

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ИПСИЛАТЕРАЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ОТВЕТОВ ПРИ ПРАВОПОЛУШАРНОМ И ЛЕВОПОЛУШАРНОМ ИНСУЛЬТЕ.**

*Екушева Е.В.*

Первый Московский Государственный Медицинский Университет им. И.М. Сеченова.

Отдел патологии вегетативной нервной системы НИЦ, Москва, Россия

*ekushevaev@mail.ru*

Церебральный инсульт является серьезной медико-социальной проблемой в связи со значительной инвалидизацией и социальной дезадаптацией пациентов, перенесших инсульт, которые обусловлены в большинстве случаев двигательными нарушениями. При восстановлении после инсульта наблюдается изменение активности церебральных структур как в интактном, так и в пораженном полушарии [5, 6, 11, 12], исследование которых стало возможно с появлением новых диагностических методов таких, как транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС), функциональная магнитно-резонансная томография (МРТ), позитронно-эмиссионная томография.

Изучению ипсилатеральных вызванных моторных ответов (ипси-ВМО) у больных с инсультом, полученных с помощью ТМС, посвящено много исследований [1, 5, 6, 8, 12]. У здоровых испытуемых ипси-ВМО отличаются большим порогом и латенцией и меньшей амплитудой по сравнению с контрлатеральными ВМО [1], и они чаще наблюдаются при стимуляции левого доминантного полушария [6], однако зарегистрировать их не всегда удается [12]. У больных с нарушением мозгового кровообращения при фасилитации можно зарегистрировать ипси-ВМО как при стимуляции интактного, так и пораженного полушария [5, 7, 9]. Большинство авторов считает, что при стимуляции интактного полушария ипси-ВМО на стороне гемипареза коррелируют с плохим прогнозом восстановления двигательных функций [5, 7, 9, 11]. И напротив, появление ипси-ВМО при стимуляции пораженного полушария – с хорошим восстановлением [2, 4, 11]. Эти вызванные ответы имеют несколько меньшую латентность, чем контрлатеральные ВМО, и никогда не встречаются в норме [1, 2]. Однако единого мнения в этом вопросе на сегодняшний день в литературе нет. И данные об исследовании и анализе ипси-ВМО в зависимости от поражения правого и левого полушарий немногочисленны и зачастую противоречивы [5, 10].

Также нет единого взгляда на происхождении нейрональных структур, ответственных за формирование и проведение ипсилатерального возбуждения.

Считается, что волокна ипсилатерального тракта берут начало преимущественно от дополнительных моторных областей, и эти пути составляют около 15% всего кортикоспинального пути [5, 8]. Обсуждается участие кортико-ретикулоспинальных и кортико-проприоспинальных трактов в реализации ипси-ВМО [4], премоторных полей, дополнительной моторной коры и быстропроводящих неперекрещенных путей из этих корковых областей [1, 2, 3, 7, 11].

*Целью нашего исследования* было изучение представленности ипсилатеральных вызванных ответов и клиничко-нейрофизиологических особенностей двигательных нарушений у пациентов с ипси-ВМО при латерализованном полушарном поражении.

*Материал исследования.* Были обследованы 62 пациента с гемипарезом вследствие острого нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу в правом (30 пациентов) и левом полушариях (32 человека) головного мозга. Средний возраст пациентов составил  $46,7 \pm 3,7$  года. Длительность заболевания - в среднем 1,2 года. Верификация диагноза проводилась с помощью МРТ: на томограммах обнаруживались очаги в бассейнах средней мозговой артерии в области заднего бедра внутренней капсулы соответственно справа и слева. Размер очага колебался от 1 до 3 см. Пациенты с правополушарным инсультом (ППИ) достоверно не отличались от больных с левополушарным (ЛПИ) по среднему возрасту, длительности заболевания и размеру патологического очага, что позволило корректно проводить клинический и нейрофизиологический анализ двигательных нарушений в этих группах. Контрольную группу составили 20 здоровых человек, сопоставимых по возрасту с исследуемыми пациентами ( $41,5 \pm 5,5$  лет). Все испытуемые были правшами.

