, 12, 25]. Важно отметить, что обозначенные с латеральной стороны границы представляют собой вариабельные анатомические структуры. Так, при различных степенях увеличения зоба расположение верхнего полюса ЩЖ и сосудов будет меняться, что может значительно расширить масштабы поиска нерва.

Только постоянные скелетотопические ориентиры могут внести ясность в определение местоположения RENLS во время операции, ограничив зону поиска до минимума. По этой причине ряд исследователей пытались выделить подобные структуры. Например, F.J. Chuang и соавт. в анатомической работе, основанной на препарировании 86 нервов, доказали, что нижний рог щитовидного хряща является надежной ориентировочной точкой при поиске RENLS. Эта структура легко пальпируется и отличается анатомическим постоянством. Однако расстояние от рога до нерва в среднем составляет 1,5 см, тогда как от LO до выделенной нами точки «входа» нерва в 85,7% случаев – 4 мм [26].

P. Whitfield и соавт., проведя анатомические исследования на трупах и выявив 13 нервов, также определили твердые ориентиры для идентификации RENLS. Такой структурой, по их мнению, является область щитоперстневидного соединения [7]. Однако самими авторами не определено четких границ данной анатомической структуры, а в классических атласах анатомии такая структура не обозначена [22–24].

В свою очередь International Neural Monitoring Study Group рекомендует стимулировать электродом ткани, находящиеся параллельно и на 1–2 мм ниже области при-

соединения MST к щитовидному хрящу (по ходу LO). Именно в этой области, отмечают авторы, с высокой вероятностью можно выявить RENLS [4]. Г.Н. Карадимитров при увеличении ЩЖ ориентировался также на LO (при высоком расположении верхнего полюса ожидалось технические сложности при обработке и мобилизации сосудистой ножки) [13]. Итальянские авторы при обзоре литературы отметили ту же структуру в качестве главного ориентира в поисках RENLS (E. Varaldo). Действительно, согласно нашим анатомическим данным, нерв чаще параллелен этой линии, а его точка пенетрации находится в большинстве случаев на расстоянии до 4 мм ниже этой линии.

Y.H. Cha и соавт. определили другие два важных, по их мнению, анатомических ориентира. Первым ориентиром служила точка пенетрации нервом MCP1, вторым – линия соединения MCP1 и MCT (в нашей работе обозначена как arcus tendineus) [15]. По нашим данным, во всех случаях точка «входа» располагалась на MCP1 и не выступала за пределы сухожильной дуги. Только в 4 (9,5%) случаях RENLS пенетрировала эту мышцу вблизи от arcus tendineus.

Варианты расположения нерва

Интерес к топографии RENLS продолжает сохраняться и в настоящее время. Примером тому служит множество классификаций расположения нерва, предложенных различными авторами за последние 30 лет [4].

- В 1992 г. группой исследователей из Бразилии С.Р. Cernea и соавт. опубликованы две работы, посвященные хирургической анатомии RENLS. В первой статье приводятся результаты интраоперационной визуализации нерва у 76 пациентов и сделан вывод о значительном снижении числа послеоперационных парезов RENLS [8]. Второе исследование основано на анализе расположения 29 RENLS на трупном материале. По итогам работ авторами выделено три варианта расположения нерва: 1, 2А, 2В [9].
- А. Kierner и соавт. классифицировали четыре топографических типа RENLS: 1, 2, 3, 4. Работа опубликована в 1998 г. и ос-

нована на анатомическом исследовании расположения 52 нервов (Австрия) [27].

- Согласно М. Friedman и соавт. (1997 г., США), существует три топографических варианта локализации RENLS: 1, 2, 3-й типы. Проведенное авторами исследование основано на интраоперационной визуализации 1057 веток нерва [6].
- В работе В. Selvan и соавт. с применением интраоперационной электромиографии идентифицировано 70 нервов и выделено четыре варианта RENLS: 1a, 1b, 2, 3 (Индия, 2009 г.) [17].

