

ГИПЕРБАРИЧЕСКАЯ ОКСИГЕНАЦИЯ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У БОЛЬНЫХ С ЛЮМБАЛЬНЫМ СТЕНОЗОМ

Гринь А.А.^{1,2}, Никитин А.С.², Левина О.А.¹, Мартинюкас Н.В.¹, Алейникова И.Б.¹, Синкин М.В.¹

¹ ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», Москва

² Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва

Цель. Оценить эффективность гипербарической оксигенации (ГБО) в раннем послеоперационном периоде у пациентов с поясничным дегенеративным стенозом позвоночного канала.

Материал и методы. Проведено исследование результатов лечения 20 больных с поясничным дегенеративным стенозом позвоночного канала. У всех пациентов клинические проявления заболевания были только в виде нейрогенной перемежающейся хромоты в одной или в обеих нижних конечностях. Наличие радикулярной симптоматики в покое в положении лежа было критерием исключения из исследования. Критериями исключения из исследования также явились сахарный диабет, любая сопутствующая патология нервной системы и операции на позвоночнике в анамнезе. Всем пациентам до операции выполнили электронейромиографию нижних конечностей. Хирургическое лечение заключалось в декомпрессии позвоночного канала на уровне стеноза, в большинстве случаев дополненной стабилизацией. После операции пациенты были разделены на две группы. Группу I составили 10 пациентов, которым в раннем послеоперационном периоде проводили стандартное консервативное лечение (антибактериальная и анальгетическая терапия, лечебная физкультура, физиотерапия). Через 8 сут после операции больным повторяли электронейромиографию. Группу II составили 10 пациентов, которым стандартное лечение дополнили 8 сеансами ГБО с первого дня после операции. После окончания сеансов ГБО (то есть через 8 сут после операции) больным повторяли электронейромиографию. Больных разных групп сравнили друг с другом по выраженности нейрогенной перемежающейся хромоты до операции и через 8 сут после операции. Выраженность нейрогенной хромоты определяли, оценивая дистанцию ходьбы и выраженность боли в ноге по визуальной аналоговой шкале (ВАШ). Данные электронейромиографии до операции и через 8 сут после операции также сравнили между больными разных групп. При электронейромиографии исследовали смешанные общие малоберцовые нервы, моторные большеберцовые нервы, сенсорные икроножные нервы. Оценивали параметры М- или S-ответов (латентный период, амплитуду), скорость распространения возбуждения по нерву (СРВ) и показатели F-волн (рекрутирование, диапазон амплитуд, диапазон латентностей, F/M соотношение).

Результаты. Среднее значение интенсивности болевого синдрома до проведения операции у больных группы I составило $5,2 \pm 1,7$ балла по ВАШ, у больных группы II — $5,4 \pm 1,9$ балла. Среднее значение дистанции ходьбы до проведения операции у больных группы I составило 370 ± 330 м, в группе II — 340 ± 310 м. После операции среднее значение интенсивности болевого синдрома у больных группы I составило $1,8 \pm 0,7$ балла по ВАШ, у больных группы II — $1,3 \pm 1,4$ балла, дистанция ходьбы составила 620 ± 310 м и 610 ± 340 м соответственно. При анализе динамики данных ЭНМГ значимой разницы у больных разных групп отмечено не было.

Заключение. У больных с дегенеративным люмбальным стенозом проведение гипербарической оксигенации в раннем послеоперационном периоде улучшает клиническую картину, ускоряет реабилитацию пациентов, однако не улучшает электронейромиографическую картину.

Ключевые слова: гипербарическая оксигенация, люмбальный стеноз, электронейромиография

Objective. To estimate of efficacy of hyperbaric oxygenation in early postoperative period in patients with lumbar degenerative stenosis.

