

# ТРАВМАТОЛОГИЯ TRAUMATOLOGY

DOI: 10.29413/ABS.2018-3.2.11

УДК 616.728.3-007.24:612.815.2:612.741.16

Верхозина Т.К.<sup>1, 2</sup>, Ипполитова Е.Г.<sup>1</sup>, Арсентьева Н.И., Цысляк Е.С.<sup>1</sup>

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У БОЛЬНЫХ ДЕФОРМИРУЮЩИМ АРТРОЗОМ КОЛЕННОГО СУСТАВА

<sup>1</sup> ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»  
(664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1, Россия)

<sup>2</sup> Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО  
«Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России  
(664049, г. Иркутск, Юбилейный, 100, Россия)

Представлены результаты электронейромиографических (ЭНМГ) исследований функционального состояния периферических нервов нижних конечностей при гонартрозе 3–4-й степени. Приведены данные ЭНМГ-исследования нервов нижних конечностей у 51 пациента, находящегося на лечении в травматолого-ортопедическом отделении клиники ИЦХТ. У всех обследованных выявлены изменения функции периферических нервов нижних конечностей: повышение пороговых значений прямого мышечного ответа до 24,8 мА (норма – 16 мА); снижение амплитуды М-ответа в среднем до 0,6 мВ (норма – 2,0 мВ); снижение скорости проведения импульса по двигательным волокнам до 37–39 м/с (норма – от 40 м/с). Данные изменения в группе пациентов с гонартрозом 3–4-й степени были отмечены с двух сторон, но в большей степени выражены на больной конечности. Отмечены изменения рефлекторной возбудимости в сочетании с выпадением Н-рефлекса у большинства пациентов, характерные для поражения корешков спинного мозга и спинальных мотонейронов. Полученные данные указывают на поражение корешков и спинальных мотонейронов L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> спинного мозга и изменение функционального состояния периферических нервов нижних конечностей, свидетельствующее о наличии единого патогенетического механизма дегенеративных процессов в коленных суставах и позвоночнике.

**Ключевые слова:** гонартроз, остеохондроз поясничного отдела позвоночника; электронейромиография

## FUNCTIONAL STATE OF PERIPHERAL NERVES OF LOWER LIMBS IN PATIENTS WITH DEFORMING KNEE JOINT ARTHROSIS

Verkhovina T.K.<sup>1, 2</sup>, Ippolitova E.G.<sup>1</sup>, Arsentieva N.I., Tsyslyak E.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology  
(ul. Bortsov Revolyutsii 1, Irkutsk 664003, Russian Federation)

<sup>2</sup> Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education –  
Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education  
(Yubileyniy 100, Irkutsk 664049, Russian Federation)

With osteochondrosis of the lumbar spine and L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> lesions, local overloads of the spinal-motor segment lead to disruption of the functioning of the biokinematic chain “spine-lower limbs”. Gonarthrosis is considered as an independent disease requiring surgical treatment. We have not found on the functional state of the peripheral neuromotor apparatus, with taking into account segmental radicular manifestations in patients with grade 3-4 gonarthrosis. We examined the tibial and peroneal nerves, and H-reflex in 51 patients undergoing treatment at the clinical department of traumatology and orthopedics of ISCST. In all examined patients we revealed changes in the function of the peripheral nerves of the lower limbs (increase in the threshold values of the M-response to 24.8 mA (norm – 16 mA), a decrease in the direct muscle response amplitude to an average of 0.6 mV (norm – 2.0 mV), a decrease in the rate impulse up to 37–39 m/s (norm – 40 m/s), all changed were more pronounced on the affected limb.

The revealed changes in ENMG indices could be due to both degenerative changes in periarticular tissues and radicular syndrome in lumbar osteochondrosis. Changes in reflex excitability were observed in combination with prolapse of the H-reflex in the majority of patients. The data obtained indicate damage to the roots and spinal motoneurons in L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> and a change in the functional state of the peripheral nerves of the lower limbs, indicating a single pathogenetic mechanism of degenerative processes in the knee and spine.

