

Интраоперационный нейромониторинг в тиреоидной хирургии

Румянцев П.О.

ФГБУ “Эндокринологический научный центр” (директор – акад. РАН и РАМН Дедов И.И.)
Министерства здравоохранения России, Москва

Румянцев Павел Олегович – доктор мед. наук, зам. директора ФГБУ “Эндокринологический научный центр” Минздрава России.

Операции на щитовидной железе являются самыми частыми в хирургии эндокринных органов. Учитывая прохождение в этой зоне гортанных нервов, иннервирующих мышцы гортани, чрезвычайно актуальны снижение риска их повреждения и гарантии функциональной сохранности. В первую очередь в зону риска попадает возвратный гортанный нерв, который в 0,5–2,7% случаев может не иметь “возвратный” ход, а напрямую отходить от блуждающего нерва на уровне перстневидного хряща. Во вторую очередь – наружная ветвь верхнего гортанного нерва, которая иннервирует щито-перстневидную мышцу. Рутинное применение интраоперационного нейромониторинга достоверно снижает частоту временных парезов гортанных нервов, однако достоверность снижения частоты стойких параличей гортанных нервов не подтверждена в большинстве опубликованных исследований. При этом все авторы признают, что интраоперационный нейромониторинг безусловно облегчает обнаружение гортанных нервов и позволяет убедиться в их функциональной сохранности. Учитывая, что вопросы безопасности хирургического лечения являются парадигмой современной эндокринной хирургии, метод интраоперационного нейромониторинга продолжает всесторонне изучаться и совершенствоваться.

Ключевые слова: интраоперационный нейромониторинг, эндокринная хирургия, возвратный гортанный нерв, наружная ветвь верхнего гортанного нерва, щитовидная железа.

Intaoperative neuromonitoring in thyroid surgery

Rumyantsev P.O.

Federal Endocrinological Research Center, Moscow

Thyroid surgery is most frequent interventions on endocrine organs. Whereas laryngeal nerves which innervate the muscles of larynx are passing nearby the thyroid and central compartment therefore the risk of their injury and functional integrity is extremely important. First of all it is recurrent laryngeal nerve which in 0.5–2.7% has not “recurrent” path and depart vagus at cricoid cartilage level. Secondary it is external branch of superior laryngeal nerve with innervates cricothyroid muscle. Routine use of intraoperative neuromonitoring significantly decrease laryngeal nerves temporary palsy (paresis) rate however significant reduction of permanent palsy frequency was not demonstrated in most published papers. At the same time all authors accept that intraoperative neuromonitoring undoubtedly facilitate detection of laryngeal nerves and allow to convince their functional capacity. Taking into account that safety is a paradigm of contemporary endocrine surgery the intraoperative neuromonitoring going towards further investigation and improvement.

Key words: intraoperative neuromonitoring, endocrine surgery, recurrence laryngeal nerve, external branch of superior laryngeal nerve, thyroid gland.

Введение

Хирургическое лечение заболеваний щитовидной железы (ЩЖ) сопряжено с риском различных послеоперационных осложнений: повреждения гортанных нервов (наружной ветви верхнего нерва и возвратного), удаления паращитовидных желез, дисфагии, кровотечения, воспаления, синдрома Горнера,

келоидного рубца. Верхний и нижний (возвратный) гортанные нервы являются ветками блуждающего нерва (X пара черепно-мозговых нервов), причем последний в 0,5–2,7% случаев не является возвратным и имеет прямое отхождение от блуждающего нерва на уровне перстневидного хряща [1]. Наиболее инвалидизирующим неврологи-



Румянцев Павел Олегович – 117036, г. Москва, ул. Дмитрия Ульянова, д. 11. Тел.: +7 (495) 500-00-98 (раб.), +7 (919) 786-12-20 (моб.). E-mail: pavelrum@gmail.com



Рис. 1. Величайшая оперная певица Амелита Галли-Кёрчи. На фотографии видна деформация шеи справа вследствие наличия больших узлов в ЩЖ со смещением трахеи, по поводу чего оперирована в 1935 г. Операция прошла успешно, но во время операции была повреждена НВВГН, в связи с чем певице пришлось досрочно завершить вокальную карьеру.

