

Роль транскраниальной магнитной стимуляции в диагностике шейной спондилогенной миелопатии

М.А. Хить, С.С. Никитин, А.О. Гуша

ФГБУ «НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» РАМН;

ФГБУ «НИИ общей патологии и патофизиологии» РАМН;

ФГБУ «Научный центр неврологии» РАМН (Москва)

В работе оценено значение основных параметров транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) при стенозе шейного отдела позвоночного канала, подтвержденном данными МРТ. Обследовано 42 пациента (26 мужчин, 16 женщин, средний возраст $49 \pm 7,4$ лет), в контрольную группу вошли 9 мужчин и 7 женщин (средний возраст $44 \pm 2,1$ лет). Для оценки неврологического статуса использовали шкалу миелопатического синдрома Японской Ортопедической Ассоциации (ЮА). Показано, что наиболее информативными параметрами вызванного моторного ответа (ВМО) на ранней стадии шейной спондилогенной миелопатии, даже при отсутствии изменений на МРТ и нормальном значении времени центрального моторного проведения (ВЦМП), являются длительность и полифазия коркового ВМО. Увеличение ВЦМП наблюдается при протяженном стенозе позвоночного канала. ТМС может рассматриваться как надежный инструмент в оценке функционального состояния субклинической и клинически очевидной компрессии спинного мозга.

Ключевые слова: стеноз позвоночного канала, шейная спондилогенная миелопатия, транскраниальная магнитная стимуляция

Шейная спондилогенная миелопатия (ШСМ) является результатом сдавления спинного мозга дегенеративно измененными структурами позвоночника и проявляется симптоматикой со стороны компримированных пирамидных трактов и задних столбов спинного мозга на соответствующем сегментарном уровне. Современное развитие методов МРТ значительно расширило возможности раннего выявления ШСМ. Однако вариабельные нейровизуализационные изменения не всегда соответствуют степени неврологического дефицита, что затрудняет принятие решения об оперативном лечении. Особые сложности обоснования раннего нейрохирургического вмешательства возникают, когда по данным МРТ еще нет компрессии структур спинного мозга, но уже имеется воздействие на дуральный мешок. В этих ситуациях дополнительное нейрофизиологическое исследование оказывает существенную помощь в оценке состояния пациента.

Наиболее информативным является определение проводящей функции кортикоспинального тракта (КСТ) и параметров вызванных моторных ответов при транскраниальной магнитной стимуляции. ТМС позволяет неинвазивно определить ВЦМП, а также изменения основных параметров ВМО. Выявлена корреляция между дегенеративными изменениями шейного отдела позвоночника и увеличением ВЦМП. Некоторые авторы отдают предпочтение методике ТМС, обладающей большей чувствительностью по сравнению с соматосенсорными вызванными потенциалами, при обследовании пациентов с ШСМ. Нейрофизиологические исследования в ряде случаев позволяют обнаружить субклинические и доклинические функциональные нарушения КСТ. Следует отметить, что в большинстве исследований при ШСМ оценивалось ВЦМП у лиц, имевших только один уровень компрессии, подтвержденный данными МРТ.

Цель работы – оценить информативность основных параметров коркового ВМО и функциональное состояние моторных проводящих путей спинного мозга методом ТМС у больных, направленных на хирургическое лечение по поводу ШСМ и имевших разную выраженность и протяженность дегенеративно-дистрофических изменений по данным МРТ.

Пациенты и методы исследования

Нами обследованы 42 пациента (26 мужчин и 16 женщин, средний возраст $49 \pm 7,4$ лет), направленных на хирургическое лечение в НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко с диагнозом ШСМ. Для объективизации дегенеративно-дистрофических изменений шейного отдела позвоночника всем пациентам было выполнено МРТ-исследование в сагиттальной и аксиальной проекциях в режимах T1, T2, Flair (напряжение магнитного поля не менее 1 Тл).

Функциональное состояние эфферентных моторных путей спинного мозга на шейном уровне оценивалось с помощью ТМС по стандартной методике. При отведении с *m. abductor pollicis* ВЦМП определялось как разница латентностей коркового и сегментарного ВМО. Также измеряли амплитуду, длительность и число фаз коркового ВМО. Регистрацию проводили с обеих сторон на 8-канальном электромиографе Nicolet (фирма Viking Select, США), сопряженного с магнитным стимулятором MagPRO (фирма Medtronic, Дания). Для получения адекватных ВМО во всех случаях использовался стимул переменного магнитного поля 100% от максимального выхода мощности магнитного стимулятора; ВМО регистрировали стандартными накожными электродами с мышц-мишеней кисти.