Несмотря на собранный обширный аутопсийный и интраоперационный материал, до сих пор не существует единой практической классификации расположения RENLS [15, 17]. Так, классификации С.Р. Cernea, А. Kierner, В. Selvan основываются на синтопическом расположении нерва относительно верхней щитовидной артерии и верхнего полюса ЩЖ. Логика авторов, взявших за ориентир именно эти структуры, вполне понятна: во время операции перевязка артерии в области верхнего полюса железы максимально близка к RENLS и сопряжена с возможностью повреждения нерва. Однако выбранные ориентиры непостоянны и могут изменять свою топографию как в зависимости от антропометрических свойств, так и при различной патологии ЩЖ (увеличение ЩЖ при зобе или опухоли) [4, 7, 13]. По этой причине выбранные структуры не могут служить ориентирами в поисках RENLS во время операции и неудобны в использовании практикующему хирургу [15].

Общепринятой и наиболее изученной является классификация С.Р. Cernea и соавт. [3]. За последние 30 лет множеством исследователей апробирована эта классификация. Однако статистические данные в опубликованных работах не всегда совпадают. Согласно работам самого автора, нерв находился ниже верхнего полюса ЩЖ в 20% случаев (тип 2b) [8, 9]. А. Kierner и соавт. всего лишь в 14% случаев отметили такой вариант расположения RENLS. По данным F.J. Chuang и соавт., на основании двусторонней микродиссекции 86 гортаней в 38% случаев нерв был выявлен под верхним полюсом ЩЖ. Кроме того, отмечено, что при

массе ЩЖ 100 г и более выявление 2b варианта RENLS достигает 54% [1, 8, 9, 11].

В. Selvan и соавт. в качестве дополнительного скелетотопического ориентира при поиске RENLS отметили перстневидный хрящ. Авторы сделали вывод, что точка “входа” нерва всегда находится на МСРП на различном расстоянии кзади от перстневидного хряща (максимально до 5 см). В нашей работе также отмечено, что точка пенетрации всегда располагалась на МСРП на разных расстояниях от arcus tendineus, которая является передней границей этой мышцы и легко визуализируется интраоперационно (рис. 7).

М. Friedman и соавт., ориентируясь на мышечные структуры гортани, установили, что RENLS чаще всего находится на МСРП и пенетрирует мышцу на различных уровнях (1, 2-й типы), а в 20% случаев полностью прикрыта волокнами этой мышцы (3-й тип). Взяв за основу точку пенетрации МСРП нервом, мы сделали подобное заключение. По нашим данным, 35,8% RENLS покрыты волокнами этой мышцы более чем на $\frac{2}{3}$ длины LO (III, IV типы), а риск повреждения такого варианта нерва во время операции минимален.

Роль интраоперационного нейромониторинга

С широким внедрением нейромониторинга в повседневную хирургическую практику появились сообщения о более частом выявлении RENLS во время операции. Так, при визуальном контроле нерв был идентифицирован в 34% случаев, а при помощи нейромониторинга – в 84%, что сократило число парезов с 6 до 1,5% [4, 12].

Кроме того, в клинической практике универсального метода выявления повреждения RENLS не существует. По этой причине интраоперационный нейромониторинг стал основным способом не только визуализации и профилактики травмы RENLS, но и диагностики ее пареза (при появлении LOSS-сигнала во время операции) [4, 12].

Однако даже при использовании twitch-техники при нейромониторинге все же сохраняется вероятность получения ложноположительных и ложноотрицательных результатов. Поэтому, согласно рекомендациям International Neural Monitoring Study Group,