*Методы исследования.* Клиничко-неврологическое исследование с использованием разработанной нами комплексной баллированной анкеты, позволяющей количественно оценивать выраженность двигательных нарушений (в зависимости от представленности и выраженности двигательных феноменов использовались 1-, 2- или 3-балльные системы оценок). Из нейрофизиологических методов использовали ТМС для анализа скорости проведения по двигательным трактам (время центрального моторного проведения (ВЦМП), возбудимости корковых структур (пороги ВМО) и регистрации ипси-ВМО и моторный потенциал (МП), связанный с движением, применяли для анализа процессов подготовки, планирования (ранняя ВР и поздняя NS фазы потенциала готовности) и реализации двигательного акта (собственно моторный потенциал МР) в обоих полушариях головного мозга. Статистическая

обработка проводилась с применением **корреляционного анализа, критериев Стьюдента и  $\chi^2$  (программа Statistica 6.0)**.

*Результаты.* При ТМС пациентов с полушарным поражением в группе в целом достоверно чаще определялось наличие ипси-ВМО при стимуляции непораженного (54,8%), чем пораженного полушария (29,1%). Ипси-ВМО определялись у двух здоровых испытуемых (10%) только при стимуляции левого полушария.

Мы проанализировали клинические и нейрофизиологические особенности синдрома верхнего мотонейрона (СВМ) у пациентов с **ипси-ВМО на стороне гемипареза**, разделив их на две группы: с поражением правого и с поражением левого полушария. Достоверно чаще воспроизводимые ипси-ВМО при стимуляции непораженного левого полушария наблюдались у пациентов с ППИ - в 70,6% случаев. В этой группе достоверно чаще отмечались (табл.№1) выраженный парез, значительное нарушение мышечного тонуса (как резкая спастичность, так и гипотония), разгибательные патологические знаки, защитные рефлексy, псевдобульбарный синдром, а также выраженные нарушения походки, инвалидизирующие пациентов (58,3%). У пациентов с ЛПИ воспроизводимые ипси-ВМО наблюдались в 29,4% случаев, они отличались чаще наблюдаемыми и более выраженными дистальным парезом в руках, спастичностью и сгибательными патологическими знаками (табл.№1). Пациенты с ППИ характеризовались значительным замедлением проведения по двигательным трактам (увеличение ВЦМП) при ТМС в состоянии покоя и в тесте с фасилитацией ВМО). Также отмечалось достоверно большее нарушение процессов подготовки, планировании и особенно реализации двигательного акта в правом полушарии (уменьшение площади всех компонентов МП) и дезорганизующая избыточная активация неповрежденного левого полушария (увеличение площади ранней и поздней фазы первой негативной волны МП с уменьшением площади собственно МП). При ЛПИ в пораженном левом полушарии наблюдалось большее нарушение процессов подготовки, планировании, тогда как сама реализации двигательного акта страдала меньше, чем при ППИ, а в правом - снижение всех компонентов МП.

Таблица№1. Клинические особенности СВМ у пациентов с полушарным поражением и ипси-ВМО на стороне гемипареза, % больных.

пирамидные симптомы на стороне гемипареза	<b>правополушарный инсульт (n=24)</b>	<b>левополушарный инсульт (n=10)</b>
--	---	--

Парез в руках	проксимально	79,2%*	60%
	дистально	87,5%	100%*
Парез в ногах	проксимально	79,2%*	50%
	дистально	83,3%*	60%
Спастичность		58,3%	80%*
Гипотония		20,8%*	10%
Резкое увеличение мышечного тонуса		20,8%*	10%
Разгибательные патологические знаки		100%*	60%
Сгибательные патологические знаки		54,2%	90%*
Защитные рефлексы		41,7%*	20%
Псевдобульбарный синдром		45,8%*	20%

\* - достоверные различия между подгруппами исследуемых пациентов.

Таблица №2. Результаты исследования ТМС у пациентов с полушарным поражением и ипси-ВМО на стороне гемипареза.

параметр	правополушарный инсульт (n=24)	левополушарный инсульт (n=10)	контрольная группа (n=20)
верхние конечности (на стороне гемипареза)			
ВЦМП, мс	*14,7±4,4●	11,3±3,5●	7,7±1,2
ВЦМП с фВМО, мс	*12,6±5,9●	10,2±4,3●	7,2±1,7
Пороги ВМО, %	*53,6±8,7●	51,2±7,9	49,7±6,6
Пороги фВМО, %	*50,1±6,9●	46,5±6,3	44,2±5,5
нижние конечности (на стороне гемипареза)			
ВЦМП, мс	*29,2±10,1●	23,7±9,9●	15,3±2,4
ВЦМП с фВМО, мс	*27,3±8,7●	21,5±9,1●	13,2±2,1
Пороги ВМО, %	75,8±9,5●	74,7±8,2●	68,8±9,1
Пороги фВМО, %	62,0±8,9●	58,2±9,2	55,7±8,9

● - достоверные различия по сравнению с показателями в контрольной группе, \* - достоверные различия между подгруппами исследуемых пациентов, фВМО – фасилитация вызванных моторных ответов.

