

Опухоли шишковидной железы	+dMT6 & -a(C3-F4) & -a(C3-F8) & -a(C4-F8) & -a(F8-T4)	9,56	81,8%	82,1%
Внемозговые опухоли базально-диэнцефальной локализации	+dMF7 & +dMO1 & +tMF8 & +tMO2 & -bKT6 & -bMPz	4,21	54,1%	96,2%
<b>Умеренная степень нарушения ФАМ</b>				
Нейроэпителиальные опухоли базально-диэнцефальной локализации	+dMFp2 & +dMO1 & +tMF8 & +tMPz & -a(C4-Cz) & -a(Fp1-Fp2) & -b(Cz-P4)	2,47	77,0%	75,0%
Опухоли шишковидной железы	+b(C3-T3) & +b(F3-O1) & +b(Fp1-O1) & +dMF4 & -a(T4-T6)	3,50	73,3%	100,0%
Внемозговые опухоли базально-диэнцефальной локализации	+bMF7 & +bMF8 & +tMF3 & +tMF4 & +tMF8 & +tMFp2 & +tMT3 & +tMT6	2,61	65,2%	86,2%
<b>Выраженная степень нарушения ФАМ</b>				
Нейроэпителиальные опухоли базально-диэнцефальной локализации	-a(C3-C4) & -a(C3-Cz) & -a(C3-F4) & -a(C3-Fp2) & -a(C4-Cz) & -a(C4-F3) & -a(C4-Fp1) & -aKC4 & -aKF3	56,14	96,3%	83,9%
Опухоли шишковидной железы	+b(C3-P3) & +bMT3 & +dMCz & +d(O2-P4)	20,00	83,3%	100,0%
Внемозговые опухоли базально-диэнцефальной локализации	+b(C3-O1) & +bKO1 & +b(O1-P3) & -a(F3-F4) & -a(Fp1-Fp2) & -bMO2	22,75	75,0%	95,2%

В наименовании ЭЭГ-индикаторов знаки означают значимые: «-» низкое, «+» высокое значения относительно нормы, d- дельта, t-тета, a-альфа, b-бета поддиапазоны, M – мощность, K – связанность; стандартные обозначения отведений или пар отведений областей коры для показателей когерентности (O-затылочная, P-теменная, C- центральная, F-лобная, Fp-полюсно-лобная, T-височная); четная цифра, следующая за обозначением области, относится к правому полушарию, нечетная – к левому.

**Заключение.** Характеристики ЭЭГ-паттернов, в частности соотношение рисков больше 1, высокая чувствительность и специфичность, свидетельствуют о статистической значимости их соотношения с определенной степенью нарушения ФАМ. Способ обеспечивает возможность объективной дифференцированной оценки степени нарушения функционального состояния головного мозга у больных с глубинными опухолями головного мозга.

## НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ЧМТ

**Трошина Е. М.**

ФГБУ «НИИ нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко» РАМН, Москва

Для оценки функционального состояния мозга больных с патологией различного генеза (черепно-мозговая травма, опухолевые и сосудистые поражения) и оценки возможностей восстановления утраченных функций, эффективным является комплексное динамическое нейрофизиологическое обследование.

Комплексное нейрофизиологическое обследование включало в себя регистрацию мультимодальных вызванных потенциалов (соматосенсорные – ССВП, зрительные – ЗВП, акустические стволовые – АСВП) и магнитную стимуляцию (МС).

### **Обоснование выбора методов обследования.**

Метод вызванных потенциалов (ВП) используется для получения данных о функциональной организации нервной системы, тестирования состояния различных сенсорных систем. Зрительные вызванные потенциалы (ЗВП) позволяют получить объективную информацию о функциональном состоянии зрительной системы на разных уровнях. К изменениям состояния сознания, внимания, эмоционального состояния, функциональной активности мозга чувствительны поздние компоненты ЗВП (с латентностью после 100 мсек). В анализе ЗВП учитывается структура вызванного ответа и амплитудно-временные параметры основных компонентов. Для оценки слуховой функции и состояния стволовых проводящих структур разного уровня регистрируются акустические стволовые вызванные потенциалы (АСВП). Анализ соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) позволяет оценить состояние проводимости по афферентным путям спинного мозга через стволовые отделы в кору головного мозга, информативными в этом плане являются абсолютные значения латентностей, межпиковые интервалы основных компонентов ССВП и центральное время проведения (ЦВП).

