

# ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИИ И ТЕПЛОГРАФИИ У ПАЦИЕНТОВ С ВЫРАЖЕННЫМ БОЛЕВЫМ СИНДРОМОМ ПРИ МОНОСЕКМЕНТАРНОМ СТЕНОЗЕ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

## CHANGES IN ELECTRONEUROMYOGRAPHIC AND THERMOGRAPHIC INDICES IN PATIENTS WITH SEVERE PAIN SYNDROME AT MONOSEGMENTAL CERVICAL SPINAL STENOSIS

**T. Verkhovina  
E. Ippolitova  
E. Tsyslyak**

*Summary.* The article presents the results of studying electroneuromyographic parameters and thermotopographic changes in soft tissues at the level of the lesion in the spinal motion segment and along the corresponding peripheral nerve in 35 patients with the cervical spinal stenosis (M48.0 according to ICD-10) who were treated in the Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology.

The obtained electroneuromyographic indicators in patients with cervical spinal stenosis made it possible to identify changes in the M-response amplitude and the speed of conduction along motor and sensory fibers, indicating damage to the structures of the neuromuscular system. When measuring skin temperature, we recorded paravertebral asymmetry of up to 1.0 °C and thermal asymmetry in the areas where the electroneuromyographic pick-up electrodes were installed — *n. axillaris*, *n. radialis*, *n. medianus* and *n. ulnaris* — on injured and uninjured limbs. In 71 % of the examined patients, paravertebral hyperthermia (0.6–1.0 °C) was recorded on the affected side, which may indicate an increase in blood perfusion with increased metabolism in the inflammation site. Detection of thermal asymmetry during a thermal imaging study complements electromyographic data in diagnosing the condition of the spinal motion segment, spinal cord roots and peripheral nerves for prescribing appropriate treatment and monitoring its results.

*Keywords:* cervical spinal stenosis, electroneuromyography, thermal imaging.

**Верховина Татьяна Константиновна**

Доцент, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования — филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»

Минздрава

tkverhozina@gmail.com

**Ипполитова Елена Геннадьевна**

Научный сотрудник НКО «Нейрохирургии» ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»

elenaippolitova@mail.ru

**Цысляк Елена Сергеевна**

Научный сотрудник НКО «Нейрохирургии» ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»

helenasergeevna@mail.ru

*Аннотация.* Приведены результаты исследования электронейромиографических (ЭНМГ) показателей и термопографических изменений мягких тканей на уровне очага поражения в позвоночно-двигательном сегменте и по ходу соответствующего периферического нерва у 35 пациентов со спинальным стенозом шейного отдела позвоночника (M48.0 по МКБ-10), прошедшим лечение в клинике ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии».

Полученные ЭНМГ-показатели у пациентов со стенозом позвоночного канала на шейном уровне позволили выявить изменения амплитуды М-ответа и скорости проведения возбуждения по двигательным и сенсорным волокнам, указывающие на поражение структур нервно-мышечного аппарата. При измерении температуры кожи зарегистрированы паравертебральная асимметрия до 1,0°C и термоасимметрия в зонах установки отводящих ЭНМГ-электродов — *n. axillaris*, *n. radialis*, *n. medianus* и *n. ulnaris* — на больной и здоровой конечностях.

У 71 % обследованных пациентов на больной стороне зарегистрирована паравертебральная гипертермия (0,6–1,0 °C), которая, возможно, указывает на увеличение перфузии крови при повышении метаболизма в очаге воспаления.

Выявление термоасимметрии при тепловизионном исследовании дополняет электромиографические данные в диагностике состояния позвоночно-двигательного сегмента, корешков спинного мозга и периферических нервов для назначения соответствующего лечения и контроля за его результатами.

*Ключевые слова:* стеноз шейного отдела позвоночника, электронейромиография, тепловидение.

## Введение

**Б**оль в шейном отделе позвоночника эпизодически появляется у 70 % населения, у 50 % из них она имеет регулярный характер, вызывая достаточно длительную утрату работоспособности [1, 2, 3]. К основным причинам шейной радикулопатии относятся грыжи межпозвонковых дисков, которые вызывают поражение спинномозговых корешков и компрессию спинного мозга, провоцируя болевой синдром разной степени выраженности. Наличие у пациентов шейного спондилеза влечет за собой пролабирование межпозвонковых дисков, развитие гипертрофии связок, формирование остеофитов, вызывая не только воспаление периапартулярных тканей, но и компрессию спинномозгового корешка или спинального ганглия [3, 4].

