doi: 10.47877/0234-0623_2020_12_19

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ, СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ (P300), У ЛИЦ, ЗЛОУПОТРЕБЛЯЮЩИХ ПСИХОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Березина И.Ю., Михайлов А.Ю., Горецкая Т.А., Арзуманов Ю.Л.

berezinai@mail.ru

Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского
Научно-исследовательский институт наркологии
г. Москва, Россия

Статья поступила 19.10.2020

В работе обобщены данные об использовании вызванных потенциалов (ВП), связанных с событием (P300), в обследовании лиц, злоупотребляющих психоактивными веществами (ПАВ). Представлен современный взгляд на структуру ВП, связанных с событием (P300), методику регистрации и области его генерации. Приведены исследования, описывающие применение P300 в клинической практике среди лиц, страдающих алкоголизмом и наркоманией, с целью возможного использования ВП, связанных с событием, на этапе диагностики и лечения.

Ключевые слова: *вызванные потенциалы, связанные с событием; P300; методика регистрации; структура; области генерации; применение P300 у лиц, злоупотребляющих ПАВ.*

Об авторах:

Березина Ирина Юрьевна – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории клинической нейрофизиологии ННЦ наркологии, филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского».

Михайлов Александр Юрьевич – врач кабинета функциональной диагностики ННЦ наркологии, филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского».

Горецкая Татьяна Алексеевна – лаборант-исследователь лаборатории клинической нейрофизиологии ННЦ наркологии, филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского», студент ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», Института специального образования и психологии.

Арзуманов Юрий Леонидович – д-р мед. наук, профессор, руководитель лаборатории клинической нейрофизиологии ННЦ наркологии, филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского».

ВВЕДЕНИЕ

Расстройства, связанные с употреблением психоактивных веществ (ПАВ), являются одними из наиболее распространенных психиатрических состояний и представляют серьезную проблему для общественного здравоохранения [14; 62]. Нейробиологические исследования, проведенные в наркологии, свидетельствуют о различных когнитивных нарушениях

у лиц, принимающих ПАВ [5; 8; 11; 12; 15; 110]. Изучение когнитивных функций у больных, страдающих зависимостью от ПАВ, имеет большое значение для наркологии: необходимо не только раскрыть механизмы аддикции и нейрофизиологические механизмы, определяющие характер развития и тяжесть заболевания, но и решить практические задачи, связанные с разработкой методов лечения и осуществления профилактических мероприятий. В век доказательной медицины и объективизации психических процессов изучение психофизиологических нарушений у больных, страдающих зависимостью от ПАВ, остается значимым и актуальным в наркологической практике. Важность изучения влияния ПАВ на когнитивные функции заключается также в том, что в современных условиях жизни человеку требуется высокий уровень внимания, высокое качество обработки больших информационных потоков, возможность быстрого принятия решений, а, как известно, именно эти функции страдают в первую очередь у лиц, злоупотребляющих ПАВ. В настоящее время в связи с расширением знаний об анатомических структурах и клеточных процессах, лежащих в основе психических расстройств у лиц, принимающих ПАВ, большое внимание уделяют методам, позволяющим объективизировать информацию о когнитивных процессах [9]. Результаты нейровизуализационных исследований показали, что хроническое злоупотребление ПАВ влияет на префронтальную кору, островок, таламус, миндалину и т.д. [55; 64; 89; 114]. Данные магнитно-резонансной томографии (МРТ) подтверждают гипотезу о том, что у лиц, длительно злоупотребляющих ПАВ, отмечается снижение плотности серого вещества в префронтальных и височных областях коры головного мозга, ответственных за когнитивные функции [51; 70]. Результаты, полученные с применением функциональной МРТ (фМРТ) у лиц, злоупотребляющих ПАВ, показали значительное увеличение мозговой активности в вентральной области покрышки, также был показан дефицит когнитивного контроля, характеризующийся гипоактивностью в префронтальной коре и поясной извилине [72]. Современная клиническая нейрофизиология, наряду с нейровизуализационными технологиями (позитронно-эмиссионная томография, (ПЭТ), фМРТ, однофотонно-эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), имеет в своем арсенале различные инструменты для оценки когнитивных функций: электроэнцефалограмма высокой плотности, магнитоэнцефалография (МЭГ), навигационная транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС-навигация), а также когнитивные вызванные потенциалы (ВП) различной модальности.