ческим осложнением является паралич возвратного гортанного нерва (ВГН). В отечественной литературе информация о частоте послеоперационных осложнений приводится чрезвычайно редко. По данным зарубежных авторов, паралич ВГН после хирургического лечения регистрируется у 0,8–8,3% пациентов и сохраняется через год (стойкий паралич) у 0,3–3% (1–12%) пациентов. Риск

повреждения ВГН при повторных операциях увеличивается до 12% [2–4]. Самым тяжелым осложнением является двусторонний паралич гортани, который сопровождается афонией, грубыми нарушениями дыхания, нередко глотания, зачастую требующими трахеостомии.

Последствия стойкого паралича наружной ветки ВГН, иннервирующей щито-перстневидную мышцу, которая в свою очередь оттягивает щитовидный хрящ кпереди, вызывая натяжение голосовых связок, можно наглядно продемонстрировать на примере известной оперной певицы Амелиты Галли-Кёрчи (Amelita Galli-Curci), обладавшей божественным колоратурным сопрано (рис. 1). В 1935 г. в возрасте 53 лет оперной певице была выполнена струмэктомия по поводу прогрессирующего аденоматозного зоба (185 г.), сдавливавшего трахею на 50%. Во время операции была повреждена наружная ветвь верхнего гортанного нерва (НВВГН), что привело к досрочному завершению карьеры выдающейся оперной примадонны [5].

НВВГН спускается по заднебоковой поверхности гортани, проникая к иннервируемой ею щито-перстневидной мышце сзади из-под грудинно-щитовидной мышцы (рис. 2).

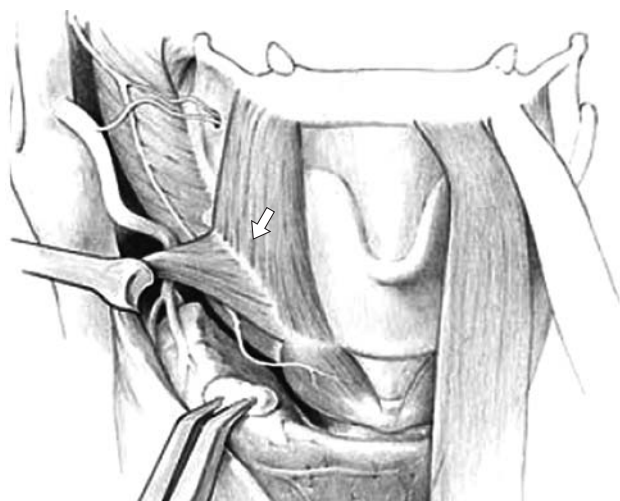


Рис. 2. Типовое прохождение НВВГН под проксимальным сегментом грудинно-щитовидной мышцы.



Medtronic

NIM-Neuro® 3.0

Система для интраоперационного
нейромониторинга

*Позволяет снизить частоту
послеоперационных парезов
и параличей гортанных
нервов в тиреоидной
хирургии. Повышает
безопасность
пациента.*



ООО "Медтроник"

123317, Москва,

Пресненская набережная, д. 10

Тел.: + 7(495) 580-73-77

Факс: +7 (495) 580-73-78

www.medtronic.ru

Инновации для жизни

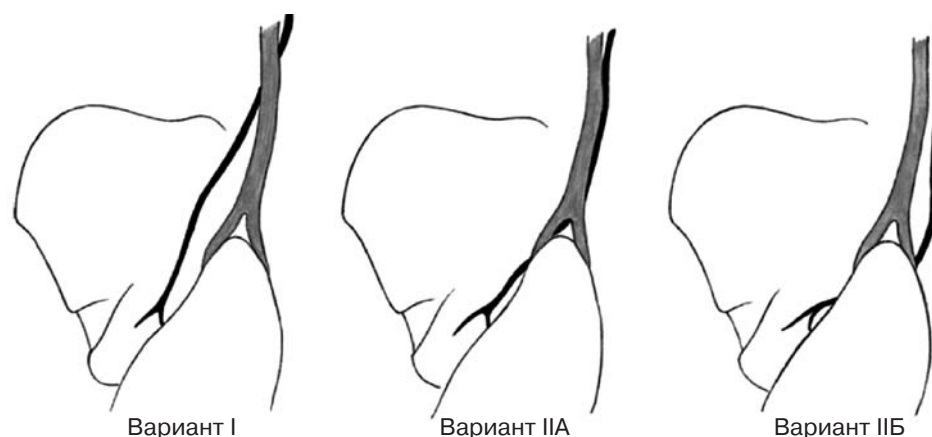


Рис. 3. Варианты анатомической локализации НВВГН.