Метод магнитной стимуляции (МС) позволяет исследовать проводящие двигательные системы головного мозга, а именно оценить возбудимость корковых мотонейронов и проведение по пирамидному тракту, а также исследовать проведение по моторным проводящим путям и двигательным корешкам спинного мозга.

**Аппаратура.** Исследование вызванной активности мозга (ЗВП, АСВП, ССВП) проводилось с помощью нейроусреднителя «Viking IV» компании «Nicolet» (США) и нейромиеоанализатора «Нейромиан» компании «Медиком» (Россия, Таганрог), магнитная стимуляция осуществлялась магнитным стимулятором «МАГПРО Х100» компании «Medtronic» (США), который был синхронизирован с нейроусреднителем в качестве внешнего запускающего стимула.

**Методика.** При регистрации ССВП применяли чрезкожную электрическую стимуляцию срединных нервов последовательно справа и слева, длительность стимула 0.1–0.3 мс, частота подачи стимула 3–7/с, интенсивность стимуляции подбирали индивидуально, в среднем уровень стимуляции соответствовал 10–20 мА. Активные электроды располагались на скальпе в точках С'3, С'4, в области VII шейного позвонка и в точке Эрба ипсилатерально стороне стимуляции. В качестве референтных электродов использовался цефалический электрод (Fz) и электрод на контралатеральной точке Эрба, нулевой электрод – на предплечье. Анализировались латентности компонентов ССВП выделенных на скальповом (N20, P25), шейном (N13) и периферическом (N9) уровнях, а также межпиковые интервалы.

ЗВП регистрировались при монокулярном засвете глаз с использованием очков со светодиодной матрицей. Активные электроды располагались на скальпе в точках O1, O2 согласно международной схеме 10–20 %. В качестве референтных использовались мастоидальные (M1, M2) электроды, нулевой электрод Frz. В конфигурации ЗВП выделяли ранние компоненты ответа с латентностью до 100 мс (P1, N1) и поздние с латентностью больше 100 мс (P2, N2, P3). Анализировались временные и амплитудные параметры компонентов ЗВП.

Регистрацию АСВП осуществляли при моноуральном (через наушники) предъявлении щелчков длительностью 0,1 мс, интенсивностью 80–90 дБ. Активный электрод – Cz, референтные электроды располагались либо на мочках ушей (Ai, Ac), либо на мастоидальных отростках (M1, M2), Frz – нулевой электрод. Анализировались абсолютные латентности первых пяти пиков, наиболее устойчивых и воспроизводимых в повторных сериях, полученных на ипсилатеральной, по отношению к стимуляции, стороне и межпиковые интервалы (I-III, III-V, I-V).

При магнитной стимуляции (МС) для получения вызванного моторного ответа (ВМО) койл располагали в проекции коркового представительства моторной зоны левой и правой руки контралатерально, и по центру линии, соединяющей наружные слуховые проходы через вертекс при регистрации ВМО с нижних конечностей. На руках ответы регистрировали с *m. abductor pollicis brevis* и *m. abductor digiti minimi*, а с ног с *m. abductor hallucis* и *m. tibialis anterior*. При сегментарной МС койл располагали в области шеи (уровень CVII) и в области поясницы. МО получали при выходной мощности магнитного поля от 60 до 90%. Оценивали абсолютное значение латентности МО и центральное время моторного проведения (ЦВМП), которое складывается из времени распространения импульса по кортикоспинальным моторным волокнам и времени проведения по проксимальной части двигательных спинномозговых корешков до места их выхода в области межпозвоночных отверстий на шейном или поясничном уровнях.

Комплексное динамическое нейрофизиологическое обследование пациентов с черепно-мозговой травмой имело целью выявить параметры вызванной биоэлектрической активности головного мозга, которые значимо коррелируют с изменением функционального состояния пациентов.