Метод ВП в клинической практике используют, начиная с 60-х годов прошлого века. Он позволяет оценивать функциональное состояние образований мозга, связанных с проведением и обработкой афферентного сигнала определенной модальности [6; 10; 13; 37; 92]. Методика регистрации ВП является неинвазивной, относительно недорогой, что позволяет широко использовать ее в оценке различных когнитивных нарушений. В настоящее время методика когнитивных ВП, в частности ВП, связанные с событием (Р300), включена Международной и

Американской ассоциациями клинических нейрофизиологов в рекомендуемые методы исследования в клинической практике [41]. Поскольку ВП трудно различимы на фоне спонтанной электрической активности головного мозга, для их получения используют усреднение сигнала ЭЭГ после многократного предъявления целевого стимула, что позволяет выделить полезный сигнал из шума путем последовательного его накопления или суммации [7; 9; 92]. Усредненный ВП представляет собой полифазный комплекс, компоненты которого имеют определенные значения амплитуды и пиковой латентности.

СТРУКТУРА ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ, СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ, МЕТОДИКА РЕГИСТРАЦИИ И ОБЛАСТИ ГЕНЕРАЦИИ

ВП, связанные с событием (от англ. event-related potentials), – одни из наиболее распространенных когнитивных ВП, отражающих электрическую активность мозга в ответ на определенные сенсорные и когнитивные события, которые можно использовать для мониторинга электрической активности головного мозга, начиная от сенсорного восприятия и заканчивая высшими когнитивными процессами. ВП, связанные с событием, имеют хорошо воспроизводимую форму сигнала и отображаются графически в виде серии пиков, обозначенных как P для положительных компонентов и N для отрицательных компонентов. P300 – это положительный компонент, возникающий примерно через 300 мс после подачи стимула, он также обозначается как P3. По современным представлениям, в когнитивных ВП выделяют как сенсорную составляющую (ранние компоненты ответа), так и когнитивную составляющую, отражающую процессы обработки информации: механизмы ориентировочной реакции, внимания, процессы опознания и принятия решения, прогнозирования событий, извлечения информации из памяти и т.д. (поздние компоненты ответа) [7; 9; 91; 92; 94]. Ранние компоненты с латентным периодом (ЛП) до 100 мс отражают реакцию на физические характеристики стимула, характеризуют этап восприятия стимула (N100 – первичное опознание и классификация стимула; MMN (mismatch negativity) – фиксация новизны стимула при избирательном внимании) [43; 83; 84; 109; 111]. На следующем этапе происходит дифференциация, сличение стимула с образцом и обновление содержания в памяти (комплекс P200-N200) с ЛП 150–250 мс после предъявления стимула, который также обозначают как P2-N2 в слуховом и зрительном когнитивном ВП [49; 56; 77; 105]. Снижение амплитуды P2 (P200) связывают с нарушением функции NMDA-рецепторов, вовлеченных в формирование следа памяти [36; 108] и нарушением в работе корковых (лобных) механизмов переключения внимания [20]. N200 (N2) – потенциал, связанный с познавательными процессами отождествления стимула и выявления различий [45; 103]. Ряд авторов в компоненте N200 (N2) выделяют несколько подкомпонентов: N2a – максимально представлен в передних отведениях, возникает при предъявлении внимания к стимулу или при игнорировании незначимого стиму-

ла [95]; N2b – максимально представлен в центральных отведениях, возникает только при активном привлечении внимания к стимулу в парадигме “odd-ball”; N2c – максимально представлен в лобно-центральных отведениях, возникает при необходимости классификации стимулов [82]. Удлинение ЛП компонентов P200, N200 может указывать на нарушения кратковременной памяти, механизмов ориентации внимания и процесса сравнения с известными образами [25].

Последующий этап связан с окончательной идентификацией стимула и принятием решения в отношении связанного с ним действия (запоминания, игнорирования и т.д.), контролем результатов, пространственным анализом и т.д. С этими событиями и связан собственно компонент P300, отражающий аспекты рабочей памяти, временного хранения информации, необходимой для решения сложных когнитивных задач [92–94]. Показатели амплитуды волны P300 связаны с вероятностью появления стимула, значимостью стимула, сложностью предъявляемого задания, мотивацией [22; 92–94; 107], а показатели ЛП компонента P300 отражают скорость классификации информации, которая пропорциональна времени, необходимому для обнаружения и оценки значимого стимула [79].