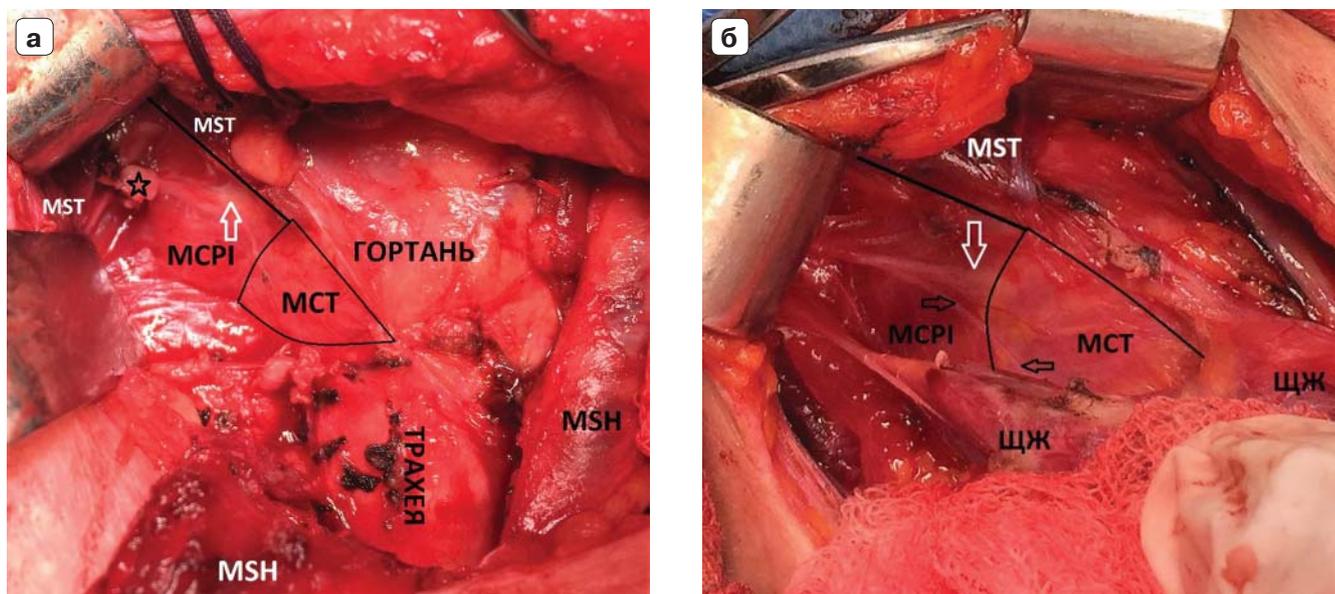


Рис. 7. Интраоперационная картина расположения RENLS и основных анатомических ориентиров. а – ложе правой доли (выполнена тиреоидэктомия). I тип RENLS. MSH справа пересечена. Звездочкой обозначена лигированная веточка верхней щитовидной артерии. б – вид справа. I тип RENLS. Черной стрелкой отмечена дополнительная веточка нерва, направляющаяся к области перстнещитовидного сочленения. Белыми стрелками отмечены точки “входа” RENLS. Arcus tendineus выглядит белесой дугообразной зоной втяжения между MCPI и MCT.

с целью исключения ошибки необходимо выявлять и тестировать во время операции более проксимальную часть нерва. В связи с этим методика интраоперационного нейромониторинга RENLS должна базироваться на прецизионных знаниях анатомии этой области и вариантов расположения нерва [4].

Обсуждение дополнительного результата исследования

Синтопия с верхней щитовидной артерией

Согласно Y.H. Cha и соавт., в 96,7% случаев верхняя щитовидная артерия и RENLS находятся в непосредственной близости друг от друга, образуя перекрест, или расположены параллельно. Однако нерв всегда выявлялся под сосудистыми структурами верхнего полюса ЩЖ, при тракции которого вперед и латерально с селективным пересечением непосредственно у тиреоидной капсулы верхних щитовидных сосудов можно предотвратить повреждение RENLS [4, 8–10, 12, 13, 16]. Кроме того, такой техникой операции возможно сохранить заднюю ветвь верхней щитовидной артерии,

обеспечивающей в 35,7% случаев питание верхних околощитовидных желез [5].

В противоположность вышеизложенным данным, M. Rougaz и соавт. при диссекции 32 трупных нервов выявили, что в 28% случаев RENLS расположена между ветвями верхней щитовидной артерии [28]. В нашем исследовании только в 1 (2,4%) препарате нерв имел подобную топографию.

Необходимо отметить, что с увеличением количества веток верхней щитовидной артерии и их длины возрастает риск повреждения RENLS. Так, в предыдущей работе нами отмечалось, что верхняя щитовидная артерия в большинстве (56,5%) случаев имеет три и более ветви, а в ряде случаев деление ее на ветви происходит достаточно высоко, непосредственно у наружной сонной артерии [5].

Дополнительные веточки RENLS

До сих пор в нейроанатомии гортани сохраняется догма, согласно которой RENLS иннервирует только MCT, RINLS содержит чувствительные волокна, тогда как NLR иннервирует все остальные мышцы гортани. Однако современные анатомические и ин-

траоперационные находки подтверждают сложную модель иннервации гортани, связанную воедино множеством анастомозов. Функциональная роль последних также остается малоизученной и требует дальнейших нейрофизиологических исследований [29].