Material and methods. The analysis of treatment outcomes of 20 patients with degenerative lumbar stenosis was conducted. All patients had only neurogenic intermittent claudication in one or both legs as clinical signs of disease. The presence of radicular symptoms at rest and in prone position was the exclusion criteria as well as diabetes mellitus, any concomitant pathology of nervous system and previous spinal operations. The electroneuromyography (ENMG) of lower extremities was performed before operation for all patients. Surgical treatment included decompression of vertebral canal at the level of stenosis with the following stabilization in most of cases. All patients were divided in 2 groups after operation and repeated ENMG was performed in 8 days after operation: I group — 10 patients with routine postoperative conservative treatment (antibiotic and analgesic therapy, medical gymnastics, physiotherapy); II group — 10 patients who underwent routine treatment with combination of 8 sessions of hyperbaric oxygenation (HBO) starting from 1st postoperative day. Patients of both groups were compared according to intensity of neurogenic intermittent claudication before operation and in 8 days after operation estimating the walking distance and pain intensity in leg using Visual Analog Scale (VAS). ENMG data before and in 8 days after operation were also compared. The following nerves were estimated during ENMG: mixed common peroneal nerves, motor tibial nerves and sensory sural nerves. The parameters of M- or S — response (latent time, amplitude), nerve conduction velocity (NCV) and parameters of F-waves (recruitment, amplitude range, latency diapason, F/M correlation) were estimated.

Results. The mean value of pain intensity before operation was $5,2 \pm 1,7$ scores according to VAS in patients of I group and $5,4 \pm 1,9$ scores — in patients of II group. The mean walking distance before operation was

370±330 m in I group and 340±310m — in II group. Postoperatively the mean value of pain intensity was 1,8±0,7 scores according to VAS in I group and 1,3±1,4 scores in II group, walking distance — 620±310 m and 610±340 m correspondingly. There were no significant difference in parameters of ENMG in both groups.

Conclusion. The HBO conduction in patients with degenerative lumbar stenosis in early postoperative period improves the clinical signs and fastening the rehabilitation however it does not improve the ENMG parameters.

Key words: hyperbaric oxygenation, lumbar stenosis

Остеохондроз пояснично-крестцового отдела позвоночника является одним из наиболее распространенных хронических заболеваний. Одной из форм остеохондроза позвоночника является дегенеративный стеноз позвоночного канала (ПК). По данным К. Otani и соавт., общая встречаемость симптомного поясничного стеноза позвоночного канала в популяции составляет около 5% среди пациентов до 50 лет и около 10-15% среди пациентов в возрасте 50-70 лет [16]. По анатомической локализации стеноз позвоночного канала разделяют на центральный и латеральный, наиболее часто встречается сочетание обоих форм.

Классическим синдромом поясничного стеноза является нейрогенная перемежающаяся хромота (НПХ) — радикулярная симптоматика, возникающая при ходьбе. В покое такой пациент может не предъявлять никаких жалоб, однако при ходьбе появляются жалобы на корешковую боль, которая может также сопровождаться нарушением чувствительности и снижением силы в ногах. Редко встречается безболевая форма НПХ, когда при ходьбе возникает только нарушение чувствительности и/или слабость в ногах. При центральном стенозе НПХ имеет двустороннюю локализацию, при одностороннем латеральном стенозе ПК — одностороннюю. Симптомы НПХ в настоящее время объясняются следующим механизмом. Ходьба вызывает функциональное увеличение кровоснабжения корешков конского хвоста. В результате увеличивается кровенаполнение эпидуральных вен, отток крови по которым затруднен на фоне стеноза. Следствием повышенного венозного давления является замедление крови и в капиллярном русле. Это, в свою очередь, ведет к снижению артериального притока и развитию транзиторной ишемии корешков конского хвоста. Еще одним возможным фактором является непосредственно компрессия корешков расширенными эпидуральными венами, которые еще больше увеличиваются во время ходьбы.