Согласно рекомендациям Международной и Американской ассоциаций клинических нейрофизиологов, регистрацию слуховых ВП, связанных с событием (P300), проводят от электродов, расположенных соответственно принятой схеме 10–20% с размещением референтных электродов на мочках ушей (или мастоидальных отведениях) с каждой стороны. В случае невозможности многоканальной регистрации слуховых ВП, связанных с событием (P300), запись проводят от электродов, расположенных в области Fz, Cz, Pz, а при необходимости выявления межполушарной разницы – от электродов, расположенных в области C3, C4, Cz. При записи звуковые стимулы двух тональностей подают в случайном порядке согласно традиционной парадигме (“odd-ball paradigm”) с межстимульным интервалом 1 с через наушники бинаурально. Пациенты инструктируются считать звуки более высокого тона, которые предъявляются реже в случайной последовательности (соотношение значимого/незначимого стимулов – 20:80 или 30:70). Продолжительность подачи стимула – 50 мс; интенсивность стимула (значимого и незначимого) – 70/80 дБ (SPL); частота наполнения для незначимого стимула – 1000 Гц, для значимого стимула – 2000 Гц. Нижняя полоса пропускания частот усилителя – 0,5 Гц, верхняя полоса пропускания – 75 Гц, эпоха анализа – 750–950 мс. Усредняют 100 ответов. Анализируют: компоненты N100 (N1), P200 (P2), N200 (N2), P300 (P3). У этих компонентов измеряют пиковые латентности, амплитуду и их межполушарную разницу (*рис. 1*) [6].

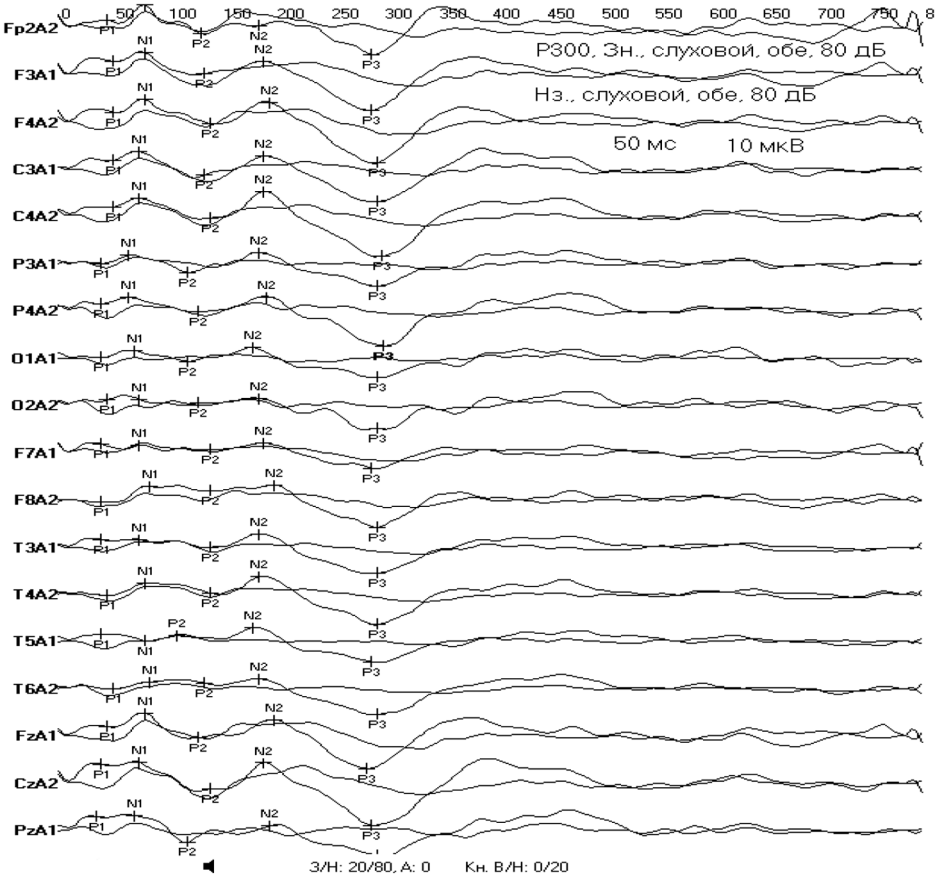

Рис. 1. Слуховой ВП, связанный с событием (P300), в норме (P1, N1, P2, N2, P3 – обозначение компонентов ответа).

