

Интраоперационный нейромониторинг как метод функциональной визуализации двигательных нервов

П.О. Румянцев

ФГБУ ЭНЦ Минздрава России, Москва

Контакты: Павел Олегович Румянцев rumyantsev.pavel@endocrincentr.ru

Повреждение ветвей двигательных нервов во время операции является одним из серьезных осложнений хирургического метода лечения, снижает качество жизни и нередко служит причиной инвалидности пациента. В статье отражены методологические аспекты проведения интраоперационного нейромониторинга (ИН) двигательных нервов. Методика ИН является вспомогательной, не заменяет анатомическую идентификацию нервов, при этом значительно облегчает обнаружение нерва во время операции, подтверждая его функциональную сохранность. Метод позволяет уменьшить риск непреднамеренного повреждения нерва и уменьшить травматичность его выделения во время операции. Это особенно актуально при нетипичных вариантах расположения нервов, при повторных операциях и в случаях, когда операция выполняется малоопытным хирургом.

Ключевые слова: интраоперационный нейромониторинг, двигательный нерв, хирургические осложнения, возвратный гортанный нерв

Intraoperative neuromonitoring as a method of motor nerves functional visualization

P.O. Rumyantsev

FSBI "Endocrinology Research Center", Ministry of Health of Russia, Moscow

Surgical damage of motor nerves is one of the serious complication which deteriorates patient's life quality as well as being often a cause of disability. In the article are reflected the methodological aspects of intraoperative neuromonitoring. This method is auxiliary and not substituting the surgical visualization of nerves, but significantly facilitates nerve disclosure as well as functional integrity. Intraoperative neuromonitoring permits to reduce the unintended injury or motor nerves during the operation. This is extremely actual in cases of atypical nerve dispositions, reoperations and when surgery is executed by inexperienced surgeon.

Key words: intraoperative neuromonitoring, motor nerve, surgical complications, recurrent laryngeal nerve

Повреждение ветвей двигательных нервов во время операции является одним из серьезных осложнений хирургического метода лечения, снижает качество жизни и нередко служит причиной инвалидности пациента.

В таблице приведены основные двигательные нервы и их ветви, повреждение которых может произойти во время оперативного вмешательства.

Учитывая широкую распространенность операций на щитовидной железе (ЩЖ) и околощитовидных железах, особенность и вариабельность анатомического расположения возвратного гортанного нерва (ВГН), он подвергается наибольшему риску повреждения. Клинически односторонний паралич гортани проявляется различной степени выраженности хрипотой при фонации, снижением громкости голоса, трудностью голосообразования, иногда затруднением дыхания.

Также довольно часто при мобилизации верхних полюсов ЩЖ повреждается наружная ветка верхнего гортанного нерва, иннервирующая щитоперстневидную мышцу. Ход этого нерва также вариабелен (рис. 1). Так, выделяют 3 варианта анатомического расположения: вариант 1, 2а и 2б.

По данным анатомических исследований, вариант 1 встречается в 50–60 % случаев, в 15–20 % — вариант 2а, и в 20–25 % — вариант 2б. Наибольший риск повреждения этого нерва имеется при варианте 2б, при 2а — вероятность повреждения нерва несколько ниже. При варианте 1 нерв «защищен» от хирургической травмы своим высоким прохождением.

В послеоперационном периоде различают временный (преходящий) и стойкий (постоянный) паралич ВГН. После операции часто невозможно понять истинную причину ослабления и/или изменения голоса. Это может оказаться проявлением как временного (парез), так и постоянного (паралич) повреждения ВГН и/или наружной ветки верхнего гортанного нерва. В любом случае до выписки больного необходимо выполнить ларингоскопию и задокументировать состояние голосовых связок при фонации. Частота послеоперационного пареза (временного паралича) ВГН — от 2 до 38 % случаев. В случае пареза ВГН в период от 2 нед до 3 мес подвижность гортани должна полностью восстановиться. Если этого не происходит, речь идет о стойком параличе ВГН вследствие его пересечения или перевязки во время операции, воспалительной

Функционально важные двигательные нервы, имеющие риск хирургического повреждения

Название двигательного нерва	Пара черепно-мозговых нервов	Объект иннервации	Виды операций
ВГН	X	Мышечный аппарат гортани	Удаление или резекция ЩЖ; удаление аденомы паращитовидной железы; иссечение центральной клетчатки шеи (VI уровень)
Наружная ветвь верхнего гортанного нерва	X	Щито-перстневидная мышца	Удаление верхних полюсов ЩЖ
Лицевой	VII	Мимические мышцы лица	Удаление околоушной слюнной железы
Добавочный	XI	Трапецевидная мышца	Фасциально-фулярное иссечение клетчатки шеи (II–V уровни), операция Крайля
Подъязычный	XII	Мышцы языка	Верхнешейная эксцизия или операция Ванаса (уровень I–IIA)

инфильтрации. Частота стойкого повреждения ВГН варьирует от 0,2 до 16 %.