Стандартной методикой оценки состояния ПК является магнитно-резонансная томография (МРТ), проведение функциональной рентгенографии позволяет оценить стабильность пораженного сегмента позвоночника. Инструментально косвенно оценить функциональное состояние корешков конского хвоста, в настоящее время, возможно только с помощью электронейромиографии (ЭНМГ) [1—3, 5, 24, 27]. Установлено, что изменения, регистрируемые при ЭНМГ у больных с люмбальным стенозом, возникают раньше, чем появляются клинические признаки поражения ко-

решков [12]. Нейрохирург или невролог, направляющие пациента на ЭНМГ, зачастую рассчитывают получить ответ, чем обусловлен неврологический дефицит (радикулопатией или более дистальным поражением, например, поражением периферического нерва вследствие туннельного синдрома). Однако ЭНМГ может дать только ориентировочную информацию. Так, по данным Berger A. и соавт. (1999), снижение (ухудшение) параметров М-ответа (увеличение латентности на фоне снижения его амплитуды и СРВ), при радикулопатии характерно в 36% наблюдений, а для нейропатии — в 75% [9]. ЭНМГ не является стандартной методикой обследования больных с люмбальным стенозом и НПХ. В настоящее время в базах данных научных публикаций имеется лишь несколько десятков работ, посвященных оценке применения ЭНМГ у данной категории больных.

Еще в 80-х годах прошлого века было выявлено, что более чем у 80% больных с люмбальным стенозом и НПХ при ЭНМГ выявляется двустороннее множественное поражение нервов, сформированных корешками конского хвоста [14]. Эти данные были неоднократно подтверждены последующими исследованиями, а все авторы отмечают что ЭНМГ-картина у больных с люмбальным стенозом напоминает полинейропатию нижних конечностей [12, 13, 18, 25]. Ряд авторов сообщают о корреляции данных ЭНМГ с размерами позвоночного канала по данным МРТ у пациентов с люмбальным стенозом [11, 15, 17].

Н. Baramki и соавт. (1999) пациентам с люмбальным стенозом ($n=30$) выполняли электронейромиографию в покое и через 15 мин после ходьбы [8]. У всех пациентов была НПХ, а у 10 больных корешковая симптоматика присутствовала и в покое. У больных с изолированной НПХ при контрольном исследовании авторы не выявили динамики ЭНМГ. У больных с НПХ и корешковой симптоматикой в покое при контрольной ЭНМГ авторы отметили увеличение времени проведения по глубокому малоберцовому и большеберцовому нервам на 2 мс.

В. Adamova и соавт. (2005) проводили динамическое исследование ЭНМГ пациентам с симптомным люмбальным стенозом ($n=36$), больным с диабетической полинейропатией ($n=28$) и здоровым добровольцам ($n=32$) [6]. У всех пациентов оценивали Н-рефлекс с камбаловидной мышцы (латентность и амплитуду), F-волны по большеберцовым нервам (латентность, хронодисперсию), моторные вызванные ответы в musculus abductor hallucis. Исследование проводили в покое и че-

рез 15 мин ходьбы. Авторы выявили, что ЭНМГ, выполненная после нагрузочной пробы, статистически значимо показала изменения лишь минимальной латентности F-волны, причем только у пациентов с люмбальным стенозом (в среднем увеличение на 0,5 мс).

Senosak O. и соавт. выполняли пациентам магнитную стимуляцию койлом на уровне L1-L2 и на уровне L5-S1, в каждом случае регистрировали ВМО с мышц, иннервируемых соответствующими корешками [20]. Авторы определяли разницу во времени проведения сигнала между разными уровнями. У здоровых добровольцев она составила $1,97 \pm 0,67$ мс, а у пациентов с люмбальным стенозом — $3,57 \pm 2,22$ мс.

При неэффективности консервативного лечения у больных с люмбальным стенозом проводят декомпрессивное вмешательство, направленное на освобождение компримированных корешков конского хвоста. При необходимости операцию дополняют стабилизацией позвоночного сегмента.