Согласно общепринятой классификации С. R. Cernea [6], НВВГН имеет три анатомических варианта прохождения в проекции верхнего полюса доли ЩЖ (рис. 3). Первый вариант встречается в 40–50% случаев, IIА – в 20–25%, IIБ – в 30–35% [7, 8]. Второй вариант прохождения (IIА и особенно IIБ) имеет высокий риск повреждения при мобилизации верхних полюсов долей ЩЖ. Частота хирургического повреждения НВВГН варьирует от 0,5 до 58% [9].

Единственным способом профилактики непреднамеренного повреждения гортанных нервов до недавнего времени являлась анатомическая визуализация и выделение их в операционном поле. НВВГН без применения интраоперационного нейромониторинга (ИН) удается обнаружить в 21–36% случаев, с помощью интраоперационной электромиографии (нейромониторинга) – в 86–100% случаев [9, 10]. Подобным образом ИН позволяет осуществлять функциональную визуализацию нижнего (который не всегда является возвратным) гортанного нерва.

Общепризнано, что риск повреждения гортанных нервов существенно ниже в руках опытных эндокринных хирургов, выполняющих не менее 50 операций на ЩЖ в год. М. Hermann и соавт. [11], анализируя осложнения у 19 433 пациентов, перенесших операции на ЩЖ по поводу доброкачественной патологии, обнаружили, что частота стойкого паралича ВГН составляла 0,9, 0,3 и 0,1%, соответственно, у хирургов, которые не выделяли ВГН, выделяли его частично, выделяли его полностью соответственно.

В начале 1980-х гг. были предприняты попытки манометрического мониторинга мышечных сокращений мышц гортани с помощью баллонов в их проекции, однако метод оказался ненадежным [12]. В 1985 г. был предложен метод функциональной визуализации ВГН путем пальпаторной оценки сокращений мышц гортани (по заднебоковой стенке), который был позднее применен А. Echeverri и соавт. [13] и G.W. Randolph и соавт. [14] у 70 и 449 пациентов, соответственно. В последующем для регистрации мышечного “ответа” стал применяться метод электромиографии. С начала 2000-х гг. в тиреоидной хирургии стал широко применяться вспомогательный метод профилактики повреждения двигательных нервов – ИН. Вначале применялась методика внедрения (после интубации) чувствительных электродов в мышцы гортани или непосредственно в голосовые связки под контролем прямой ларингоскопии или эндоскопии [15]. Позднее стали применяться и широко используются по сей день аппликационные электроды на интубационной трубке, установленные в проекции голосовых связок [16]. Стимуляция гортанных нервов в операционной ране производится или напрямую электродом эпизодически, или постоянно стимуляцией блуждающего нерва путем установки на него клипсы (метод, набирающий популярность в последнее время). Преимуществом последнего способа стимуляции является постоянный контроль за всеми этапами хирургических маневров в проекции гортанных нервов во избежание его непреднамеренно-



Рис. 4. Пример протокола интраоперационного нейромониторинга, выполненного с помощью монитора NIM-Neuro 3.0 (Медтроник).

го повреждения [17, 18]. Информативность и безопасность ИН для идентификации гортанных нервов была доказана систематическими исследованиями [19].

На рынке имеются различные варианты исполнения аппаратов для ИН. Желательно, чтобы интраоперационный нейромиограф был компактным, имел встроенный импедансметр для постоянного контроля контактов электродов с внутренней поверхностью трахеи, систему подавления помех, а также возможность документирования результатов нейромиографии для истории болезни. Оптимальным из имеющихся сегодня на рынке приборов представляется монитор NIM-Neuro® 3.0 компании «Медтроник» (США), отвечающий всем вышеперечисленным требованиям. Монитор NIM-Neuro® 3.0 представляет собой уникальное интегрированное устройство, ориентированное на работу в операционной и контролируемое из стерильной зоны хирургом. Устройство полностью компьютеризировано, имеет простой, интуитивно понятный интерфейс, комплектуется армированными эндотрахеальными трубками с предустановленными циркулярными электродами, стимулирующими электродами APS (автоматическая периодическая стимуляция) для поиска и непрерывного мониторинга блуждающего нерва и гортанных нервов при тиреоидной хирургии. Имеется система по-

давления помех от электрохирургических приборов, которая позволяет обеспечить комфортную и безопасную работу хирурга. Немаловажным достоинством прибора является возможность сохранения результатов интраоперационного нейромониторинга на диске и распечатки протокола исследования для истории болезни (рис. 4).