О существовании анастомозов между RENLS и NLR сообщалось многими авторами на протяжении последних 20–30 лет. Все эти свидетельства можно разделить на анатомические и нейрофизиологические.

Достаточно хорошо изучены анатомические вариации анастомоза между RENLS и RLN. Однако единого термина для структуры не определено (коммуникантный нерв, грушевидный нерв, перстнещитовидная соединительная ветвь). Частота встречаемости анастомоза, по различным данным, составляет 44–90% [14].

В.Л. Wu и соавт., используя специальную технику препаровки тканей, выявили коммуникантную ветвь в 44% случаев. Ветвь направлялась по внутренней поверхности МСТ (вне гортани) и далее через перстнещитовидную мембрану к передней трети *musculus thyreoarythnoideus* (PNA) [30]. S. Nasri и соавт. в электромиографических экспериментах на собаках доказали существование такой ветви в 43% случаев [31]. J.R. Sañudo и соавт. при микродиссекции 90 трупных гортаней выявили коммуникантную ветвь в 68–90% случаев [21]. E. Maranillo и соавт. изучили соединения RENLS и NLR на 103 трупных ларингеальных комплексах. Ими при микропрепарировании тканей визуализирован коммуникантный нерв в 85% случаев (с двух сторон – 44%, с одной стороны – 41%) [32].

В других работах сообщается о связи RENLS с симпатическим шейным стволом. Так, S.Q. Sun и соавт. выполнили диссекцию 60 трупов и выявили в 98% случаев соединяющую петлю RENLS с симпатическим стволом и описали три ее анатомических варианта [33]. Подобная структура выявлена нами интраоперационно, однако соединение петли отмечено с NLR. По данным литературы, повреждение этого анастомоза чревато развитием синдрома Горнера. Также предположительно симпатическая иннервация играет важную роль в васкуляризации голо-

совых складок и секреции желез слизистой оболочки. Однако влияние этих факторов на мобильность голосовых связок гортани остается неизвестным [34].

Подобно нам, Y.H. Cha и соавт. больше чем в половине случаев выявили тонкие веточки от RENLS, направляющиеся вниз к ЩЖ. Кроме того, в 21% случаев обнаружены веточки от RENLS, располагающиеся на МСРІ, а также высказано предположение о их роли в иннервации этой мышцы [15].

Многими авторами, основываясь на электрофизиологических исследованиях, сделан вывод, что RENLS иннервирует не только МСТ, но и *musculus thyreoarythnoideus* и *musculus cricoarythnoideus posterior* (PNA) [15, 19, 20, 35]. Действительно, J. Hydman и соавт. в исследованиях на крысах выявили, что каудальная группа моторных нейронов *musculus cricoarythnoideus posterior* относится к NLR, а краниальная – к RENLS [20]. D. Folk и соавт., основываясь на экспериментальных исследованиях на свиньях, сообщили, что в 89% случаев голосовая щель сужалась, несмотря на пересечение NLR [19]. Обратная связь между нервами выявлена H. Masuoka и соавт. Согласно их данным, в 40% случаев NLR может стимулировать RENLS [35].

Таким образом, существует вероятность иннервации RENLS одновременно трех мышц гортани из различных функциональных групп (*musculus thyreoarythnoideus* – констриктор, *musculus cricoarythnoideus posterior* – дилататор, МСТ – изменяет напряжение голосовых связок [22]). Этим фактом можно объяснить феномен реиннервации и транзиторного пареза гортани при повреждении NLR *in vivo* [14, 15, 21, 29].

Наибольший интерес, на наш взгляд, представляет исследование, проведенное С. Martin-Oviedo и соавт. [29]. Авторы проанализировали электромиографическую реакцию от четырех различных мышц гортани (*musculus thyreoarythnoideus*, *musculus cricoarythnoideus posterior*, *musculus arythnoideus* (PNA), МСТ) после стимуляции последовательно NLR, RENLS и RINLS при тотальной ларингэктомии у 13 пациентов. При стимуляции NLR в 7 случаях отмечался сигнал высокой амплитуды (достаточный для