После операции пациенту требуется продолжение консервативного лечения, направленного на восстановление поврежденных на фоне стеноза корешков конского хвоста (витамины группы В, препараты, улучшающие проводимость нервов, сосудистая терапия и т.д.). Одним из перспективных методов послеоперационного лечения данной категории пациентов является гипербарическая оксигенация. Гипербарическая оксигенация (ГБО) — метод применения кислорода под высоким давлением в лечебных целях. Проводят ГБО в специальных барокамерах. Повышение содержания кислорода в тканях приводит к системному увеличению анаболизма, улучшению общей трофики. В эксперименте доказано, что проведение ГБО после оперативных вмешательств ускоряет заживление ран и формирование спондилодеза с использованием костных аутоотрансплантатов [10, 18, 26]. Использование ГБО уменьшает апоптоз в поврежденных тканях. При травме нервной системы применение ГБО снижает выраженность вторичного нейронального повреждения [23]. Несмотря на большое количество положительных экспериментальных работ, в настоящее время только одно сравнительное клиническое исследование показало улучшение функционального исхода при применении ГБО у пациентов с осложненной спинальной травмой [7]. Метод ГБО в то же время при избыточном применении может вызывать обратный эффект за счет образования свободных радикалов кислорода, обладающих нейротоксичным эффектом. В экспериментальной работе D. Torbati и соавт. (1992) было показано значительное увеличение свободных радикалов в головном мозге у крыс, которым проводили ГБО под давлением 5 атмосфер чистым кислородом в течение 30 мин [22].

В доступной литературе находится только одно исследование, посвященное применению ГБО у больных с люмбальным стенозом. M. Suzuki и соавт. (2014) использовали ГБО в консервативном лечении пациентов с симптомным люмбальным

стенозом [21]. Авторы отметили снижение болевого синдрома и увеличение дистанции ходьбы у пациентов, которым проводили ГБО. В своем исследовании авторы не отметили улучшения у пациентов, которым ГБО не проводили. Положительные результаты у больных, которым проводили ГБО, сохранялись и при повторной оценке через 3 мес после лечения.

Целью нашего исследования явилась оценка эффективности гипербарической оксигенации в раннем послеоперационном периоде у пациентов с поясничным дегенеративным стенозом позвоночного канала.

Материал и методы

Проведено проспективное исследование течения заболевания у 20 пациентов со стенозом позвоночного канала на поясничном уровне. Пациенты находились на лечении в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского или в КМЦ МГМСУ им. А.И. Евдокимова в период с 01.10.2015 по 01.04.2017. Больные были в возрасте от 38 до 81 года, средний возраст составил $61 \pm 9,4$ года. Мужчин было 7, женщин — 13. Критерием включения в исследование являлось наличие стеноза позвоночного канала на поясничном уровне, подтвержденного данными МРТ. Критерием включения также являлось наличие в клинической картине заболевания изолированной НПХ — появление при ходьбе корешковой симптоматики в одной или обеих нижних конечностях. Наличие корешковой симптоматики (в том числе боли) в положении лежа, в покое, было исключением из исследования. Критериями исключения из исследования также явились сахарный диабет, любая сопутствующая патология нервной системы и операции на позвоночнике в анамнезе. У всех пациентов провели оценку выраженности болевого синдрома при ходьбе в ноге по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), а также дистанцию непрерывной ходьбы. Дистанцией непрерывной ходьбы считали расстояние, которое пациент может пройти без остановки (остановка связана с нарастанием болевого синдрома). У части пациентов отмечена нейрогенная хромота в одной конечности, а у части пациентов — в обеих. Поэтому в случае двусторонней симптоматики оценивали одну наиболее симптомную сторону (где боль была более интенсивная). У всех пациентов боль в ноге (ногах) при ходьбе была основным симптомом, боль в поясничной области или отсутствовала, или была невыраженной (не более 3 баллов по ВАШ).

Всем пациентам провели хирургическое лечение — декомпрессию зоны стеноза, у 16 больных дополненную стабилизацией оперируемого сегмента позвоночника. До операции все пациенты в течение нескольких месяцев получали консервативное лечение (нестероидные противовоспалительные средства, сосудистая терапия, физиотерапия, массаж), которое оказалось неэффективным.

Всем пациентам до операции провели ЭНМГ. Исследование выполняли на аппарате Keypoint G4 производства «Dantec» (Дания), в положении больного лежа на кушетке на боку или на спине. Методом стимуляционной ЭНМГ исследовали моторные ответы *musculus extensor digitorum brevis* (EDB, иннервация — общий малоберцовый нерв, корешки L5, S1) и *musculus abductor hallucis* (АН, иннервация — большеберцовый нерв, корешки S1, S2) и сенсорные ответы с *nervus suralis* (корешок S1). Оценивали параметры М-ответа (СРВ, амплитуда, резидуальная латентность). Проксимальные отделы общего малоберцового и большеберцового нервов оценивали методом F-волн.