Результаты единственного рандомизированного клинического исследования с применением ИН для мониторинга НВВГН изложены в табл. 1.

Однако ни в одном из немногочисленных опубликованных исследований не продемонстрировано достоверных различий в частоте стойкого паралича НВВГН.

Основная масса опубликованных сравнительных исследований с применением ИН для предотвращения хирургической травмы ВГН включала 90–499 пациентов, оперированных в специализированных медицинских центрах (табл. 2). О. Thomusch и соавт. [20] провели многофакторный регрессионный анализ послеоперационных осложнений у 4382 пациентов, оперированных в 45 госпиталях, с применением и без применения ИН. В результате анализа было установлено, что ИН, достоверно снижая частоту пареза ВГН ($p = 0,008$) и паралича ($p = 0,004$), являлся независимым благоприятным фактором (отношение шансов (OR) 0,58 и 0,30 соответственно). Н. Dralle и соавт. [21], ретроспективно анализируя хирургические осложнения у 16 448 пациентов (количество ВГН под риском повреждения – 29 998), обнаружили, что частота послеоперационного пареза ВГН при использовании ИН оказалась достоверно ниже при повторных операциях на ЩЖ (3,6 против 5%, $p < 0,001$). В целом частота повреждения ВГН была достоверно выше при выполнении центральной лимфодиссекции по поводу рака ЩЖ (OR 2,61; 95% ДИ 1,3–2,9) и рецидива узлового зоба (OR 4,45; 95% ДИ 2,4–6,5).

При потере электрофизиологического сигнала при стимуляции ВГН с одной стороны рекомендуется прервать операцию, и если продолжать, то с соблюдением всех мер предосторожности при работе в проекции ВГН с противоположной стороны. Данная рекомендация имеет целью недопущение двусто-

Таблица 1. Результаты применения ИН наружной ветви верхнего гортанного нерва

Публикация	Количество пациентов в группе с ИН / в контрольной группе (без ИН), абс.	Метод верификации	Частота послеоперационных осложнений в изучаемой и контрольной группах, абс. (%)	Достоверность различий (тест Фишера)
М. Barczynski и соавт., 2012 [9]	105/105	Шкала GRBAS (grade, roughness, breathiness, asthenia, strain)	5% / 1%	$p = 0,02$

Таблица 2. Частота послеоперационных парезов и параличей ВГН при выполнении ИН и без его использования