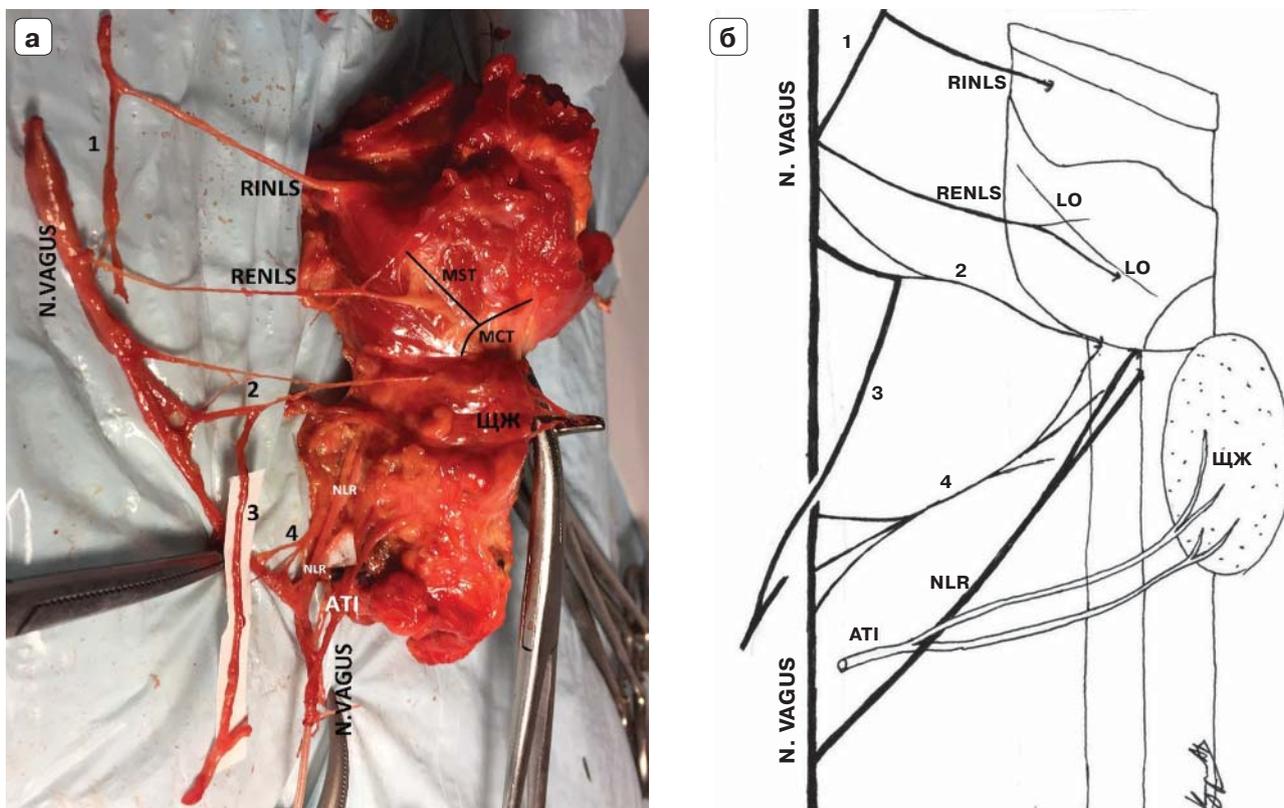


Рис. 8. Экстраларингеальное сплетение. Неклассическая анатомическая картина. а – трупный органокомплекс шеи с выполненной микродиссекцией. б – рисунок-схема. 1, 2, 3, 4 – система анастомозов. ATI – arteria thyroidea inferior, нижняя щитовидная артерия.

выполнения функций) одновременно от всех четырех мышц (в том числе от МСТ). При стимуляции RENLS у 3 пациентов получен высокой амплитуды ответ от *musculus cricoarythenoideus posterior* и у одного – от *musculus arythenoideus*. Для RINLS также выявлены невысокой амплитуды сигналы с мышечного аппарата гортани (феномен назван “голосовым рефлексом”). Далее выполнена микродиссекция удаленных органокомплексов и выявлена коммуникантная ветвь в 12 препаратах, а нерв Галена – в 8 случаях. Кроме того, наличием коммуникантного нерва и сохранившейся функции *musculus cricoarythenoideus posterior* авторы объясняют различное положение голосовых связок при повреждении NLR (медианное, парамедианное, ограничение подвижности).