Подобные нарушения приводят к изменению нейрофизиологических характеристик, одновременно вызывая нарушение микроциркуляции, гиперемия, отек тканей, что отражается в клинических проявлениях и изменениях нейрофизиологических показателей. На фоне корешкового синдрома в мышцах шеи, плечевого пояса и в дистальных отделах верхних конечностей сохраняется и фиксируется болевой синдром смешанного аксонально-демиелинизирующего характера [3, 4, 5], нейрофизиологические характеристики которого были представлены в наших предыдущих исследованиях и работах ряда авторов [4, 5]. В то же время в мягких тканях происходят изменения воспалительного и дегенеративного характера, которые сопровождаются соответствующей клинической картиной и требуют определенной лечебной тактики.

Изменения сухожильно-мышечного аппарата на уровне шейного отдела позвоночника в плане выраженности воспалительного компонента или преобладания дегенеративно-дистрофических изменений, остаются практически не изученными. Вместе с тем в настоящее время существуют тепловизионные аппараты, позволяющие дифференцировать подобные патологические процессы по измерению интенсивности теплового излучения [8]. В основе медицинской термографии лежит выявление локализации и определение степени термоасимметрий. Усиление кровотока, обменных процессов в патологических очагах сопровождается увеличением интенсивности теплового излучения — увеличением температурной реакции. Уменьшение (ослабление) кровотока в проблемных участках тела пациента характеризуется «угасанием их теплового поля» и появлением на термограмме очагов гипотермии [6, 8, 11, 12].

У здорового человека симметричные участки тела имеют одинаковые значения температуры [8, 9]. Выявление термоасимметрии, ее определенной топографии безусловно важно для диагностики состояния позвоноч-

но-двигательного сегмента, корешков спинного мозга и периферических нервов, а также для адекватного лечения и контроля за его результатами.

На наш взгляд тепловидение в комплексе с клиническими и нейрофизиологическими исследованиями — весьма ценный метод при изучении механизмов заболеваний опорно-двигательного аппарата и центральной нервной системы.

Данных о подобных исследованиях в доступной литературе мы не встретили, что и явилось целью нашего исследования.

*Цель работы* заключалась в изучении термоасимметрии на уровне позвоночно-двигательного сегмента и периферических нервов, а также ее связи с электронейромиографическими показателями у пациентов с моносегментарным стенозом шейного отдела позвоночника.

## Материалы и методы

В обследовании приняли участие 35 пациентов нейрохирургического отделения клиники Иркутского научного центра хирургии и травматологии, которые проходили лечение по поводу спинального стеноза шейного отдела позвоночника (М 48.0 по МКБ 10). Среди обследованных было 17 женщин и 18 мужчин, средний возраст пациентов составил 51 год.

Все пациенты имели выраженный болевой синдром, который в 90 % случаев сопровождался признаками корешковой дисфункции: нарушением чувствительности, выпадением глубоких рефлексов, мышечной слабостью.

Исследование вызванных потенциалов проводилось с помощью нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан».

Использовались стандартные ЭНМГ методики с определением амплитудных и скоростных показателей М-ответа при стимуляции подкрыльцового (n.axillaris), лучевого (n.radialis), срединного (n.medianus) и локтевого (n.ulnaris) нервов.

Термографическое обследование проведено на тепловизоре СВТ-004. Температурные метки расставлялись на уровне остистых отростков шейных позвонков, паравертебрально и по ходу периферических нервов левой и правой конечности. Измерялась температура кожи в зонах остистых отростков позвонков С4, С5, С6, С7 и паравертебрально слева и справа на уровне С7. Также исследовалась температура в зонах установки отводящих электродов при электронейромиографии периферических нервов верхней конечности: луче-

вого, формирующегося из корешков CV, CVI, CVII, CVIII, срединного — CVI, CVII, CVIII, ThI, локтевого — CVIII, ThI, и подкрыльцового — CV, CVI, CVII, CVIII.

Статистическая обработка полученных данных проведена с помощью пакета программы Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft Corp., Редмонд).

Исследование выполнено в соответствии с «Этическими принципами проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Исследование одобрено комитетом по биомедицинской этике ФГБНУ ИНЦХТ.

### Результаты исследований

С помощью ЭНМГ стимуляции n.axillaris, n.radialis, n.medianus и n.ulnaris оценены амплитуда М-ответа, значения порога ВП и его латентность, характеризующая скорость прохождения импульса по терминалям аксонов.

Для суждения о наличии и степени поражения нерва, а также полного или частичного перерождения нервно-мышечного аппарата использовались показатели возбудимости. Значимое увеличение порога М-ответа имело 77 % исследуемых, значимое его снижение — 23 %, что в обоих случаях может свидетельствовать о частичном перерождении нервно-мышечного аппарата. Амплитудные показатели при этом, отражающие суммарный ответ двигательных единиц, соответствовали локализации блока невралной проводимости конечности с болевым синдромом и были достоверно снижены для n.axillaris, n.medianus и n.ulnaris. Скоростные показатели, характеризующие проведение импульса по двигательным

волокам n.axillaris, n. radialis, и n.ulnaris, не отличались от нормальных значений, что подтверждает мнение об отсутствии поражения заднего корешка у пациентов при стенотических изменениях позвоночного канала на шейном уровне [5]. При стимуляции n.medianus выявляется снижение скоростных значений проведения импульса по двигательным волокнам как конечности с болевым синдромом, так и интактной конечности (табл. 1). Нарушение проводимости на обеих конечностях можно объяснить ответной рефлекторной реакцией тормозной направленности из симметричного двигательного центра.