Аналогичным образом мы проанализировали СВМ у пациентов с **ипси-ВМО на здоровой стороне при стимуляции пораженного полушария**: при ППИ они наблюдались в 38,9% случаев и в 61,1% при ЛПИ. У пациентов обеих групп явления пареза, изменение мышечного тонуса были выражены меньше (табл. №3), как и нарушение проведения по двигательным трактам (ВЦМП в покое и при фасилитации) (табл. №4) при нормальных значениях порогов ВМО по сравнению с больными, имеющими ипси-ВМО на стороне гемипареза. У пациентов с ППИ достоверно чаще

отмечались разгибательные патологические знаки и псевдобульбарный синдром (табл. №3), большее замедление проведения по двигательным трактам (табл.№4) и нарушение процессов реализации двигательного акта в пораженном правом полушарии (уменьшение площади собственно моторного потенциала МР) при более адекватной активации неповрежденного левого (увеличение площади ранней и поздней фазы первой негативной волны МП). Спастичность и сгибательные патологические знаки достоверно чаще отмечались при ЛПИ (табл.№3), как и достоверное нарушение процессов подготовки и планирования двигательного акта в пораженном левом полушарии при сохранности его реализации.

Таблица№3. Клинические особенности СВМ у пациентов с полушарным поражением и ипси-ВМО на здоровой стороне, % больных.

пирамидные симптомы на стороне гемипареза		правополушарный инсульт (n=7)	левополушарный инсульт (n=11)
Парез в руках	проксимально	57,2%	36,4%
	дистально	71,4%	63,6%
Парез в ногах	проксимально	57,2%	36,4%
	дистально	57,2%	45,5%
Спастичность		57,2%	72,7%*
Разгибательные патологические знаки		71,4%*	45,5%
Сгибательные патологические знаки		57,2%	81,8%*
Псевдобульбарный синдром		28,6%*	9,1%

\* - достоверные различия между подгруппами исследуемых пациентов.

Таблица№4. Результаты исследования ТМС у пациентов с полушарным поражением и ипси-ВМО на здоровой стороне.

параметр	правополушарный инсульт (n=7)	левополушарный инсульт (n=11)	контрольная группа (n=20)
верхние конечности (на стороне гемипареза)			
ВЦМП, мс	*11,6±6,7●	9,6±4,2●	7,7±1,2
ВЦМП с фВМО, мс	*10,1±7,3●	7,9±5,4	7,2±1,7
Пороги ВМО, %	50,2±8,4	49,8±8,9	49,7±6,6
Пороги фВМО, %	45,7±7,3	45,1±6,5	44,2±5,5
нижние конечности (на стороне гемипареза)			
ВЦМП, мс	*21,9±7,8●	18,7±8,1●	15,3±2,4
ВЦМП с фВМО, мс	*19,3±7,2●	15,5±6,3●	13,2±2,1
Пороги ВМО, %	70,4±7,9	69,1±9,8	68,8±9,1

Пороги фВМО, %	58,0±8,2	56,9±7,6	55,7±8,9
----------------	----------	----------	----------

- - достоверные различия по сравнению с показателями в контрольной группе.
- \* - достоверные различия между подгруппами исследуемых пациентов.

*Заключение.* У здорового человека структуры, участвующие в генерации ипси-ВМО, находятся в состоянии торможения, а при различных патологических состояниях происходит их растормаживание [6]. Предполагают разные патофизиологические механизмы формирования ипси-ВМО при различных заболеваниях головного мозга [1, 6], которые, вероятно, зависят и от латерализации церебрального поражения.

При поражении правого полушария нарушается организация двигательного акта как в поврежденном, так и в «условно здоровом» левом полушарии. И дезорганизующая избыточная активация левого неповрежденного полушария (нет адекватной реализации моторного акта при усилении процессов подготовки и планирования движения) не приводит к ожидаемой компенсации правополушарного поражения (значительное замедление проведения по правополушарным двигательным трактам и нарушении процессов подготовки, планировании и особенно реализации движения в правом полушарии), что клинически проявляется выраженными двигательными нарушениями и большей степенью инвалидизации пациентов. Для правополушарного поражения более характерна активация резервных ипсилатеральных проводящих путей из интактного левого полушария (ипси-ВМО на стороне гемипареза при ППИ) при поражении основного правополушарного кортикоспинального пути, что, вероятно, обусловлено снижением внутрикортикального транскаллозального ингибирования со стороны правого полушария и гиперактивностью левого полушария [10]. При активизации пораженного правого полушария (ипси-ВМО на здоровой стороне) межполушарные взаимоотношения нарушаются меньше, и наблюдается более адекватный характер компенсации в интактном полушарии (усиление процессов подготовки и планирования движения), что приводит к меньшему нарушению проведения по правополушарным двигательным трактам и менее тяжелым двигательным нарушениям у этих пациентов.