Основным нейрофизиологическим доказательством наличия коммуникантной ветви можно считать электромиографический ответ в области голосовых связок при интра-

операционном нейромониторинге RENLS. Сигнал на практике выявляется у 70–80% пациентов. Не исключается тот факт, что коммуникантная ветвь может присутствовать и в 100% случаев (получаемые на практике более низкие цифры связаны с несовершенством современных технологий, а также положением эндотрахеальной трубки) [4]. Однако отмечено, что средняя амплитуда электромиографического сигнала после стимуляции RENLS в 3 раза меньше по сравнению с NLR [11].

Благодаря множеству проведенных за последние несколько десятков лет анатомических и нейрофизиологических исследований стал очевиден факт существования связи между всеми нервными структурами шеи. Так, NLR, RENLS и RINLS являются частью общего ларингеального сплетения, имеющего сложную систему анастомозов, физиологическая роль которых по сей день остается загадкой (рис. 8).

Заключение

В проведенном исследовании выявлены основные ориентиры поиска RENLS. Так, LO и arcus tendineus MCP1 ограничивают малое треугольное пространство, в которое проецировались точки пенетрации и дистальная часть всех выявленных нервов.

Предложенная нами классификация построена на расположении точки “входа” RENLS относительно длинника LO и риска повреждения нерва. В 14,2% случаев точка пенетрации локализовалась в области передней трети линии (I тип), в 50% случаев – в средней трети LO (II тип). Такие варианты расположения нерва находятся в непосредственной близости от верхнего полюса ЩЖ, что могло привести к их повреждению во время хирургического вмешательства.

В препаратах RENLS располагалась глубже и медиальнее, но в непосредственной близости от верхней щитовидной артерии. Только в 1 случае нерв находился между ветвями этой артерии.

В нашем исследовании в 54,7% случаев экстрамускулярно расположенный основной ствол RENLS имел дополнительные веточки, направляющиеся к окружающим органам (не к МСТ).

Дополнительная информация

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в отношении данной статьи.

Источники финансирования. Исследование и подготовка публикации осуществлены на личные средства авторского коллектива.

Участие авторов: Малуга В.Ю. – концепция, дизайн, редактирование статьи; Куприн А.А. – концепция, сбор и анализ материала, написание статьи, иллюстрации. Оба автора внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили итоговую версию до публикации.

Список литературы (References)

1. Marchese-Ragona R, Restivo DA, Mylonakis I, et al. The superior laryngeal nerve injury of a famous soprano, Amelita Galli-Curci. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2013;33(1):67-71.
2. Бондаренко В.О. Возвратный гортанный нерв в хирургии щитовидной и паращитовидной желез. Атлас. – М.; 2006. [Bondarenko VO. *Vozvratnyy gortannyi nerv v khirurgii shchi-*
3. Румянцев П.О. Интраоперационный нейромониторинг в тиреоидной хирургии. // Эндокринная хирургия. – 2013. – Т. 7. – №3. – С. 32-40. [Rumyantsev PO. Intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery. *Endocrine surgery.* 2013;7(3):32-40 (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/serg2013332-40>.
4. Barczynski M, Randolph GW, Cernea CR, et al. External branch of the superior laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: International Neural Monitoring Study Group standards guideline statement. *Laryngoscope.* 2013;123 Suppl 4:S1-14. doi: <https://doi.org/10.1002/lary.24301>.
5. Малуга В.Ю., Куприн А.А. Клинико-анатомические особенности кровоснабжения околощитовидных желез: серия наблюдений на аутопсийном материале. // Эндокринная хирургия. – 2018. – Т. 12. – №1. – С. 40-54. [Malyuga VY, Kuprin AA. Clinical and anatomical features of blood supply of parathyroid glands: autopsy case series. *Endocrine surgery.* 2018;12(1):40-54. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/serg9637>.
6. Friedman M, Ibrahim H. Superior laryngeal nerve identification and preservation in thyroidectomy. *Oper Tech Otolaryngol Head Neck Surg.* 2002;13(3):203-206. doi: <https://doi.org/10.1053/otot.2002.36443>.
7. Whitfield P, Morton RP, Al-Ali S. Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve. *ANZ J Surg.* 2010;80(11):813-816. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1445-2197.2010.05440.x>.
8. Cernea CR, Ferraz AR, Furlani J, et al. Identification of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy. *Am J Surg.* 1992;164(6):634-639. doi: [https://doi.org/10.1016/s0002-9610\(05\)80723-8](https://doi.org/10.1016/s0002-9610(05)80723-8).
9. Cernea CR, Ferraz AR, Nishio S, et al. Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve. *Head Neck.* 1992;14(5):380-383. doi: <https://doi.org/10.1002/hed.2880140507>.
10. Estrela F, ZÁquia Leão H, Pereira Jotz G. Anatomic relation between the external branch of the superior laryngeal nerve and the thyroid gland. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77(2):249-258. doi: <https://doi.org/10.1590/s1808-86942011000200016>.
11. Potenza AS, Araujo Filho VJF, Cernea CR. Injury of the external branch of the superior laryngeal nerve in thyroid surgery. *Gland Surg.* 2017;6(5):552-562. doi: <https://doi.org/10.21037/gS.2017.06.15>.
12. Varaldo E, Ansaldo GL, Mascherini M, et al. Neurological complications in thyroid surgery: a surgical point of view on laryngeal nerves. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2014;5:108. doi: <https://doi.org/10.3389/fendo.2014.00108>.
13. Карадимитров Г.Н. Профилактика повреждений верхнего гортанного нерва при операциях на щитовидной железе: Дис. ... канд. мед. наук. – М.; 2009. [Karadimitrov GN. *Profilaktika povrezhdeniy verkhnego gortannogo nerva pri*