В таблице 2 представлены показатели термографии в группе обследованных.

Средние значения температуры кожи в зонах остистых отростков C4, C5, C6, C7 позвонков и паравертебрально слева и справа мало отличались друг от друга (табл. 2). Однако, при анализе данных термографии у 20 пациентов на стороне поражения температура была выше, чем на интактной от 0,2°C и более, в то время как у 15 пациентов температура кожи на проблемной половине была ниже на 0,2°C и более, чем на здоровой половине. Причем у 10 пациентов из 20 с повышенными температурными значениями асимметрия составила 0,5–1°C, что может быть связано наличием воспалительной реакции в зоне измерения температуры. Асимметрия с понижением температуры кожи в значимой степени (0,5–1° C), отмечена у 4 пациентов, что может быть обусловлено выраженными дегенеративными нарушениями в зоне измерения.

В зоне, соответствующей отводящему электроду при стимуляции n.axillaris — у 10 пациентов отмечалось снижение температуры на больной конечности (29 %), у 25 человек — повышение температуры (71 %). Причем,

Таблица 1.

Электронейромиографические показатели у пациентов со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне

Нерв	Порог М-ответа (мВ)	Норма	Амплитуда М-ответа (мкВ)	Норма	СПИ (м\с)	Норма
n.axillaris	21,6±9,7*	12,0±2,0	0,16±0,1*	1,2±1,1	50,1±9,7	< 50
n.radialis	29,2±18,0*	12,0±4,0	1,17±2,1	1,2±1,1	52,8±8,2	< 50
n.medianus	19,0±14,3*	10,0±2,2	1,11±1,08*	2,4±1,1	44,4±4,1*	< 50
n.ulnaris	10,1±2,1*	6,0±0,6	2,14±1,9*	2,4±1,2	52,2±8,1	< 50

Примечание. \* — p < 0,05

Таблица 2.

Термографические показатели у пациентов со стенозирующим процессом позвоночного канала на шейном уровне

Уровень	Параверебрально (C7)		n.radialis		n.axillaris		n.medianus		n.ulnaris	
	больная	интакт.	больная	интакт.	больная	интакт.	больная	интакт.	больная	интакт.
Средние значения	31,39 ± 0,85	31,49 ± 0,80	31,27 ± 0,94	31,12 ± 1,14	30,64 ± 0,85	30,39 ± 0,99	31,06 ± 1,01	31,06 ± 1,26	30,69 ± 1,12	31,0 ± 1,23

Таблица 3.

Соотношение пациентов с повышением и понижением температуры в симметричных точках верхних конечностей

Уровень	Паравертебрально (C7)		n. radialis		n. axillaris		n. ulnaris		n. medianus	
	больная	интактная	больная	интактная	больная	интактная	больная	интактная	больная	интактная
Человек (%)	21 60 %	14 40 %	18 51 %	17 49 %	23 66 %	12 34 %	18 51 %	17 49 %	23 66 %	12 34 %

асимметрия температур составила 0,5–0,9° С, являясь диагностически значимой.

Изменение температуры более чем на 0,3° С зафиксировано в точке, соответствующей отводящему электроду при стимуляции срединного нерва: понижение температуры у 12 человек (34 %), повышение температуры у 23 человек (66 %).

Также значительная асимметрия отмечалась в точках, соответствующих отводящему электроду при стимуляции локтевого нерва — понижение у 11 человек (30 %), повышение температуры на больной конечности — у 19 человека (50 %), у 4 человек — без значимой асимметрии на больной и здоровой конечностях.

При расставлении температурных меток в точках, соответствующих отводящему электроду с лучевого нерва, отмечалось практически одинаковое количество и понижения температуры у 17 человек (49 %), и повышения температуры у 18 человек (51 %).

У 71 % обследованных пациентов на больной стороне зарегистрирована паравертебральная гипертермия (0,6–1,0°С), которая возможно связана с увеличением кровотока и наличием очага воспаления. Вместе с тем у 29 % обследованных на пораженной стороне имелась термоасимметрия в виде паравертебральной гипотермии до 1,0°С, вероятно здесь имеет место уменьшение кровотока в тканях — «угасание» их теплового поля [9, 10, 11]. При измерении температуры кожи в зонах установки отводящих электронейромиографических электродов — n.axillaris, n.radialis, n.medianus и n.ulnaris — на больной конечности также зарегистрированы случаи как гипертермии, так и гипотермии, характеризующие в первом случае проявления неврита соответствующего нерва и болевую реакцию, а во втором случае (гипотермии) — полинейропатию с симптомами неврологического выпадения.