Публикация	Общее число пациентов / количество ВГН с риском повреждения	Количество ВГН с риском повреждения в изучаемой (с ИН) / контрольной (без ИН) группах, абс.	Частота параличей ВГН в ближайший послеоперационный период в изучаемой/контрольной группах	Частота стойкого паралича ВГН в изучаемой/контрольной группах
R.L. Witt и соавт., 2005 [24]	136/190	107/83	2,8% / 4,8% $p > 0,05$	0,9% / 2,4% $p > 0,05$
S.K. Snyder, J.C. Hendricks, 2005 [25]	103/185	93/92	1,1% / 1,1% $p > 0,05$	2,2% / 2,2%
W.F. Chan и соавт., 2006 [26]	639/1000	501/499	3,4% / 4,0% $p > 0,05$	0,8% / 1,2% $p > 0,05$
D.J. Terris и соавт., 2007 [27]	137/176	92/84	4,3% / 6,0% $p > 0,05$	0% / 0%
I. Atallah и соавт., 2009 [28]	261/421	Нет данных	5% / 5,4% $p > 0,05$	3,9% / 3,8% $p > 0,05$
F.Y. Chiang и соавт., 2009 [29]	289/435	262/176	0,8% / 6,4% $p = 0,001$	Достоверно не различалась
М. Barczynski и соавт., 2010 [30]	302/604	302/302	3% / 6,7% $p = 0,02$	1% / 1,7% $p > 0,05$
F.Y. Chiang и соавт., 2010 [31]	331/506	101/405	2% / 2,5% $p > 0,05$	0% / 0,2% $p > 0,05$
A. Duclos и соавт., 2011 [32]	686/686	475/211	7,6% / 4,7% $p > 0,05$	Достоверно не различалась
D. Parmeggiani и соавт., 2011 [33]	440/440	240/200	1,4% / 2,8% $p > 0,05$	0% / 1,4% $p > 0,05$
O. Thomusch и соавт., 2011 [20]	4382/4382	Нет данных	1,4% / 2,1% $p < 0,05$	0,4% / 0,8% $p < 0,05$
P.F. Alesina и соавт., 2012 [34]	251/289	128/161	6,2% / 2,5% $p > 0,05$	0% / 0,6% $p > 0,05$
H. Dralle и соавт., 2004 [21]	16448/29998	17832/12166	3,6% / 5% $p < 0,05$	Достоверно не различалась
М. Barczynski и соавт., 2013 [35]	854/1326	500/826	2,6% / 6,3% $p = 0,003$	1,4% / 2,4% $p > 0,05$
Рандомизированные клинические исследования				
G. Dionigi и соавт., 2009 [36]	72/224	110/114	2,7% / 8,3% $p > 0,05$	0% / 0%
М. Barczynski и соавт., 2009 [37]	1000/2000	1000/1000	1,9% / 3,8% $p = 0,011$	0,8% / 0,9% $p > 0,05$

ронного паралича ВГН, приводящего к глубокой инвалидизации пациента вплоть до установления постоянной трахеостомы.

S. Sari и соавт. [22] не обнаружили достоверных различий в частоте послеоперационных осложнений в группе 210 пациентов с применением ИН и в контрольной группе 199 пациентов. Авторами было отмечено, что использование ИН сокращало время поиска ВГН и общую продолжительность операции.

В результате выполненного S. Zheng и соавт. [23] метаанализа на основе обработки результатов 5 рандомизированных и 12 сравнительных клинических исследований (36 487 нервов с риском повреждения) установлено, что общая частота послеоперационных параличей ВГН (временных и стойких) с использованием и без использования ИН составила 3,37 и 3,76% соответственно (OR 0,74; 95% ДИ 0,59–0,92). Однако достоверность этого снижения продемонстрирована лишь в отношении временных парезов ВГН (2,56 против 2,71%, OR 0,8; 95% ДИ 0,65–0,99), но не в отношении стойкого паралича ВГН (0,78 против 0,96%, OR 0,8; 95% ДИ 0,62–1,03).

H. Dralle и соавт. [21] при проведении многомерного анализа послеоперационных осложнений при операциях в проекции 29 998 ВГН отметили положительный эффект ИН при повторных операциях по поводу доброкачественных и злокачественных заболеваний (OR 4,7 и 6,7 соответственно). Применение ИН также оправдано при первичных операциях по поводу рака ЩЖ (OR 1,4), а также при недостаточном опыте хирурга (OR 1,3).

Таким образом, во всех опубликованных исследованиях ИН продемонстрировал снижение частоты послеоперационных неврологических осложнений в виде пареза и параличей гортанных нервов, но лишь в отдельных публикациях сообщается о достоверном снижении частоты стойкого паралича ВГН по сравнению с традиционной техникой. На наш взгляд, неочевидная достоверность различий в частоте послеоперационных осложнений при использовании ИН связана не с тем, что метод неэффективен (снижение частоты было зарегистрировано во всех без исключения исследованиях), а собственно с низкой

частотой паралича ВГН в специализированных центрах (<2%), откуда исходит основная масса публикаций. Для доказательства неслучайности эффекта снижения риска послеоперационных осложнений при использовании ИН необходим сравнительный анализ гораздо более многочисленных клинических групп, имеющих достаточную статистическую мощность (не менее 1500–2000 пациентов в каждой группе) с рандомизацией по всем потенциально смещающим факторам.

Справедливости ради необходимо отметить, что методологический уровень немногочисленных рандомизированных исследований был невысоким. Это связано со слабой рандомизацией, отсутствием сокрытия распределения по группам, неочевидной объективностью результатов. Кроме того, была подверженность влиянию смещающих (bias) факторов. Несмотря на это, имеющийся уровень доказательности не позволяет рекомендовать ИН к рутинному использованию в тиреоидной хирургии.