- operatsiyakh na shhitovidnoy zheleze* [dissertation]. Moscow; 2006. (In Russ.)
14. Kochilas X, Bibas A, Xenellis J, Anagnostopoulou S. Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve and its clinical significance in head and neck surgery. *Clin Anat*. 2008;21(2):99-105. doi: <https://doi.org/10.1002/ca.20604>.
 15. Cha YH, Moon SY, Jehoon O, et al. Anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve in Asian population. *Sci Rep*. 2017;7(1):14952. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15070-9>.
 16. Bellantone R, Boscherini M, Lombardi CP, et al. Is the identification of the external branch of the superior laryngeal nerve mandatory in thyroid operation? Results of a prospective randomized study. *Surgery*. 2001;130(6):1055-1059. doi: <https://doi.org/10.1067/msy.2001.118375>.
 17. Selvan B, Babu S, Paul MJ, et al. Mapping the compound muscle action potentials of cricothyroid muscle using electromyography in thyroid operations: a novel method to clinically type the external branch of the superior laryngeal nerve. *Ann Surg*. 2009;250(2):293-300. doi: <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181b17342>.
 18. Lennquist S, Cahlin C, Smeds S. The superior laryngeal nerve in thyroid surgery. *Surgery*. 1987;102(6):999-1008.
 19. Folk D, Wahba B, Sasaki CT. Is the external branch of the superior laryngeal nerve dispensable in thyroid surgery? *Thyroid*. 2016;26(1):169-173. doi: <https://doi.org/10.1089/thy.2015.0457>.
 20. Hydman J, Mattsson P. Collateral reinnervation by the superior laryngeal nerve after recurrent laryngeal nerve injury. *Muscle Nerve*. 2008;38(4):1280-1289. doi: <https://doi.org/10.1002/mus.21124>.
 21. Sañudo J-R, Marañillo E, León X, et al. An anatomical study of anastomoses between the laryngeal nerves. *Laryngoscope*. 1999;109(6):983-987. doi: <https://doi.org/10.1097/00005537-199906000-00026>.
 22. Лысенков Н.К., Бушкович В.И., Привес М.Г. Учебник нормальной анатомии человека. – М.: Медгиз; 1958. [Lysenkov NK, Bushkovich VI, Prives MG. *Uchebnik normal'noy anatomii cheloveka*. Moscow: Medgiz; 1958. (In Russ.)]
 23. Соботта Й. Атлас анатомии человека. – М.: Рид Элсивер; 2010. [Sobotta J. *Atlas of human anatomy*. Moscow: Reed Elsevier; 2010. (In Russ.)]
 24. Роев И.В., Йокочи Ч., Лютьен-Дреколл Э. Большой атлас по анатомии. – М.: Внешсигма; 1998. [Rohen JW, Yokochi C, Lutjen-Drecoll E. *Color Atlas of Anatomy*. Moscow: Vneshsigma; 1998. (In Russ.)]
 25. Moosman DA, DeWeese MS. The external laryngeal nerve as related to thyroidectomy. *Surg Gynecol Obstet*. 1968;127(5):1011-1016.
 26. Chuang FJ, Chen JY, Shyu JF, et al. Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve in Chinese adults and its clinical applications. *Head Neck*. 2010;32(1):53-57. doi: <https://doi.org/10.1002/hed.21139>.
 27. Kierner AC, Aigner M, Burian M. The external branch of the superior laryngeal nerve. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1998;124(3):301. doi: <https://doi.org/10.1001/archotol.124.3.301>.