Риск послеоперационных осложнений зависит прежде всего от квалификации и опыта хирурга, знания им анатомии и эмбриологии ЩЖ. Для профилактики повреждения ВГН во время операции в мире широко используется визуальный поиск с помощью анатомических ориентиров. Многие отечественные хирурги в последнее время стали рутинно выполнять поиск и сохранение ВГН при операциях на ЩЖ, и настоятельно рекомендуют эту технику к использованию. При непреднамеренном пересечении ВГН во время операции хирурги часто сшивают его «конец в конец», что, по их мнению, может обеспечить восстановление функции нерва. К сожалению, двигательные нервы не способны полноценно восстановиться даже после микрохирургической пластики. Главным образом это связано с тем, что в их толще идут приводящие (аддукционные) и отводящие (абдукционные) волокна, которые при сшивании «перемешиваются» и функционального восстановления не происходит.

Единственный способ сохранить функцию двигательного нерва — обнаружить и предохранить его от

пересечения или перевязки во время операции. ВГН иногда (0,2–0,5 % случаев) может отходить напрямую от блуждающего нерва на уровне начального отдела трахеи, в этом случае его ход не является «возвратным». В отдельных случаях ВГН может иметь причудливый ход, деформированный патологическим процессом в ЩЖ или метастазами в лимфатические узлы центральной клетчатки шеи.

В мире не существует нормативов минимально приемлемой частоты послеоперационных осложнений. Однако в зарубежных клиниках считается неприличным, если суммарная частота нежелательных последствий хирургического лечения рака ЩЖ (РЩЖ) превышает 4 %. Разумно допустимой частотой стойкого паралича гортани и гипопаратиреоза в клиниках США и Европы считается менее 2 % для каждого из осложнений соответственно. Частота хирургических осложнений значительно ниже у квалифицированного и опытного хирурга. Как показал анализ послеоперационных осложнений у 5860 больных РЩЖ, частота последних оказалась в 4 раза ниже у опытных хирургов, выполняющих в среднем 100 тиреоидэктомий в год, по сравнению с хирургами, выполняющими менее 10 подобных операций в год. В отечественных кли-

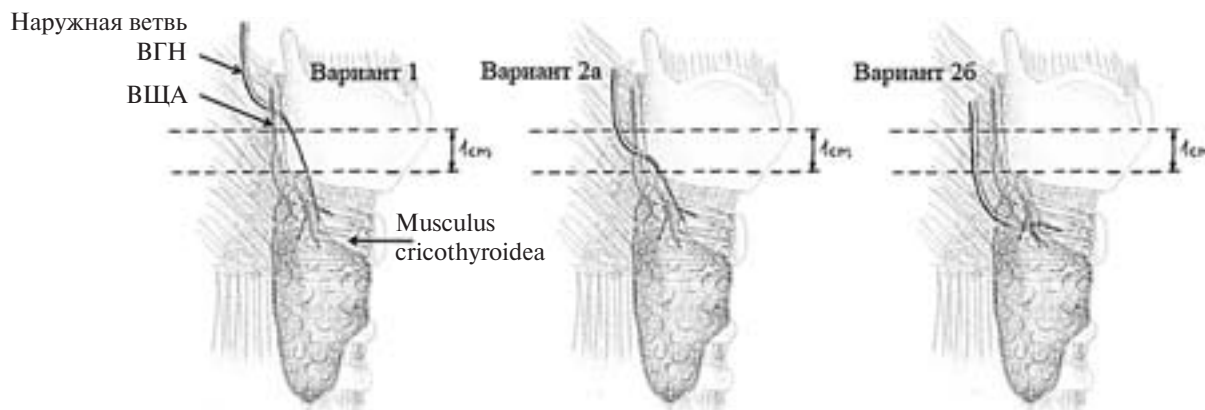


Рис. 1. Варианты анатомического хода наружной ветви ВГН. ВНЦА — верхняя щитовидная артерия

никах показатель хирургических осложнений при лечении РЩЖ заметно выше, к тому же в нашей стране почему-то не очень принято распространяться о собственной частоте послеоперационных осложнений. Более того, хирургические осложнения нередко вообще не учитываются и не документируются, больным после операции и при дальнейших контрольных обследованиях не выполняется ларингоскопия.