**Key words:** gonarthrosis, osteochondrosis of the lumbar spine, electroneuromyography

Гонартроз (деформирующий артроз коленного сустава) – дегенеративно-дистрофическое заболевание, при котором поражается гиалиновый хрящ, покрыва-

ющий мыщелки большеберцовой и бедренной костей. На поздних стадиях гонартроза в процесс вовлекается весь сустав, а подлежащая часть кости уплотняется

и разрастается. Гонартроз занимает первое место по распространенности среди всех артрозов. Болезнь обычно возникает у пациентов в возрасте старше 40 лет и чаще наблюдается у женщин. В некоторых случаях (после травм, у спортсменов) гонартроз может развиваться в молодом возрасте. По данным В.А. Насоновой и О.М. Фаломеевой [10], деструктивно-дистрофические изменения в коленных суставах, или гонартроз, встречаются у 54,7–69,7 % больных с различными заболеваниями суставов. Количество пациентов, имеющих поздние стадии этих заболеваний (II и III), доходит до 75 % [4, 11].

Наиболее очевидной причиной потери подвижности коленных суставов и нарушений их функционирования является хроническая или эпизодическая боль, что приводит к психологическому дистрессу и снижению качества жизни. Процессом, инициирующим боль при артритах, является периферическая сенситизация, при которой порог активации ноцицептивных рецепторов снижается, и афферентные нервы становятся гиперчувствительными как к обычным, так и к избыточным в объеме движениям в суставе [13]. В период воспаления основные изменения происходят в пластичности периферической и центральной нервной системы, когда снижается порог болевой чувствительности, что приводит к аллодинии и гипералгезии. Боль при артрите формируется посредством стимуляции так называемых «молчащих» ноцицептивных рецепторов. Эти афферентные нервные волокна находятся в состоянии покоя в нормальных суставах, однако после повреждения ткани или индукции воспаления эти болевые рецепторы становятся активными и начинают передавать ноцицептивную информацию в центральную нервную систему [13]. Эта дополнительная импульсация периферических «молчащих» ноцицептивных рецепторов является одним из факторов, способствующих формированию болевого синдрома при артритах.

Очень часто боли в коленных суставах наблюдаются у больных остеохондрозом поясничного отдела позвоночника при поражении корешков L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> [12]. Локальные перегрузки позвоночно-двигательного сегмента приводят к нарушению функционирования биокинематической цепи «позвоночник – нижние конечности» [5, 7]. А.С. Батуев и О.П. Таиров [2] выявили изменения дегенеративно-дистрофического характера в околосуставных тканях коленных суставов при поясничном остеохондрозе, что может быть следствием нарушения нейротрофического обеспечения околосуставных тканей [1, 8]. Причинами также могут являться изменения регионального кровотока [3, 9]. Так, недостаток кровоснабжения активных мышц в условиях статико-динамической работы приводит к развитию утомления и перенапряжения в них, а в последующем и к формированию дистрофического процесса сухожильно-связочного аппарата [6].

При всем многообразии накопленных данных о дистрофических поражениях суставного хряща и подлежащей костной ткани все ещё ощущается дефицит знаний о межорганных и межсистемных взаимоотно-

шениях. Вполне очевидна взаимосвязь проявлений остеохондроза пояснично-крестцового отдела позвоночника и деформирующего артроза коленного сустава. Термин «остеохондроз» ранее использовали для обозначения большой группы костно-суставных заболеваний. Дистрофические изменения в межпозвоночном диске при остеохондрозе иногда называют дискартрозом, с целью подчеркнуть сходство между этим процессом и аналогичными изменениями в других суставах при остеоартрозах. При остеохондрозе поясничного отдела позвоночника могут развиваться боли в коленях как следствие ущемления корешков спинномозговых нервов, а также дегенеративно-дистрофические процессы, связанные с нарушением иннервации и кровообращения в околосуставных тканях коленных суставов.

**Целью** настоящего исследования явилось изучение состояния периферической нервной системы у больных с гонартрозом 3–4-й степени.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведены исследования нервно-мышечного аппарата у 51 пациента с деформирующим остеоартрозом (гонартрозом) 3–4-й степени (M17), находящихся на лечении в травматолого-ортопедическом и ортопедическом отделениях клиники ИНЦХТ. Средний возраст пациентов составил 59 лет. Женщин было 35 (68 %), мужчин – 16 (32 %). Двустороннее поражение встречалось у 9 (17 %) пациентов. Состояние периферических нервов нижних конечностей у пациентов с гонартрозом определялось с помощью нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан» при отведении вызванных потенциалов с икроножной (*m. gastrocnemius*) и передней большеберцовой мышц (*m. tibialis anterior*) голени. Оценивались основные электронейромиографические показатели, характеризующие вызванную, т. е. обусловленную стимуляцией нерва, биоэлектрическую активность: интенсивность порогового раздражения, латентный период и амплитуду вызванного потенциала, а также взаимозависимость этих показателей. Кроме того, у 12 пациентов проведено исследование рефлекторного ответа (Н-рефлекса), при реализации которого возбуждение распространяется центростремительно к спинному мозгу, а затем по двигательным волокнам к иннервируемым мышечным волокнам. Регистрацию основных электронейромиографических данных у пациентов с гонартрозом проводили с целью установления информационной значимости этих показателей в отношении исследуемых процессов для того, чтобы найти ответы на следующие вопросы: 1) существуют ли характерные для данного заболевания особенности состояния периферических нервов, отражающие выраженность патологического процесса; 2) являются ли данные флуктуации специфическими для деформирующего остеоартроза коленных суставов или отражают взаимосвязь дегенеративно-дистрофических изменений суставов и позвоночника.