С целью оценки неврологического статуса в предоперационном периоде использовалась общепринятая балльная

шкала миелопатического синдрома JOA, при которой максимальному числу баллов соответствовало нормальное состояние, а минимальному – наибольшая выраженность неврологического дефицита. В качестве группы контроля по аналогичному протоколу обследованы 16 здоровых испытуемых (9 мужчин и 7 женщин, средний возраст $44 \pm 2,1$ лет).

Для обработки полученных данных применялся пакет статистических программ «Statistica» с использованием непараметрических методов: U – критерий Манна-Уитни, T – критерий Вилкоксона и коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Результаты и обсуждение

MPT-исследование шейного отдела выявило наличие одного уровня компрессии спинного мозга у 26 пациентов (C5–C6), двух уровней – у 6 (C5–C7 – 2 случая и C4–C6 – 4), а 10 пациентов имели три и более уровней компрессии (C4–C7 – 6 случаев и C3–C7 – 4).

Нейрофизиологическое обследование выявило нормальные показатели ВЦМП с обеих сторон у 8 пациентов и его увеличение у 34 пациентов, при этом в двух случаях отклонение от нормы выявлено только с одной стороны. Это потребовало сопоставления данных нейровизуализации с результатами нейрофизиологического исследования (табл. 1). Проведенное сопоставление показало, что 7 чел. с нормальными значениями ВЦМП с обеих сторон имели один уровень компрессии (C5–C6), и только в одном случае при норме ВЦМП имели место два уровня компрессии (C4–C6).

У 13 пациентов ВЦМП было увеличено при одном уровне компрессии. При компрессии на двух, трех и более уровнях ВЦМП было увеличено у 21 чел. Особый интерес представляют пациенты, у которых при наличии очевидных признаков сужения спинно-мозгового канала по данным МРТ не выявлялось увеличение ВЦМП (табл. 1). Индивидуальный анализ показал, что во всех случаях с нормальными значениями ВЦМП компрессия проявлялась воздействием на дуральный мешок и не распространялась на структуры спинного мозга (рис. 1). ТМС-исследование показало, что в этих случаях, независимо от нормальных значений ВЦМП, имеются изменения других нейрофизиологических параметров. Оказалось, что чаще всего изменениям подвержена длительность коркового ВМО и, в несколько меньшей степени, амплитуда. Так, увеличение временной дис-

персии отмечено в 71% при одном уровне компрессии и достигает 100% при двух и более уровнях компрессии. Амплитуда коркового ВМО у тех же пациентов снижается в 64% случаев при одном уровне поражения и в 100% при двух уровнях поражения. Изменения формы ответа (псевдополифазия и полифазия) у лиц с нормальным ВЦМП с одним уровнем поражения встречались в 35% случаев и у всех пациентов с двумя уровнями компрессии. Таким образом, самым ранним нейрофизиологическим признаком ШСМ является временная дисперсия коркового ВМО, которая определяется неравномерным вовлечением отдельных аксонов КСТ на уровне сужения спинно-мозгового канала. Меньшее число случаев со сниженной амплитудой коркового ВМО при нормальном ВЦМП, вероятно, связано с тем, что необратимое повреждение или полный блок проведения и, соответственно, падение амплитуды встречается на более поздних этапах развития ШСМ. Об этом свидетельствует равная представленность изменений длительности и снижения амплитуды коркового ВМО у пациентов, имеющих один или более уровней компрессии, при обязательном увеличении ВЦМП. У этих же пациентов по сравнению с больными, имеющими нормальные показатели ВЦМП, отмечается увеличение полифазии до 54–86% случаев (табл. 1).

Сравнительный анализ протяженности компрессии спинного мозга и степени дисфункции КСТ, проявляющейся увеличением ВЦМП, выявил статистически значимые различия по критерию Манна–Уитни между группами пациентов, имеющих один, два и более двух уровней компрессии (1-я и 2-я группы: $U=65,4$, $p=0,002$; 1-я и 3-я группы:

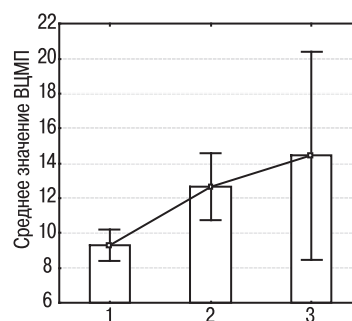


рис. 1: Среднее значение ВЦМП в зависимости от протяженности компрессии спинного мозга.

1 – один уровень компрессии, 2 – два уровня компрессии, 3 – три и более уровней компрессии.

таблица 1: Взаимосвязь протяженности компрессии спинного мозга и параметров ТМС у пациентов с ШСМ.