В последние годы для интраоперационной «функциональной» визуализации двигательных нервов стал применяться метод интраоперационного нейромониторинга (ИН). Физиологическая основа метода заключается в регистрации изменения электрической активности мышцы в ответ на стимуляцию в операционном поле иннервирующего его двигательного нерва. Любая из аппаратных систем, мониторирующих двигательный нерв, представляет собой электрическую цепь, замыкаемую через нерв. В цепи есть воспринимающая часть, состоящая из чувствительных электродов, контактирующих или расположенных внутри иннервируемой мышцы. Установив, например, чрескожные игольчатые чувствительные электроды в трапецевидной мышце, можно с помощью ИН мониторировать в процессе операции добавочный нерв.

Для мониторингирования гортанных нервов чувствительные электроды устанавливаются снаружи эндотрахеальной трубки с целью обеспечения контакта с голосовыми связками и слизистой мышц подвязочного пространства гортани, которые иннервируются ВГН. Электроды регистрируют электромиографические потенциалы, исходящие из ларингеальной мускулатуры во время стимуляции ВГН в ране. Потенциалы усиливаются мониторирующей системой и подаются на монитор, где они преобразуются в звуковые сигналы и выводятся в графическом виде на экран (электромиограмма). Референтные электроды устанавливаются рядом и «заземляют» чувствительные электроды, повышая электромиографическую чувствительность системы. Подобная сборка позволяет регистрировать пассивную активность мышц и теоретически может регистрировать пассивный контакт хирургических инструментов с нервом во время операции. Однако фоновый «шум», создаваемый спонтанной мышечной активностью при дыхании, работой сердца, контактом с интубационной трубкой и другими артефактами, значительно ограничивает чувствительность пассивного мониторингирования ларингеальных мышц. Поэтому с целью активной интраоперационной стимуляции ларингеальных мышц гортани через ВГН аппаратный комплекс оснащен стимулирующим электродом. Это моно- или биполярный электрод, через который на двигательный нерв подается стимулирующий разряд, сверхмалой интенсивности и потому безопасный для самого нерва по электрофизиологическим параметрам. Цепь замыкается только в случае контакта стимули-

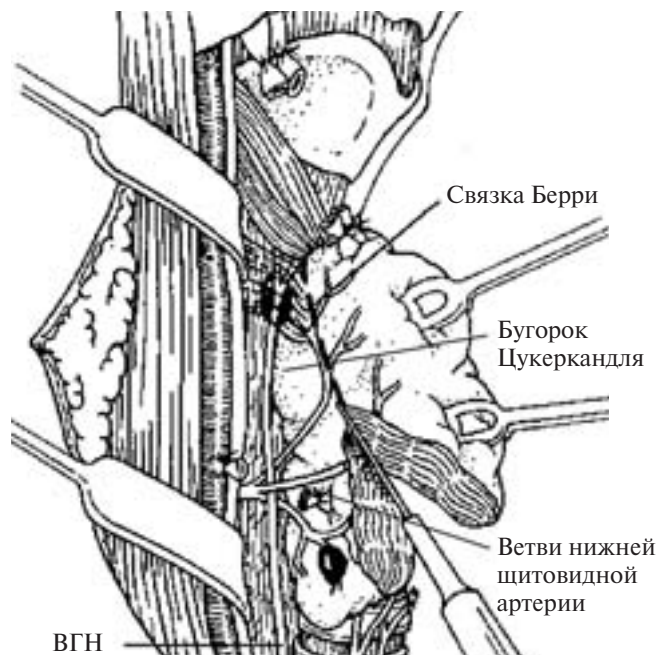


Рис. 2. Наиболее частые места повреждения ВГН при операциях на ЩЖ и центральной клетчатке шеи

ющего электрода с двигательным нервом, и можно слышать и видеть мышечный «ответ» на мониторе. С одной стороны, это гарантирует, что обнаруженная в ране структура действительно двигательный нерв, а с другой — подтверждает его функциональную сохранность. Методика обладает высокой специфичностью и чувствительностью ввиду того, что рядом расположенные мягкие ткани не способны проводить электрический сигнал к мышце-мишени.

ВГН во время операции в проекции ЩЖ чаще всего повреждается в следующих местах (рис. 2):

1. У связки Берри, т. е. у места входа в гортань под перстневидным хрящом при выделении ЩЖ от трахеи;
2. В проекции бугорка Цукеркандля;
3. В проекции ветвей нижней щитовидной артерии, особенно когда ВГН проходит над или между ветвями нижней щитовидной артерии;
4. При мобилизации лимфатических узлов центральной клетчатки.

Электроды устанавливаются на эндотрахеальной трубке на 1–1,5 см выше манжеты на протяжении 3–4 см. Стимуляция нерва во время операции осуществляется биполярным или монополярным стимулятором электрическим током частотой 30 Гц небольшой силы и напряжения, безопасным для нейрофизиологии нервных волокон. Установка эндотрахеальной трубки осуществлялась анестезиологом во время интубации визуальным, состояние контактов во время операции контролируется с помощью внешнего или встроенного импедансметра.