После операции пациенты были разделены на две группы. Группу I составили 10 пациентов, которым в раннем послеоперационном периоде проводили стандартное консервативное лечение (антибактериальная, анальгетическая терапия), лечебная физкультура, физиолечение. Группу II составили 10 пациентов, которым стандартное лечение дополнили 8 сеансами ГБО с первого дня после операции. ГБО проводили в одноместных барокамерах типа БЛКС-307М и БЛКС-303М (Россия) при режиме 1,6—2,0 АТА (абсолютных атмосфер) в течение 40 мин.

Через 8 сут после операции всем больным фиксировали значение выраженности болевого синдрома при ходьбе в ноге по ВАШ, определяли дистанцию ходьбы и повторно проводили ЭНМГ. Пациентов обеих групп сравнили друг с другом по средним значениям болевого синдрома и дистанции ходьбы до и после операции. Пациентов обеих групп также сравнили по средним значениям данных ЭНМГ до и после операции. В случае двусторонней симптоматики при сравнении данных использовали показатели ЭНМГ с наиболее симптомной стороны (где боль была более интенсивная).

Результаты исследования и их обсуждение

Пациенты обеих групп оказались сопоставимы друг с другом по полу, возрасту и клиническим проявлениям заболевания. Средний возраст больных группы I составил 60 ± 7 лет, а больных группы II — 62 ± 11 лет. Среднее значение интенсивности болевого синдрома до проведения операции у больных группы I составило $5,2 \pm 1,7$ балла по ВАШ, у больных группы II — $5,4 \pm 1,9$ балла. Среднее значение дистанции ходьбы до проведения операции у больных группы I составило 370 ± 330 м, в группе II — 340 ± 310 м. Ни у одного больного обеих групп за время госпитализации не отмечено каких-либо осложнений, связанных и не связанных с лечением. После операции среднее значение интенсивности болевого синдрома у больных группы I составило $1,8 \pm 0,7$ балла по ВАШ, у больных группы II — $1,3 \pm 1,4$ балла, дистанция ходьбы была 620 ± 310 м и 610 ± 340 м соответственно. Таким образом, у больных группы II отмечен более выраженный

регресс нейрогенной перемежающейся хромоты. Динамика болевого синдрома и дистанции безболевого ходьбы у больных представлена в табл. 1. Шесть (60%) больных группы II сразу после сеанса ГБО, субъективно отмечали уменьшение боли в ноге и «увеличение силы в ногах». Четыре (40%) пациента группы II субъективно никакого улучшения после сеанса ГБО не отмечали.

Таблица 1 / Table 1

Динамика средних значений болевого синдрома и дистанции безболевого ходьбы после операции / Dynamics of mean values of pain syndrome and painless walking distance after operation

Сроки	Среднее значение боли в нижней конечности по ВАШ, баллы		Средняя дистанция ходьбы, м	
	группа I (без ГБО)	группа II (с ГБО)	группа I (без ГБО)	группа II (с ГБО)
До операции	5,2	5,4	370	340
Через 8 сут после операции	1,8	1,3	620	610

Динамика средних значений данных ЭНМГ после операции представлена в табл. 2. При анализе динамики данных ЭНМГ не было отмечено значимой разницы средних значений у больных разных групп.

В наше исследование были включены пациенты с люмбалным стенозом, у которых заболевание проявлялось только НПХ. Поскольку симптомы имели только функциональный характер (отсутствовали в покое), мы предполагали отсутствие структурных изменений в нервных корешках. Однако данное предположение было опровергнуто данными уже предоперационной ЭНМГ. Это еще раз подтвердило положение о том, что изменения на ЭНМГ верифицируются раньше, чем появляются клинические симптомы у больных с люмбалным стенозом. В приведенном исследовании мы не останавливались на описании хирургических моментов (вид операции, тип имплантата, количество уровней), а акцентировали внимание на динамике симптомов и ЭНМГ после операции и оценивали влияние ГБО на эту динамику. Выраженная клиническая положительная динамика у всех больных после операции значимо не коррелировала с динамикой данных ЭНМГ. В доступной литературе нам не удалось найти аналогичные работы о динамике данных ЭНМГ после операции.