 28. Poyraz M, Calguner E. Bilateral investigation of the anatomical relationships of the external branch of the superior laryngeal nerve and superior thyroid artery, and also the recurrent laryngeal nerve and inferior thyroid artery. *Okajimas Folia Anat Jpn*. 2001;78(2-3):65-74. doi: https://doi.org/10.2535/ofaj1936.78.2-3_65.
 29. Martin-Oviedo C, Marañillo E, Lowy-Benoliel A, et al. Functional role of human laryngeal nerve connections. *Laryngoscope*. 2011;121(11):2338-2343. doi: <https://doi.org/10.1002/lary.22340>.
 30. Wu BL, Sanders I, Mu L, Biller HF. The human communicating nerve: an extension of the external superior laryngeal nerve that innervates the vocal cord. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1994;120(12):1321-1328. doi: <https://doi.org/10.1001/archotol.1994.01880360019004>.
 31. Nasri S, Beizai P, Ye M, et al. Cross-innervation of the thyroarytenoid muscle by a branch from the external division of the superior laryngeal nerve. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1997;106(7 Pt 1):594-598. doi: <https://doi.org/10.1177/000348949710600712>.
 32. Marañillo E, Leon X, Quer M, et al. Is the external laryngeal nerve an exclusively motor nerve? The cricothyroid connection branch. *Laryngoscope*. 2003;113(3):525-529. doi: <https://doi.org/10.1097/00005537-200303000-00024>.
 33. Sun S-Q, Chang RWH. The superior laryngeal nerve loop and its surgical implications. *Surg Radiol Anat*. 1991;13(3):175-180. doi: <https://doi.org/10.1007/bf01627981>.
 34. Малуяга В.Ю., Куприн А.А. Экстраларингеальные варианты расположения возвратного гортанного нерва. Клиническое наблюдение в хирургии щитовидной железы. // Эндокринная хирургия. – 2017. – Т. 11. – №3. – С. 146-156. [Malyuga VY, Kuprin AA. Extralaryngeal variants of the location of the recurrent laryngeal nerve. Clinical observation in thyroid surgery. *Endocrine surgery*. 2017;11(3):146-156. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/serg20173146-156>.
 35. Masuoka H, Miyauchi A, Higashiyama T, et al. Prospective randomized study on injury of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy comparing intraoperative nerve monitoring and a conventional technique. *Head Neck*. 2015;37(10):1456-1460. doi: <https://doi.org/10.1002/hed.23778>

Информация об авторах (Authors info)

***Куприн Александр Александрович**, к.м.н. [**Aleksandr A. Kuprin**, MD, PhD]; адрес: г. Москва, ул. Ленская, д. 15 [15 Lenskaya street, Moscow, Russia]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5810-2999>; SPIN-код: 7950-8820; e-mail: fishbig04@mail.ru

Малюга Виктор Юрьевич, д.м.н. [**Viktor Y. Malyuga**, MD, PhD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8757-341>; SPIN-код: 1303-6923; e-mail: malugav70@mail.ru

Как цитировать

Малюга В.Ю., Куприн А.А. Топографо-анатомические ориентиры поиска наружной ветви верхнего гортанного нерва. // Эндокринная хирургия. – 2018. – Т. 12. – №4. – С. 161-177. doi: <https://doi.org/10.14341/serg10050>

To cite this article

Malyuga VY, Kuprin AA. Anatomical landmarks of the external branch of the superior laryngeal nerve. *Endocrine surgery*. 2018;12(4): 161-177. doi: <https://doi.org/10.14341/serg10050>

Рукопись получена: 31.12.2018.

Рукопись одобрена: 10.04.2019.

Received: 31.12.2018.

Accepted: 10.04.2019.