Чувствительные электроды, установленные на интубационной трубке аппликационно, контактируют

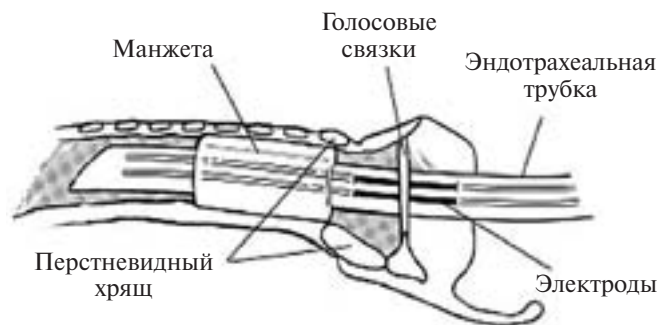


Рис. 3. Принцип установки ларингеальных электродов на интубационной трубке для проведения ИН гортанных нервов

с голосовыми связками и со слизистой, покрывающей мышечный аппарат гортани. Ларингеальная мускулатура включает парные гортанные мышцы: щиточерпаловидную, заднюю и боковую перстнечерпаловидную. Парная щитоперстневидная мышца иннервируется наружной веточкой верхнего гортанного нерва. Хотя эти нервы выполняют доминирующую иннервацию на своей стороне, исследования, выполненные в конце прошлого века, доказали, что существует кросс-иннервация парных нервов противоположной стороны гортани. Поэтому при выполнении ИН нередко видны ответы с мышц противоположной стороны, при этом на мониторе отражается доминирующий тип иннервации. С точки зрения простоты исполнения и воспроизводимости в клинике широкое применение получил способ установки контактных электродов на интубационной трубке на 1–1,5 см выше манжеты.

На рис. 3 изображена схема расположения интубационной трубки в гортани во время операции.

Перед операцией необходимо индивидуально подобрать подходящий диаметр эндотрахеальной трубки с целью лучшего контакта электродов на ней с голосо-

выми связками и слизистой мышечного аппарата гортани. Интубация трахеи пациента проводится эндотрахеальной трубкой, на которой уже установлены электроды, под визуальным контролем с помощью прямой ларингоскопии. Анестезиолог ориентирует расположение трубки в гортани с расчетом установить центр длины электродов на уровне голосовых связок. Вариант анестезиологического пособия предпочтительнее выбирать без использования миорелаксантов, например, с помощью тотальной внутривенной или ингаляционной (галотан, севоран) анестезии. Если релаксанты применяются, то лучше, если используются препараты короткого действия (мивакрон, норкурон). Вызываемую этими препаратами нейромышечную блокаду при необходимости проведения ИН можно в любой момент прервать введением препаратов-антагонистов, таких как нивалин (галантамин). Наш опыт показывает, что даже на фоне применения более длинных и «глубоких» релаксантов методика ИН вполне эффективна.

При изменении положения больного на операционном столе правильно зафиксированная эндотрахеальная трубка не должна смещаться. Для предупреждения смещения трубки и, следовательно, установленных на ней электродов сразу после выполнения интубации следует отметить на ней маркером уровень ее фиксации относительно верхних резцов пациента. Если во время операции трубка смещается вверх или вниз, это сразу становится заметно. Ее без труда можно вернуть в первоначальное положение, не прибегая к ларингоскопии. В любом случае правильность расположения и состоятельность контактов электродов в гортани во время операции можно проверить с помощью прямого ларингоскопа или гибкого фиброскопа. Иногда при сильно раздутой манжете исчезает контакт электродов со слизистой гортани. В этом случае рекомендуется немного спустить манжету до восстановления контакта с помощью внешнего или встроенного импедансметра.

Во время операции хирург или ассистент периодически дотрагивается стимулирующим биполярным электродом до структур, подозрительных на ВГН (рис. 4). Появление характерного аудиосигнала, а также изображения на экране монитора свидетельствует о том, что стимулируемая структура и есть ВГН.

Необходимо понимать, что ИН не заменяет анатомическую идентификацию нервов, а является вспомогательной методикой, значительно облегчающей обнаружение нерва в ране, а также доказывает его функциональную сохранность. Метод позволяет уменьшить риск непреднамеренного повреждения нерва и травматичность его выделения. Это особенно актуально при нетипичных вариантах расположения нервов, при повторных операциях и в случаях, когда операция выполняется малоопытным хирургом.



Рис. 4. Использование стимулятора во время ИН