В наше исследование мы не включили анализ динамики боли в поясничной области, у всех больных до операции она отсутствовала или была не выражена. Как известно, боль в поясничной области имеет «ортопедический» генез, а боль в ноге «неврогенный». В данном исследовании мы анализировали динамику симптомов поражения именно невралных структур и ЭНМГ-картины.

После операции мы постепенно активизируем пациентов. На следующий день после операции рекомендуем ходить за весь день не более 30 мин, еще через день — 45 мин, еще через день — 1 ч

Динамика средних значений данных ЭНМГ после операции / Dynamics of mean values of electroneuromyography (ENMG) after operation

Исследуемые параметры		Среднее значение до операции		Среднее значение после операции		Динамика среднего значения	
		группа I	группа II	группа I	группа II	группа I	группа II
EDB-1	лат., мс	3,85	2,55	3,46	3,97		
	амп., мВ	3,82	4,38	3,13	4,15		
EDB-2	амп., мВ	3,32	4,5	2,75	4,1		
	скор., м/с	45,7	38,2	40,5	46	-5,2	7,8
EDB-3	амп., мВ	2,5	5	1,87	4,3		
	скор., м/с	57,5	55,2	59,3	54,8	1,8	-0,4
АН-1	лат., мс	7,8	4,28	3,4	4,01		
	амп., мВ	6,6	11,62	6,5	11,23		
АН-2	амп., мВ	6	7,23	4,82	7,5		
	скор., м/с	45,8	49,2	40,4	42,4	-5,4	-6,8
n.suralis	лат., мс	1,43	2,29	1,02	2,1		
	амп., мВ	3,03	7,19	2,89	7,36		
	скор., м/с	18,92	46,96	26,63	38,33	7,71	-8,63
EDB, F-вол.	амп., мВ	98,3	53,43	89	66,2		
	240-400, мВ	264,7	301,3	481,3	304,8		
	скор., м/с	38	32,4	58,8	47,4	20,8	15
	% рекрутир	27	44	40	55		
АН, F-вол.	F/M лат., мс	41,25	47,63	40,75	42,46		
	амп., мВ	151,7	178,6	152,9	240		
	240-400, мВ	706,4	817,6	735,5	945		
	скор., м/с	45,9	45,21	41,8	46,78	-4,1	1,57
	% рекрутир	80	90	85	97		

EDB-1 — extensor digitorum brevis в области предплюсны, EDB-2 — в области головки м/берцовой кости, EDB-3 — в области подколенной ямки, АН-1 — abductor hallucis в области медиальной лодыжки, АН-2 — в области подколенной ямки), лат., мс — латентность, миллисекунды, амп. мВ — амплитуда, милливольты, скор., м/с — скорость, метр в секунду, F-вол. — F-волна, % рекрутир — процент рекрутирования

и т.д. Отсутствие боли вызывает у пациентов желание активно ходить, но избыточная нагрузка на не привыкшие к такой ходьбе мышцы может спровоцировать мышечную боль. В данном исследовании было выявлено, что проведение ГБО значимо не увеличивало дистанцию ходьбы у пациентов после операции, однако уменьшало болевой синдром, таким образом, ранняя реабилитация у пациентов, получивших ГБО, проходила быстрее. Больше половины пациентов, которым проводили ГБО после сеансов баротерапии, субъективно отмечали уменьшение боли в ноге и «увеличение силы в ногах». Регресс НПХ у больных с люмбальным стенозом после операции может продолжаться несколько месяцев. Ввиду этого мы пока не можем определить влияние ГБО на долгосрочный исход заболевания, данный вопрос требует дальнейшего изучения.