Тем не менее метод ИН получает все более широкое распространение в тиреоидной хирургии за рубежом и в России, в целом повышая ее безопасность. Несмотря на то что использование ИН увеличивает стоимость операции, систематическое применение этой технологии потенциально экономически оправдано за счет улучшения качества жизни и сохранения трудоспособности оперированных пациентов, а также снижения затрат на лечение послеоперационных осложнений, недопущения двустороннего паралича гортани.

На основании накопленных результатов можно с уверенностью рекомендовать использование ИН как метода функциональной визуализации гортанных нервов, дополняющего общепризнанную технику анатомического поиска, в следующих случаях:

- при повторных операциях;
- при ожидаемых трудностях в обнаружении гортанных нервов;
- при недостаточном опыте хирурга или выполнении операции не в специализированном учреждении.

Остаются открытыми вопросы об эффективности ИН при расширенных операциях

при раке ЩЖ с удалением центральных (VI уровень), медиастинальных (VII уровень) лимфатических узлов, а также анализ клинико-экономической эффективности.

**Данная статья опубликована
при поддержке компании Медтроник**

Список литературы

1. Donatini G, Carnaille B, Dionigi G. Increased detection of non-recurrent inferior laryngeal nerve (NRLN) during thyroid surgery using systematic intraoperative neuromonitoring (IONM). *World J Surg.* 2013;1:91-93.
2. Zambudio AR, Rodriguez J, Riquelme J et al. Prospective study of postoperative complications after total thyroidectomy for multinodular goiters by surgeons with experience in endocrine surgery. *Ann Surg.* 2004;1:18-25.
3. Filho JG, Kowalski LP. Postoperative complications of thyroidectomy for differentiated thyroid carcinoma. *Am J Otolaryngol.* 2004;4:225-230.
4. Karamanakos SN, Markou KB, Panagopoulos K et al. Complications and risk factors related to the extent of surgery in thyroidectomy. Results from 2,043 procedures. *Hormones (Athens).* 2010;4:318-325.
5. 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;1:67-71.
6. Cernea CR, Ferraz AR, Furlani J et al. Identification of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy. *Am J Surg.* 1992;6:634-639.
7. Hwang SB, Lee HY, Kim WY et al. The anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve in Koreans. *Asian J Surg.* 2013;1:13-19.
8. Mishra AK, Temadari H, Singh N et al. The external laryngeal nerve in thyroid surgery: the 'no more neglected' nerve. *Indian J Med Sci.* 2007;1:3-8.
9. Barczynski M, Konturek A, Stopa M et al. Randomized controlled trial of visualization versus neuromonitoring of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy. *World J Surg.* 2012;6:1340-1347.
10. Loch-Wilkinson TJ, Stalberg PL, Sidhu SB et al. Nerve stimulation in thyroid surgery: is it really useful? *ANZ J Surg.* 2007;5:377-380.
11. Hermann M, Alk G, Roka R et al. Laryngeal recurrent nerve injury in surgery for benign thyroid diseases: effect of nerve dissection and impact of individual surgeon in more than 27,000 nerves at risk. *Ann Surg.* 2002;2:261-268.
12. Hvidegaard T, Vase P, Dalsgaard SC, Jorgensen K. Endolaryngeal devices for perioperative identification and functional testing of the recurrent nerve. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1984;3:292-294.
13. Echeverri A, Flexon PB. Electrophysiologic nerve stimulation for identifying the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery: review of 70 consecutive thyroid surgeries. *Am Surg.* 1998;4:328-333.
14. Randolph GW, Kobler JB, Wilkins J. Recurrent laryngeal nerve identification and assessment during thyroid surgery: laryngeal palpation. *World J Surg.* 2004;8:755-760.
15. Eisele DW. Intraoperative electrophysiologic monitoring of the recurrent laryngeal nerve. *Laryngoscope.* 1996;4:443-449.
16. Mermelstein M, Nonweiler R, Rubinstein EH. Intraoperative identification of laryngeal nerves with laryngeal electromyography. *Laryngoscope.* 1996;6:752-756.
17. Ulmer C, Koch KP, Seimer A et al. Real-time monitoring of the recurrent laryngeal nerve: an observational clinical trial. *Surgery.* 2008;3:359-365.
18. Ulmer C, Friedrich C, Kohler A et al. Impact of continuous intraoperative neuromonitoring on autonomic nervous system during thyroid surgery. *Head Neck.* 2011;7:976-984.
19. Potenza AS, Phelan EA, Cernea CR et al. Normative Intraoperative Electrophysiologic Waveform Analysis of Superior Laryngeal Nerve External Branch and Recurrent Laryngeal Nerve in Patients Undergoing Thyroid Surgery. *World J Surg.* 2013;10:2336-2342.
20. Thomusch O, Sekulla C, Walls G et al. Intraoperative neuromonitoring of surgery for benign goiter. *Am J Surg.* 2002;6:673-678.
21. Dralle H, Sekulla C, Haerting J et al. Risk factors of paralysis and functional outcome after recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery. *Surgery.* 2004;6:1310-1322.
22. Sari S, Erbil Y, Sumer A et al. Evaluation of recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery. *Int J Surg.* 2010;6:474-478.
23. Zheng S, Xu Z, Wei Y et al. Effect of intraoperative neuromonitoring on recurrent laryngeal nerve palsy rates after thyroid surgery-A meta-analysis. *J Formos Med Assoc.* 2013;8:463-472.
24. Witt RL. Recurrent laryngeal nerve electrophysiologic monitoring in thyroid surgery: the standard of care? *J Voice.* 2005;3:497-500.
25. Snyder SK, Hendricks JC. Intraoperative neurophysiology testing of the recurrent laryngeal nerve: plaudits and pitfalls. *Surgery.* 2005;6:1183-1191; discussion 1191-1182.
26. Chan WF, Lang BH, Lo CY. The role of intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve during thyroidectomy: a comparative study on 1000 nerves at risk. *Surgery.* 2006;6:866-872; discussion 872-863.
27. Terris DJ, Anderson SK, Watts TL, Chin E. Laryngeal nerve monitoring and minimally invasive thyroid surgery: complementary technologies. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007;12:1254-1257.
28. Atallah I, Dupret A, Carpentier AS et al. Role of intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve in high-risk thyroid surgery. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009;6:613-618.
29. Chiang FY, Lee KW, Chen HC et al. Standardization of intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve in thyroid operation. *World J Surg.* 2010;2:223-229.
30. Barczynski M, Konturek A, Stopa M et al. Clinical value of intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal

- nerves in improving outcomes of surgery for well-differentiated thyroid cancer. *Pol Przegl Chir.* 2011;4:196-203.
31. *Chiang FY, Lu IC, Tsai CJ et al.* Does extensive dissection of recurrent laryngeal nerve during thyroid operation increase the risk of nerve injury? Evidence from the application of intraoperative neuromonitoring. *Am J Otolaryngol.* 2011;6:499-503.
 32. *Duclos A, Lifante JC, Ducarroz S et al.* Influence of intraoperative neuromonitoring on surgeons' technique during thyroidectomy. *World J Surg* 2011; 4:773-778.
 33. *Parmeggiani D, De Falco M, Avenia N et al.* Nerve sparing sutureless total thyroidectomy. Preliminary study. *Ann Ital Chir.* 2012;2:91-96.
 34. *Alesina PF, Rolfs T, Hommeltenberg S et al.* Intraoperative neuromonitoring does not reduce the incidence of recurrent laryngeal nerve palsy in thyroid reoperations: results of a retrospective comparative analysis. *World J Surg.* 2012; 6:1348-1353.
 35. *Barczynski M, Konturek A, Pragacz K et al.* Intraoperative Nerve Monitoring Can Reduce Prevalence of Recurrent Laryngeal Nerve Injury in Thyroid Reoperations: Results of a Retrospective Cohort Study. *World J Surg.* 2013. Oct 1. [Epub ahead of print]
 36. *Dionigi G, Boni L, Rovera F et al.* Neuromonitoring and video-assisted thyroidectomy: a prospective, randomized case-control evaluation. *Surg Endosc.* 2009;5:996-1003.
 37. *Barczynski M, Konturek A, Cichon S.* Randomized clinical trial of visualization versus neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy. *Br J Surg.* 2009;3:240-246.