**Результаты.** Обследовано 48 пациентов с чмт. Анализ абсолютных значений временных и амплитудных параметров компонентов ЗВП не выявил однозначных корреляций нарушений зрительного вызванного ответа с изменением функционального состояния пациентов. Для системного анализа ЗВП в целом и основных его компонентов было использовано программное обеспечение для обработки ЭЭГ и ВП на основе аппарата комплекса «Нейрокартограф», которое позволило проводить топографическое картирование компонентов ВП по максимуму амплитуды, а также строить карты полной мощности вызванного ответа в пределах определенного анализируемого временного интервала. У обследованных больных не столь важно было выявить наличие или отсутствие вызванного ответа, сколько оценить функциональную сохранность неспецифических структур мозга и их связи с корой. Для анализа была выбрана неспецифическая составляющая ВП, отражающая уровень функциональной активности мозга, а наиболее адекватным для этого, по нашему мнению, является анализ суммарной активности структур генерирующих вызванный ответ. Полная мощность ЗВП, как мы полагаем, является обобщенной амплитудной характеристикой, представляющей собой средний квадрат амплитуды ответа на заданном временном отрезке и численно равной суммарной мощности по всем представленным в ответе частотным диапазонам. Помимо картирования осуществлялся анализ ЗВП методом трехмерной локализации эквивалентных дипольных источников по программе BRAINLOC.

Для пациентов с отчетливой положительной динамикой восстановления было характерным наличие ЗВП типичной конфигурации, амплитудно-временные параметры компонентов вызванного ответа были близки к норме. Анализ мощности ЗВП выявил тенденцию к преобладанию максимума ответа в заднелобно-теменной области либо сагиттально, с дальнейшим акцентом в затылочно-теменно-сагиттальных областях полушарий с отчетливой его устойчивостью от исследования к исследованию. При первых исследованиях количество дипольных источников вызванной активности было невелико с преимущественной локализацией в области подкорковых и стволовых структур, в последующем, их число увеличивалось одновременно с появлением траектории по локализации сходной с нормой.

У пациентов, в функциональном состоянии которых не было отмечено отчетливых позитивных изменений, ЗВП в динамике существенно не изменялись, стабильно сохранялось нарушение формы ответа за счет увеличения временных параметров сохраненных компонентов, карты мощности ЗВП были переменными: максимум активности, находясь первоначально в лобно-центральных областях сагиттально, постоянно перемещался по поверхности полушарий от исследования к исследованию, проявляясь с акцентом в лобных и лобно-височных областях либо билатерально, либо с латерализацией в одном из полушарий, отмечалось диффузное распределение дипольных источников ЗВП по областям мозга без какой-либо структуры.

Анализ АСВП не выявил значимых корреляций их изменений с динамикой функционального состояния у обследованных пациентов.

Соматосенсорные вызванные потенциалы (ССВП) позволяют оценить состояние проводимости по афферентным путям спинного мозга через стволовые отделы в кору головного мозга. Анализировались абсолютные значения латентностей и межпиковые интервалы (МПИ) основных компонентов ССВП, оценивалось центральное время проведения (ЦВП). При динамическом обследовании пациентов отмечено, что абсолютные значения латентностей компонентов ССВП значимо не изменяются, более динамичными являются изменения межпиковых интервалов компонентов N13–P20. МПИ N13–P20 отражает значение центрального

времени проведения (ВЦП) поскольку определяет время проведения от нижних отделов ствола мозга в кору.

Положительная динамика функционального состояния пациентов на основании данных ССВП оценивалась значениями МПИ либо в пределах нормы, либо в пределах верхней границы нормы ( 5,2 – 6,3 мс), значения МПИ выше 7 мс расценивалось как увеличенное центральное время проведения. Сохраняющееся длительно в динамике увеличенным ЦВП расценивалось как не благоприятный прогностический признак для динамики восстановления.

С помощью метода МС на разных уровнях стимуляции (корковом и сегментарном) проводилась оценка функционального состояния кортико-спинального тракта с определением латентности и амплитуды вызванного моторного ответа (ВМО) при стимуляции коры и оценка времени центрального моторного проведения (ВЦМП).

Отмечены четкие положительные корреляции латентности и амплитуды ВМО и ВЦМП с динамикой двигательной активности обследованных пациентов. Увеличение латентности и снижение амплитуды ВМО в сочетании с увеличенным ВЦМП отмечалось практически у всех обследованных пациентов. Благоприятным прогностическим признаком являлось уменьшение латентности в сочетании с увеличением амплитуды МО и сокращение ВЦМП до величин близким к норме при обследовании пациента в динамике. Стабильно сохраняющиеся низкие значения амплитуды МО и увеличенная латентность в сочетании с высокими значениями ВЦМП расценивались как неблагоприятные нейрофизиологические параметры для прогноза функционального состояния пациента.