Полученные в настоящем исследовании результаты схожи с результатами нашей предыдущей работы при обследовании больных с дегенеративным шейным стенозом, осложненным миелопатией. Так, было выявлено, что в отсроченном периоде после операции (даже при полном клиническом регрессе неврологического дефицита) нормализации данных ЭНМГ не происходит [4].

Заключение

У больных с дегенеративным люмбальным стенозом проведение гипербарической оксигенации в раннем послеоперационном периоде улучшает клиническую картину, ускоряет реабилитацию пациентов, при этом не улучшая электронейромиографическую картину.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гринь Андрей Анатольевич — доктор медицинских наук, профессор кафедры нейрохирургии и нейрореанимации МГМСУ им. А.И. Евдокимова, заведующий научным отделением неотложной нейрохирургии НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, главный нейрохирург ДЗМ, e-mail: aagreen@yandex.ru

Никитин Андрей Сергеевич — кандидат медицинских наук, заведующий учебной частью кафедры нейрохирургии и нейрореанимации МГМСУ им. А.И. Евдокимова, врач-нейрохирург КМЦ МГМСУ им. А.И. Евдокимова, e-mail: zateya@bk.ru

Левина Ольга Аркадьевна — кандидат медицинских наук, руководитель отделения гипербарической оксигенации НИИ СП им. Н.В. Склифосовского

Мартинюкас Н.В. — врач функциональной диагностики отделения неотложной нейрохирургии НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, e-mail: levshal@yandex.ru

Алейникова Ирина Борисовна — врач функциональной диагностики, нейрохирург отделения неотложной нейрохирургии НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, e-mail: alejnikova_irina@mail.ru

Синкин М.В. — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, невролог, клинический нейрофизиолог высшей категории, руководитель группы клинической нейрофизиологии отделения неотложной нейрохирургии НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, e-mail: mvsinkin@me.com

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

1. Гехт Б.М. Теоретическая и клиническая электромиография. Л.: Наука. — 1990. 230 с. [Gekht B.M. Theoretical and clinical electromyography. L: Science; 1990. 230 p. (in Russian)]
2. Касаткина Л.Ф., Гильванова О.В. Электромиографические методы исследования в диагностике нервно-мышечных заболеваний. Игольчатая электромиография. М.: Медика. 2010. 416 с. [Kasatkina L.F., Gilvanova O.V. Electromyographic methods of investigation in the diagnosis of neuromuscular diseases. Needle electromyography. M.: Medica. 2010. 416 p. (in Russian)]
3. Никитин С.С., Куренков А.Л. Магнитная стимуляция в диагностике и лечении болезней нервной системы. — М.: Сашко. 2003. 85 с. [Nikitin S.S., Kurenkov A.L. Magnetic stimulation in the diagnosis and treatment of diseases of the nervous system. — M: Sashko. 2003. 85 p. (in Russian)]
4. Никитин С.С., Куренков А.Л., Гринь А.А. Информативность транскраниальной магнитной стимуляции у больных с шейной дискогенной миелопатией. Вестник практической неврологии 2003;7:52-53. [Nikitin S.S., Kurenkov A.L., Grin A.A. Informativeness of transcranial magnetic stimulation in patients with cervical discogenic myelopathy. Bulletin of Practical Neurology 2003;7:52-53 (in Russian)]
5. Николаев С.Г. Практикум по клинической электромиографии. Иваново. 2003. 264 с. [Nikolaev S.G. Workshop on clinical electromyography. Ivanovo. 2003. 264 p. (in Russian)]
6. Adamova B., Vohanka S., Dusek L. Dynamic electrophysiological examination in patients with lumbar spinal stenosis: Is it useful in clinical practice? Eur Spine J 2005;14:269—276.