Статистический анализ результатов исследования проводился с использованием стандартного программного пакета Statistica for Windows 5.5A.

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

У всех обследованных пациентов выявлены изменения функции периферических нервов нижних конечностей, более выраженные на больной конечности. Так, при электромиографическом исследовании отмечались модификации показателей, которые проявлялись в: повышении пороговых значений М-ответа до 24,8 мА, в сравнении со значениями нормы (16 мА); снижении амплитуды прямого мышечного ответа в среднем до 0,6 мВ (норма – 2,0 мВ); увеличении латентного периода М-ответа, свидетельствующем о снижении скорости проведения импульса до 37–39 м/с (норма – от 40 м/с). Подобные изменения характеризуют снижение возбудимости нерва. При исследовании малоберцового нерва имели место изменения электронейромиографических показателей, указывающие на незначительное снижение его возбудимости (табл. 1).

Обнаруженные изменения ЭНМГ-показателей (табл. 1) могли быть обусловлены как дегенеративными изменениями периартикулярных тканей, так и корешковым синдромом при поясничном остеохондрозе. Поэтому в дальнейшем 12 пациентов были дообследованы в плане диагностики корешкового синдрома – исследовался рефлекторный ответ (Н-рефлекс), характеризующий количество вовлекаемых в возбуждение чувствительных 1а-волокон и способность нейронов спинного мозга к моторному ответу при получении афферентной информации. Результаты данных исследований представлены в таблице 2.

У всех 12 пациентов с гонартрозом коленного сустава 3–4-й степени имеются достаточно выраженные изменения в сегментарном аппарате

спинного мозга. Регистрировалось значительное снижение амплитуды Н-рефлекса (до 0,24 мВ при норме от 1,5 мВ) за счёт поражения быстропроводящих чувствительных 1а-волокон, реализующих данный феномен. Мера снижения соотношения Н/М указывает на степень выключения данных волокон из рефлекторной дуги, что коррелирует с уровнем снижения ахиллова рефлекса. Зафиксированное повышение порога возникновения Н-рефлекса (до 38,2 мА при норме до 16 мА) относительно порога возникновения М-ответа (22,4 мА) свидетельствует о функциональном торможении мотонейронов вследствие рефлекторных нарушений при болевых синдромах. Кроме того, отмечалось увеличение абсолютных значений латентности Н-рефлекса в сравнении со средними значениями нормы. У 5 пациентов рефлекторный ответ не вызывался. Подобные изменения рефлекторной возбудимости в сочетании с выпадением Н-рефлекса у большинства пациентов характерны для поражения корешков спинного мозга и спинальных мотонейронов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённых ЭНМГ-исследований у больных гонартрозом 3–4-й степени получены данные, указывающие на поражение корешков и спинальных мотонейронов L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> спинного мозга. Было обнаружено ограничение активности двигательных единиц вследствие торможения соответствующих мотонейронных пулов и ноцицептивной афферентации из поражённого коленного сустава, а также частичная или полная блокада проведения возбуждения в разных структурных элементах двигательных единиц.