Таким образом, показано, что поздние компоненты ЗВП с латентностью после 100 мсек (неспецифическая составляющая вызванного ответа) являются нейрофизиологическими показателями изменения состояния сознания, внимания, эмоционального состояния и могут быть информативными в оценке динамики восстановления психического состояния пациентов при нейротравме. Результаты анализа полученных данных дают основание считать наиболее информативными при оценке динамики восстановления двигательной активности пациентов с чмт параметры ССВП, в частности изменения межпикового интервала N13-P20, и центрального времени проведения (ЦВП), в сочетании с амплитудно-временными параметрами вызванного моторного ответа и времени центрального моторного проведения при транскраниальной магнитной стимуляции.

Данное исследование проводится в рамках проекта «Исследование нейрофизиологических механизмов восстановления двигательных функций при нейротравме и сосудистых заболеваниях мозга с использованием мультимодальной стимуляции, виртуального моделирования, роботизированных систем двигательного обучения интерфейса мозг-компьютер (ИМК)».

*Поддержано грантом РФФИ 11-04-12166-офи-м-2011.*

## **НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МИКРОПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ ТЕРАПИИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

**Захаров В.О.<sup>1</sup>, Трошина Е.М.<sup>1</sup>, Доскин В.А.<sup>2</sup>, Лильин Е.Т.<sup>2</sup>, Сталбо А.Ю.<sup>3</sup>, Кириллов В.В.<sup>3</sup>, Сталбо Ю.К.<sup>3</sup>, Мухаметдинов Р.С.<sup>3</sup>, Камакинова А.Б.<sup>4</sup>, Дешабо В.А.<sup>5</sup>, Косов В.И.<sup>5</sup>, Юдин Д.И.<sup>5</sup>, Юдин И.К.<sup>5</sup>, Минченко М.В.<sup>6</sup>, Остарков Н.А.<sup>7</sup>**

*ФГБУ «НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» РАМН, Москва<sup>1</sup>*

*Российская медицинская академия последипломного образования, Москва<sup>2</sup>*

*ЗАО «МНПКП ТРИАЛ», Москва<sup>3</sup>*

*ЦКБ Святителя Алексия, Москва<sup>4</sup>*

*Институт проблем нефти и газа РАН, Москва<sup>5</sup>*

*Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН, Москва<sup>6</sup>*

*Общероссийская общественная организация «Деловая Россия», Москва<sup>7</sup>*

Целью настоящей работы является повышение эффективности микрополяризационной терапии при комплексном лечении различных заболеваний ЦНС и болевых синдромов.

1. Основы микрополяризационной терапии.

Микрополяризация – лечебный метод, позволяющий изменять функциональное состояние различных звеньев ЦНС под действием малого постоянного тока (до 1 мА).

ТКМП (транскраниальная микрополяризация) и ТВМП (трансвертебральная микрополяризация) сочетают неинвазивность традиционных физиотерапевтических процедур с особой степенью избирательности воздействия.

Термин «микрополяризация», впервые предложен в лаборатории Н.П. Бехтеревой. Он объединяет в себе характеристику параметров постоянного тока, используемых для проведения процедур ТКМП и ТВМП (микротоки), и механизм действия микротока, приложенного к нервной ткани (поляризация клеточной и синаптической мембраны).

В англоязычной среде распространен термин «Transcranial direct current stimulation», сокращенно tDCS [1].

Изучается в основном в Институте мозга человека им. Н.П. Бехтеревой РАН, Санкт-Петербург; в Институте медицинской реабилитации им. проф. Богданова, Санкт-Петербург; в Научно-исследовательском психоневрологическом институте им. В.М. Бехтерева, Санкт-Петербург и др.

В основе клинического применения микрополяризации лежат фундаментальные исследования о влиянии постоянного тока на нервную ткань Е.Пфлюгера (1869), Б. Ф. Вериги (1883), учение о парабиозе Н.Е. Введенского (1901), доминанте А.А. Ухтомского (1925), а также теории Н.П. Бехтеревой (1978) о жестких и гибких связях, детерминанте Г.Н. Крыжановского (1980), экспериментальные исследования В.С. Русинова (1969), посвященные формированию поляризационной доминанты, Г.А. Вартапяна (1981), показавшего возможность модуляции процессов памяти с использованием направленного воздействия постоянным током на различные структурные образования головного мозга и др.

Направленность влияния микрополяризации достигается за счет использования малых площадей электродов, расположенных на соответствующих корковых (фронтальной, моторной, височной и др. областях)