7. Asamoto S., Sugiyama H., Doi H., et al. Hyperbaric oxygen (HBO) therapy for acute traumatic cervical spinal cord injury. Spinal Cord 2000; 38(9):538—540.
8. Baramki H., Steffen T., Schonendorf R., Aebi M. Motor conduction alterations in patients with lumbar spinal stenosis following the onset of neurogenic claudication. Eur Spine J 1999;8:411—416.
9. Berger A., Sharma K., Lipton R. Comparison of motor conduction abnormalities in lumbosacral radiculopathies and axonal polyneuropathy. Muscle Nerve 1999; 22:1053—1057.
10. Chen W., Lai P., Chang C., et al. The effect of hyperbaric oxygen therapy on spinal fusion: using the model of posterolateral intertransverse fusion in rabbits. J Trauma 2002;52(2):333—338.
11. Chiodo A., Haig A., Yamakawa K., et al. Magnetic resonance imaging vs. electrodiagnostic root compromise in lumbar spinal stenosis: a masked controlled study. Am J Phys Med Rehabil 2008;87(10):789—797.
12. Egli D., Hausmann O., Schmid M., et al. Lumbar spinal stenosis: assessment of cauda equina involvement by electrophysiological recordings. J Neurol 2007; 254(6):741—750.
13. Hasankhani E., Omid-Kashani F. Clinical study magnetic resonance imaging versus electrophysiologic tests in clinical diagnosis of lower extremity radicular pain. ISRN Neurosci 2013;952570.
14. Joi-Insson I., Rosen L., Uden A. Neurophysiologic investigation of patients with spinal stenosis. Spine 1987;12(5):483—487.
15. Kuittinen P., Sipola P., Aalto T. et al. Correlation of lateral stenosis in MRI with symptoms, walking capacity and EMG findings in patients with surgically confirmed lateral lumbar spinal canal stenosis. BMC Musculoskeletal Disorders 2014;15:247.
16. Otani K., Kikuchi S., Yabuki S. et al. Lumbar Spinal Stenosis Has a Negative Impact on Quality of Life Compared with Other Comorbidities: An Epidemiological Cross-Sectional Study of 1862 Community-Dwelling Individuals. Scientific World Journal 2013;590652.
17. Plastaras C. Electrodiagnostic challenges in the evaluation of lumbar spinal stenosis. Phys Med Rehabil Clin N Am 2003;14(1):57—69.
18. Sander A., Henrich D., Muth C., et al. In vivo effect of hyperbaric oxygen on wound angiogenesis and epithelialization. Wound Repair Regen 2009;17(2):179—184.
19. Santiago-Pérez S., Nevado-Estívez R., Aguirre-Arribas J., Pérez-Conde M. Neurophysiological monitoring of lumbosacral spinal roots during spinal surgery: continuous intraoperative electromyography (EMG). Electromyogr Clin Neurophysiol 2007; 47(7-8):361—367.
20. Senocak O., Hýrel D., Sener U., et al. Motor conduction time along the cauda equina in patients with lumbar spinal stenosis. Spine (Phila Pa 1976) 2009; 34(13): 1410—1414.
21. Suzuki M., Nakamura J., Eguchi Y. et al. Safety and efficacy of repetitive hyperbaric oxygen therapy in patients with lumbar spinal stenosis: a prospective, open-label case control study. Chiba Medical J 2014;90E:1—5.
22. Torbati D., Church D., Keller J., Pryor W. Free radical generation in the brain precedes hyperbaric oxygen-induced convulsions. Free Radic Biol Med 1992; 13(2):101—106.
23. Wang Y., Li C., Gao C. et al. Effects of hyperbaric oxygen therapy on RAGE and MCP-1 expression in rats with spinal cord injury. Mol Med Rep 2016; 14(6):5619—5625.
24. Weiss D. Spinal cord and nerve root monitoring during surgical treatment of lumbar stenosis. Clin Orthop Relat Res 2001;(384):82—100.
25. Wilbourn A., Aminoff M. AAEM Minimonograph 32: the electrophysiologic examination in patients with radiculopathies. Muscle Nerve 1998;21(12):1612—1631.
26. Wu J., Zhou J., Liao Q. Effect of hyperbaric oxygen therapy on lumbar intertransverse fusion in rabbits. Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban 2009; 34(7):663—666.
27. Ziegler M., Scalco R., Zardo E., et al. Electromyography and nerve conduction studies in patients with lumbar spinal stenosis: is neurophysiological examination an important tool? J Neurol Neurophysiol 2014;5:203.