**ЭНМГ-показатели при стимуляции большеберцового и малоберцового нервов у больных с деформирующим остеоартрозом коленного сустава**

Таблица 1

*ENMG indices in stimulation of the tibial and peroneal nerves in patients with knee joint deforming osteoarthritis*

Table 1

Большеберцовый нерв					
Больная конечность	Здоровая конечность	Больная конечность	Здоровая конечность	Больная конечность	Здоровая конечность
Порог, мА		Латентность, мс		Амплитуда, мВ	
4,8 ± 1,6 *	17,6 ± 1,1	4,7 ± 1,916	4,4 ± 1,5	0,61 ± 0,97 *	1,2 ± 0,96
Малоберцовый нерв					
Порог, мА		Латентность, мс		Амплитуда, мВ	
6,0 ± 4,19	5,4 ± 4,41	3,6 ± 1,2	3,7 ± 0,47	1,6 ± 1,3	1,4 ± 1,3

**Примечание.** \* – различия статистически значимы при  $p < 0,05$ .

**Соотношение показателей М-ответа и Н-рефлекса у пациентов с деформирующим остеоартрозом коленного сустава**

Таблица 2

*Ratio of M-response and H-reflex indices in patients with deforming osteoarthritis of the knee joint*

Table 2

M. gastrocnemius	Порог М-ответа, мА	Порог Н-рефлекса, мА	ЛП М-ответа, мс	ЛП Н-рефлекса, мс	Амплитуда М-ответа, мВ	Амплитуда Н-рефлекса, мВ
Больная конечность	21,0 ± 0,9 *	39,3 ± 7,0 *	4,7 ± 1,9	34,2 ± 0,6	0,6 ± 0,9 *	0,15 ± 0,02 *
Здоровая конечность	16,0 ± 1,2	12,0 ± 0,96	4,4 ± 1,5	29,2 ± 0,6	2,0 ± 1,3	1,5 ± 1,5

**Примечание.** \* – различия статистически значимы при  $p < 0,05$ .

Установлена взаимосвязь изменений функционального состояния периферических нервов с выраженностью патологического процесса.

Полученные нами данные позволяют предположить аналогичность процессов, происходящих в суставах позвоночника и в коленных суставах: единый патогенетический механизм дегенеративных процессов, обусловленных нарушением пластичности периферической и центральной нервной системы, нарушением функционального состояния периферических нервов нижних конечностей.

#### ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Абашев Р.З., Рахматуллина Э.Ф. Вертеброгенная гониялгия: клинические варианты // *Вертеброневрология*. – 2006. – № 3–4. – С. 108.

Abashev RZ, Rakhmatullina EF. (2006). Vertebrogonialgia: clinical variants [Vertebrogennaya gonialgiya: klinicheskie varianty]. *Vernebronevrologiya*, (3-4), 108.

2. Батуев А.С., Таиров О.П. Мозг и организация движений. Концептуальные модели. – Л.: Наука, 1978. – 139 с.

Batuev AS, Tairov OP. (1978). Brain and the organization of movements. Conceptual models [Mozg i organizatsiya dvizheniy. Kontseptual'nye modeli]. Leningrad, 139 p.

3. Верхозина Т.К., Ипполитова Е.Г., Васильев В.Ю. Оценка периферической гемодинамики у больных с остеоартрозом коленного сустава III–IV стадии // *Сибирский медицинский журнал*. – 2010. – № 6. – С. 48–50.

Verkhosina TK, Ippolitova EG, Vasilyev VYu. (2010). Assessment of peripheral hemodynamics in patients with osteoarthritis of the knee joint of stage III–IV [Otsenka perifericheskoy gemodinamiki u bol'nykh s osteoartrozom kolennogo sustava III–IV stadii]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, (6), 48–50.

4. Воронович И.Р. Повреждения коленного сустава. – Минск, 1971. – С. 5–43, 79.

Voronovich IR. (1971). Knee joint injuries [Povrezhdeniya kolennogo sustava]. Minsk, 5–43, 79.

5. Корниенко Л.В. Лечебная физкультура пациентов с остеохондрозом поясничного отдела позвоночника и гонартрозом: учебное пособие. – СПб.: Образование, 2006. – 16 с.

Kornienko LV. (2007). Therapeutic exercise for patients with lumbar osteochondrosis and gonarthrosis [Lechebnaya fizkul'tura patsientov s osteokhondrozom poyasnichnogo otdela pozvonochnika i gonartrozom: uchebnoe posobie]. Sankt-Peterburg, 16 p.

6. Котельников Г.П., Чернов А.П., Измайлов С.А. Нестабильность коленного сустава. – Самара, 2001. – 211 с.

Kotel'nikov GP, Chernov AP, Izmaylov SA. (2001). Knee joint instability [Nestabil'nost' kolennogo sustava]. Samara, 211 p.

7. Михайлов В.П. Боль в спине: механизмы патогенеза и саногенеза. – Новосибирск: СО РАМН, 1999. – 208 с.