Наличие у пациентов шейного спондилеза влечет за собой пролабирование межпозвонковых дисков, развитие гипертрофии связок, формирование остеофитов, вызывая не только воспаление периартикулярных тка-

ней, но и компрессию спинномозгового корешка или спинального ганглия [12, 13].

Подобные нарушения приводят к изменению нейрофизиологических характеристик, одновременно вызывая нарушение микроциркуляции, гиперемия, отек тканей, что отражается на клинических проявлениях, термографических значениях и изменениях нейрофизиологических показателей. Эти изменения взаимосвязаны и взаимообусловлены. Тепловидение позволяет определить локальные нарушения микроциркуляции, указывающие на воспалительный или дистрофический процессы в позвоночнике.

#### Заключение

Наиболее диагностически значимыми параметрами при электронейромиографическом исследовании у пациентов со стенозом позвоночного канала на шейном уровне являются амплитуда М-ответа и скорость проведения возбуждения по двигательным и сенсорным волокнам. Амплитудно-скоростные показатели характеризуют неврологическую патологию и ее особенности на разных стадиях развития стенозирующего процесса в шейном отделе позвоночника, в том числе на ранних — в период «предзаболевания».

Одновременное исследование показателей термографии на уровне пораженного позвоночно-двигательного сегмента и на активных зонах дистальных участков периферических нервов показало наличие достоверной термоасимметрии как в сторону повышения температуры, возможно указывающей на воспаление периартикулярных тканей, так и в сторону понижения температуры, явившейся следствием дегенеративно-дистрофических процессов.

ЭНМГ показатели, дополненные температурными показателями, могут уточнять клиническую характеристику пациента, определять тактику лечения больного, в том числе показаний к хирургическому лечению, а в последующем, оценивать динамику в послеоперационном периоде и на этапах реабилитации.

---

ЛИТЕРАТУРА

1. Пилипович А.А. Боль в шее. Новая аптека. 2010; (12): 86–89.
2. Binder A.I. Neck pain. Clin. Evid. 2008; (4): 30
3. Исайкин А.И., Акарачкова Е.А., Ахунов А.Н. Диагностика и лечение острой неспецифической боли в шейном отделе у лиц молодого возраста. Эффективная фармакотерапия. 2021; 17(29): 22–30.
4. Hug A, Hähnel S, Weidner N. Diagnostics and conservative treatment of cervical and lumbar spinal stenosis. Nervenarzt. 2018; 89(6): 620–631. doi: 10.1007/s00115-018-0516-2
5. Ипполитова Е.Г., Верхозина Т.К., Кошкарева З.В., Складенко О.В. Маркерные показатели электронейромиографии в диагностике остеохондроза позвоночника. Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2018; 1: 13–17.
6. Яруллина И.Х., Садыкова Г.А. Лучевые методы исследования при болях в позвоночнике. Медицинский вестник Башкортостана. 2021; 16(2):
7. Голдберг Я.А., Рейнольдс Дж.Н. Спонтанное возбуждение и вызванные паузы в тонически активных холинергических интернейронах полосатого тела. Неврология. 2011; 198: 27–43. doi: 10.1016/j.neuroscience.2011.08.067
8. Морозов А.М., Мохов Е.М., Кадыков В.А., Панова А.В. Медицинская термография: возможности и перспективы. Казанский медицинский журнал. 2018; 99(2): 264–270.
9. Колесов С.Н. Тепловидение в оценке механизмов адаптации и компенсации при изолированном и сочетанном повреждении периферических нервов. Научно-технический «Оптический» журнал. 2013; №: 3.
10. Новиков А.Ю., Новиков Ю.О. Применение медицинской инфракрасной термографии при мышечно-скелетных болях. Медицинский вестник Башкортостана. 2019; 14(4): 100–103.
11. Иваницкий Г.Р. Тепловидение в медицине. Вестник РАМН. 2006; 67(1): 48–62.
12. Вайнер Б.Г. Матричное тепловидение в физиологии: Исследование сосудистых реакций, перспирации и терморегуляции у человека. Новосибирск: Изд-во СО РАН; 2004: 96.
13. Иваницкий Г.Р., Хижняк Е.П., Деев А.А. Биофизические основы медицинского тепловидения. Биофизика. 2012; 57(1): 130–139.

---

© Верхозина Татьяна Константиновна (tkverhozina@gmail.com); Ипполитова Елена Геннадьевна (elenaipolitova@mail.ru);

Цысляк Елена Сергеевна (helenasergeevna@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»