Уровни ком- прес- сии	ВЦМП в норме, n =16 (%)							ВЦМП увеличено, n =68 (%)								Контроль, n =32 (%)							
	ВЦМП	Корковый ВМО						ВЦМП	Корковый ВМО						ВЦМП	Корковый ВМО							
		Амп		Длит		Полифазия			Амп		Длит		Полифазия			Амп		Длит		Полифазия			
		N	N	<N	N	>N	нет	да	N	>N	N	<N	N	>N	нет	да	N	N	<N	N	>N	нет	да
Нет	–	–	–	–	–	–	–	0	0	0	0	0	0	0	0	32 (100)	32 (100)	0	32 (100)	0	32 (100)	0	
1	14 (100)	5 (35)	9 (64)	4 (28)	10 (71)	9 (64)	5 (35)	2 (7)	26 (93)	2 (5)	35 (95)	10 (27)	27 (72)	17 (45)	20 (54)	–	–	–	–	–	–	–	
2	2 (100)	0	2 (100)	0	2 (10)	0	2 (100)	0 (0)	10 (100)	2 (20)	8 (80)	2 (20)	8 (80)	3 (30)	7 (70)	–	–	–	–	–	–	–	
≥3	–	–	–	–	–	–	–	0	30 (100)	0 (0)	30 (100)	2 (6)	28 (93)	4 (12)	26 (86)	–	–	–	–	–	–	–	

Примечание: приведены данные при исследовании правой и левой стороны, т.е. два исследования для каждого пациента: n – число исследований; N – норма; Амп – амплитуда; Длит – длительность.

таблица 2: Средние значения параметров ТМС у пациентов с ШСМ в зависимости от тяжести заболевания.

Степень ШСМ	Балл по шкале JOA	Длительность коркового ВМО, мс		Амплитуда коркового ВМО, мВ		ВЦМП, мс	
		D	S	D	S	D	S
Тяжелая	6-9	16,3±9,5	15,7±8,9	0,5±0,4	0,3±0,3	13,3±3,4	15,8±5,1
Умеренная	10-12	15,2±8,9	14,1±8,1	1,2±0,9	0,7±0,7	11,8±4,1	13,4±5,5
Легкая	13-16	9,9±4,1	9,2±3,7	1,9±1,6	1,9±1,6	8,8±2,0	9,5±2,0

$U=24,5$, $p=0,03$). Таким образом, чем протяженнее компрессия, тем более пролонгировано ВЦМП (рис. 1).

В зависимости от тяжести миелопатии по шкале JOA были выделены три группы: пациенты с тяжелой ШСМ (6–9 баллов) – 7 чел.; пациенты с умеренной ШСМ (10–12 баллов) – 15 чел. и пациенты с легкой миелопатией (13–16 баллов) – 20 чел. Средние значения основных анализируемых ТМС-параметров, характеризующих функциональное состояние КСТ в зависимости от рассматриваемой тяжести миелопатии, представлены в табл. 2. Как видно из таблицы, имеется обратная зависимость между степенью тяжести миелопатии по шкале JOA, длительностью коркового ВМО и ВЦМП и прямая зависимость между тяжестью миелопатии и амплитудой коркового ВМО. Был проведен корреляционный анализ между степенью тяжести миелопатии и вышеперечисленными параметрами функционального состояния КСТ. Ранговый корреляционный анализ Спирмена выявил статистически значимую и сильную обратную зависимость между значением ВЦМП и степенью тяжести миелопатии, определяемой по шкале JOA ($R=0,62$, $p<0,05$). Таким образом, чем тяжелее степень миелопатии, тем больше увеличивается ВЦМП (рис. 2).

Результаты проведенного исследования показывают, что у пациентов с ШСМ при проведении ТМС выявляются нейрофизиологические изменения всех основных анализируемых параметров. На основании полученных данных можно предположить определенную закономерность развития

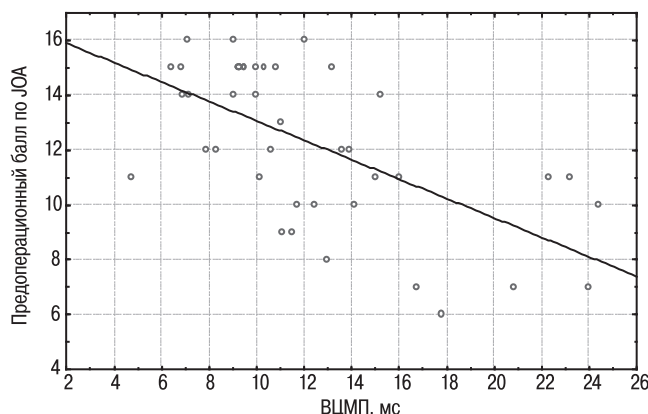


рис. 2: Степень изменения ВЦМП и тяжесть миелопатии по шкале JOA.