Mikhaylov VP. (1999). Back pain: mechanisms of pathogenesis and sanogenesis [Bol' v spine: mekhanizmy patogeneza i sanogeneza]. Novosibirsk, 208 p.

8. Мясников И.Г. К вопросу о патогенезе нейромиодистрофических проявлений при поясничном остеохондрозе // 11-я Всерос. конф. по биомеханике: сб. трудов. – Нижний Новгород, 1994. – Т. 1. – С. 138–140.

Myasnikov IG. (1994). On the pathogenesis of neuro-myodystrophic manifestations in lumbar osteochondrosis [K voprosu o patogeneze neyromiodistroficheskikh proyavleniy pri poyasnichnom osteokhondroze]. 11-ya Vserossiyskaya konferentsiya po biomekhanike: sbornik trudov, 1, 138–140.

9. Насонов Е.Л. Международная декада, посвященная костно-суставным нарушениям 2005–2010 // *РМЖ*. – 2002. – Т. 10. – С. 22.

Nasonov EL. (2002). International Decade on bone and joint disorders 2005–2010 [Mezhdunarodnaya dekada, posvyashchennaya kostno-sustavnym narusheniyam 2005–2010]. *Russkiy meditsinskiy zhurnal*, 10, 22.

10. Насонова В.А., Фоломеева О.М. Медико-социальное значение XIII класса болезней для населения России // *Научно-практическая ревматология*. – 2000. – № 1. – С. 7–11.

Nasonova VA, Folomeyeva OM. (2000). Medico-social significance of XIII class of diseases for the population of Russia [Mediko-sotsial'noe znachenie XIII klassa bolezney dlya naseleniya Rossii]. *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*, (1), 7–11.

11. Подчалимова В.В. Распространённость и некоторые патогенетические аспекты деформирующего остеоартроза // *Ревматология*. – 1982. – № 1. – С. 5–7.

Podchalimova VV. (1982). The prevalence and some pathogenetic aspects of deforming osteoarthritis [Rasprostranennost' i nekotorye patogeneticheskie aspekty deformiruyushchego osteoartroza]. *Revmatologiya*, (1), 5–7.

12. Попелянский Я.Ю. Болезни периферической нервной системы. – М.: Медицина, 1989. – 314 с.

Popelyanskiy YaYu. (1989). Diseases of the peripheral nervous system [Bolezni perifericheskoy nervnoy sistemy]. Moskva, 314 p.

13. Саковец Т.Г., Богданов Э.И., Алтунбаев Р.А. Клинические особенности болевых проявлений при остеоартрозе // *Российский журнал боли*. – 2014. – № 1 (42). – С. 26–27.

Sakovets TG, Bogdanov EI, Altunbayev RA. (2014). Clinical features of pain manifestations in osteoarthritis [Klinicheskie osobennosti bolevykh proyavleniy pri osteoartroze]. *Rossiyskiy zhurnal boli*, 1 (142), 26–27.

#### Сведения об авторах Information about the authors

**Верхозина Татьяна Константиновна** – кандидат медицинских наук, заведующая отделением функциональных методов диагностики и лечения, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; доцент кафедры рефлексотерапии и косметологии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ



ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1; тел. (3952) 29-03-81; e-mail: iscst@mail.ru) ● <http://orcid.org/0000-0003-3136-5005>  
**Verkhovzina Tatiana Konstantinovna** – Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Functional Diagnostics and Treatment, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology; Associate Professor at the Department of Reflexotherapy and Cosmetology, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education (664003, Irkutsk, ul. Bortsov Revolyutsii, 1; tel. (3952) 29-03-81; e-mail: iscst@mail.ru) ● <http://orcid.org/0000-0003-3136-5005>

**Ипполитова Елена Геннадьевна** – научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» ● <http://orcid.org/0000-0001-7292-2061>

**Ippolitova Elena Gennadievna** – Research Officer at the Clinical Research Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology ● <http://orcid.org/0000-0001-7292-2061>

**Арсентьева Наталия Ивановна** – кандидат биологических наук, доцент

**Arsentieva Nataliya Ivanovna** – Candidate of Biological Sciences, Docent

**Цысляк Елена Сергеевна** – научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» ● <http://orcid.org/0000-0002-5240-6454>

**Tsyslyak Elena Sergeevna** – Research Officer at the Clinical Research Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology ● <http://orcid.org/0000-0002-5240-6454>