Поражение левого полушария не нарушает направленность межполушарной асимметрии, определяемой у здоровых испытуемых, поэтому организация двигательного акта страдает в большей степени только в пораженном полушарии (главным образом нарушение подготовки и планирования моторного акта). При

активизации пораженного левого полушария (ипси-ВМО на здоровой стороне) правополушарные процессы организации движения не страдают, как и процессы реализации движения в самом левом полушарии.

Наличие ипси-ВМО на стороне гемипареза при стимуляции непораженного полушария у пациентов с инсультом наблюдается чаще, и эти больные отличаются выраженным СВМ и значительными нейрофизиологическими сдвигами (данные ТМС и МП), что поддерживает существующее мнение о худшем прогнозе восстановления двигательных функций при наличие ипси-ВМО на стороне гемипареза у этих больных[5, 7, 9, 11]. Согласно проведенному исследованию они чаще отмечаются при правополушарном поражении (70,6%). И наоборот активация пораженного полушария и ипси-ВМО на здоровой стороне сочетается с менее тяжелыми двигательными нарушениями и меньшими нейрофизиологическими сдвигами (данные ТМС и МП), что более характерно для левополушарного поражения.

Более высокий уровень активирующих процессов в левом доминантном полушарии сохраняется и в условиях латерализованной полушарной патологии, что приводит к растормаживанию функционально подавленных в норме ипсилатеральных путей как при правополушарном и при левополушарном процессе.

#### *Литература.*

1. Alagona G., Delvaux V., Gerard P. et. al. Ipsilateral motor responses to focal transcranial magnetic stimulation in healthy subjects and acute-stroke patients. Stroke. 2001. № 32. P.1304-1311.
2. Fridman E.A., Hanakawa T., Chung M. et. al. Reorganization of the human ipsilesional premotor cortex after stroke. Brain. 2004. V.127. № 4. P. 747-758.
3. Gerloff C., Bushara K., Sailer A. et. al. Multimodal imaging of brain reorganization in motor areas of the contralesional hemisphere of well recovered patients after capsular stroke. Brain. 2006. V.129. №3. P. 791-808.
4. Jang S.H. The role of the corticospinal tract in motor recovery in patients with a stroke: a review. NeuroRehabilitation. 2009. V.24. №3. P. 285-290.
5. Johansen-Berg H., Rushworth M.F., Bogdanovic M.D. The role of ipsilateral premotor cortex in hand movement after stroke. PNAS. 2002. V.99. №22. P.14518-14523.

6. Kobayashi M., Hutchinson S., Schlaug G. et. al. Ipsilateral motor cortex activation on functional magnetic resonance imaging during unilateral hand movements is related to interhemispheric interactions. *Neuroimage*. 2003. №20. P.2259-2270.
7. Krainik A., Duffau H., Capelle L. et. al. Role of the healthy hemisphere in recovery after resection of the supplementary motor area. *Neurology*. 2004. №62. P.1323-1332.
8. Misawa S., Kuwabara S., Matsuda S. et. al. The ipsilateral cortico-spinal tract is activated after hemiparetic stroke. [Eur. J. of Neurol.](#) 2008. V.15. №7. P.706-711.
9. Riecker A., Groschel K., Ackermann H. et. al. The role of the unaffected hemisphere in motor recovery after stroke. *Hum. Brain Mapp.* 2010. V.31. №7. P.1017-29.
10. Rinehart J.K., Singleton R.D., Adair J.C. et. al. Arm use after left or right hemiparesis is influenced by hand preference. *Stroke*. 2009. V.40. P. 545-550.
11. Rushworth M.F, Johansen-Berg H., Göbel S.M., Devlin JT. The left parietal and premotor cortices: motor attention and selection. *Neuroimage*. 2003. №20. P.89-100.
12. Sun W., Fu W., Wang D., Wang Y. Ipsilateral responses of motor evoked potential correlated with the motor functional outcomes after cortical resection. *Int. J. Psychophysiol.* 2009. V.73. №3. P.377-82.