выявленных изменений. Так, в первую очередь на ранних этапах ШСМ, когда ВЦМП может быть в пределах границ нормы, отмечается увеличение общей длительности коркового ВМО. Дисперсия коркового ВМО свидетельствует о неравномерном поражении и, как следствие, нарушении проведения по отдельным аксонам КСТ. Дисперсия ответа и отсутствие блока проведения определяют падение амплитуды коркового ВМО, а также изменение его формы с появлением псевдополифазных и полифазных потенциалов (5 и более фаз). При увеличении протяженности компрессии отмечается падение проводящей способности КСТ, проявляющееся увеличением ВЦМП и коррелирующее как со степенью, так и протяженностью компрессии.

ТМС может быть рекомендована для выявления ранних функциональных нарушений КСТ и оправдывает необходимость консультации нейрохирурга при подозрении на ШСМ независимо от степени компрессии и ее протяженности. Для решения вопроса о выборе момента оперативного вмешательства необходимо проведение дополнительных исследований с оценкой динамики анализируемых ТМС-параметров у пациентов с минимальными проявлениями сужения спинно-мозгового канала на шейном уровне без очевидных признаков воздействия на структуры спинного мозга.

Список литературы

1. Гуца А.О. Диагностика и хирургическое лечение дегенеративных компрессионных синдромов на уровне шейного отдела позвоночника. Дис. ... докт. мед. наук. М., 2007.
2. Никитин С.С., Куренков А.Л. Методические основы транскраниальной магнитной стимуляции в неврологии и психиатрии. Руководство для врачей. М., 2006.
3. Никитин С.С., Куренков А.Л. Транскраниальная магнитная стимуляция в диагностике и лечении болезней нервной системы. М.: САШКО, 2003.
4. Baptiste D.C., Fehlings M.G. Pathophysiology of cervical myelopathy. Spine J. 2006; 6 (Suppl.): 190S–197S.
5. Kaneko K., Taguchi T., Morita H. et al. Mechanism of prolonged central motor conduction time in compressive cervical myelopathy. Clin Neurophysiol. 2001; 112: 1035–1040.
6. Kurokawa R., Murata H., Ogino M. et al. Altered blood flow distribution in the rat spinal cord under chronic compression. Spine 2011; 36: 1006–1009.

7. Lo Y.L. How has electrophysiology changed the management of cervical spondylotic myelopathy? Eur. J. Neurol. 2008; 15: 781–786.
8. Lo Y.L., Chan L.L., Lim W. et al. Systematic correlation of transcranial magnetic stimulation and magnetic resonance imaging in cervical spondylotic myelopathy. Spine 2004; 29: 1137–1145.
9. Nakanishi K., Tanaka N., Fujiwara Y. et al. Corticospinal tract conduction block results in the prolongation of central motor conduction time in compressive cervical myelopathy. Clin. Neurophysiol. 2006; 117: 623–627.
10. Restuccia D., Valeriani M., Di Lazzaro V. et al. Somatosensory evoked potentials after multisegmental upper limb stimulation in diagnosis of cervical spondylotic myelopathy. J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry 1994; 57: 301–308.

Role of transcranial magnetic stimulation in cervical spondilotic myelopathy

M.A. Hit', S.S. Nikitin, A.O. Gushcha

*N.N. Burdenko Institute of Neurosurgery, Russian Academy of Medical Sciences;
Institute of General Pathology and Pathophysiology, Russian Academy of Medical Sciences;
Research Center of Neurology, Russian Academy of Medical Sciences (Moscow)*

Key words: cervical spine stenosis, cervical spondylotic myelopathy, transcranial magnetic stimulation

In the present paper, the significance of main parameters of transcranial magnetic stimulation (TMS) in cervical spine stenosis (CSS) confirmed by MRI was assessed. Forty two patients (26 men and 16 women, mean age 49 ± 7.4 years) and a control group comprising 9 men and 7 women (mean age 44 ± 2.1 years) were examined. The Japanese Orthopaedic Association (JOA) score was used for neurological assessment. It was shown that the

duration and polyphasy of MEP were the most informative parameters on the early stage of CSS, even in the absence of MRI changes and in normal values of the central motor conduction time (CMCT). Increase of CMCT was seen in extended SCS. TMS may be regarded as a valuable tool in the assessment of functional state of subclinical and clinically evident cervical spondylotic myelopathy.

Контактный адрес: Гуца Артем Олегович — докт. мед. наук, зав. IV нейрохирургическим отд. ФГБУ «НЦН» РАМН. 125367 Москва, Волоколамское ш., д. 80. Тел.: +7 (495) 490-21-19; e-mail: in-4ns@yandex.ru;

Хить М.А. — науч. сотр. лаб. нейрофизиологии ФГБУ «НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» РАМН;

Никитин С.С. — гл. науч. сотр. лаб. нейрофизиологии ФГБУ «НИИ общей патологии и патофизиологии» РАМН.