P300 (P3) – это высокоамплитудный положительный ответ (15–20 мкВ), имеющий максимальную амплитуду в лобно-центрально-теменных отведениях с пиковой латентностью около 300–350 мс для слуховых стимулов и 350–450 мс для зрительных стимулов. В компоненте P3 также выделяют подкомпоненты P3a и P3b, являющиеся результатом возбуждения постсинаптических потенциалов, генерируемых через глютаматергические сети, где наиболее важную роль играют NMDA-рецепторы [58; 93]. Подкомпоненты P3a и P3b различаются при применении 3-стимульной парадигмы стимуляции: в ответ на редкий (10%) стимул регистрируется P3a с максимальной амплитудой в лобно-центральных отведениях, P3b регистрируется на целевой стимул с максимальной амплитудой в теменных отведениях. Психофармакологические исследования показали, что в генерации и модуляции P300 участвуют различные системы нейротрансмиттеров, а именно

холинергическая, норадренергическая, дофаминергическая, серотонинергическая и GABA-ергическая системы. GABA-ергические и холинергические агонисты влияют на снижение амплитуды волны P300 и увеличивают ее ЛП, норадренергические агонисты оказывает противоположный эффект, влияние допамина и серотонина недостаточно изучены [9; 17]. Согласно результатам, полученным при помощи фМРТ, подкомпоненты P3a и P3b генерируются в различных зонах мозга [26; 96]. В ряде исследований, проведенных с использованием электромагнитного томографа с низким разрешением, также показаны различные источники генерации компонентов P3a и P3b. Так, компонент P3a локализуется в передней поясной извилине и лобной коре, компонент P3b в задней части поясной извилины и верхней теменной доле [19; 63; 112].

В настоящее время существует ряд гипотез, предполагающих участие различных структур мозга в генерации волны P300, суммируя которые, можно предположить о существовании как корковых (лобная, височная, теменная кора), так и подкорковых (гиппокамп, амигдала, бледный шар, вентро-латеральные ядра таламуса) источников (*рис. 2, 3*) [7; 9; 27; 28; 46; 74; 112]. T. Frodl-Bauch с коллегами в своем исследовании показали участие таламуса, гопоталамуса, медио-базальных отделов лобной доли в генерации ВП, связанных с событием [50]. Исследования, проведенные с помощью МЭГ, показали, что в генерации слуховых ВП, связанных с событием, принимают участие гиппокамп и височная кора [26; 28].

Таким образом, по амплитудно-временным показателям компонента P300 ВП, связанных с событием, его топографии и локализации можно говорить о влиянии различных структур мозга, участвующих в когнитивных процессах, что позволяет использовать данный метод в психофизиологических исследованиях, в частности для оценки состояния когнитивных функций.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА ВП, СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ (P300), У ЛИЦ, ЗЛОУПОТРЕБЛЯЮЩИХ ПАВ

Исследования, изучающие нейрофизиологические и психофизиологические механизмы когнитивной деятельности у лиц, злоупотребляющих ПАВ, базируются вокруг трех основных направлений: 1) изучение преморбидных механизмов, способствующих возникновению и развитию алкогольной или наркотической зависимости; 2) изучение нарушений нейрофизиологических и психофизиологических механизмов когнитивной деятельности, развивающихся вследствие хронического злоупотребления ПАВ; 3) изучение прогностического значения психофизиологических нарушений у пациентов, страдающих алкогольной или наркотической зависимостью. Многочисленными исследованиями показана информативность корковых ВП и возможность их использования для оценки когнитивных нарушений [60; 65; 68; 80], а неинвазивность и абсолютная безвредность делают возможным многократные повторные исследования с целью динамического наблюдения и прогностических построений. Мнение о том, что

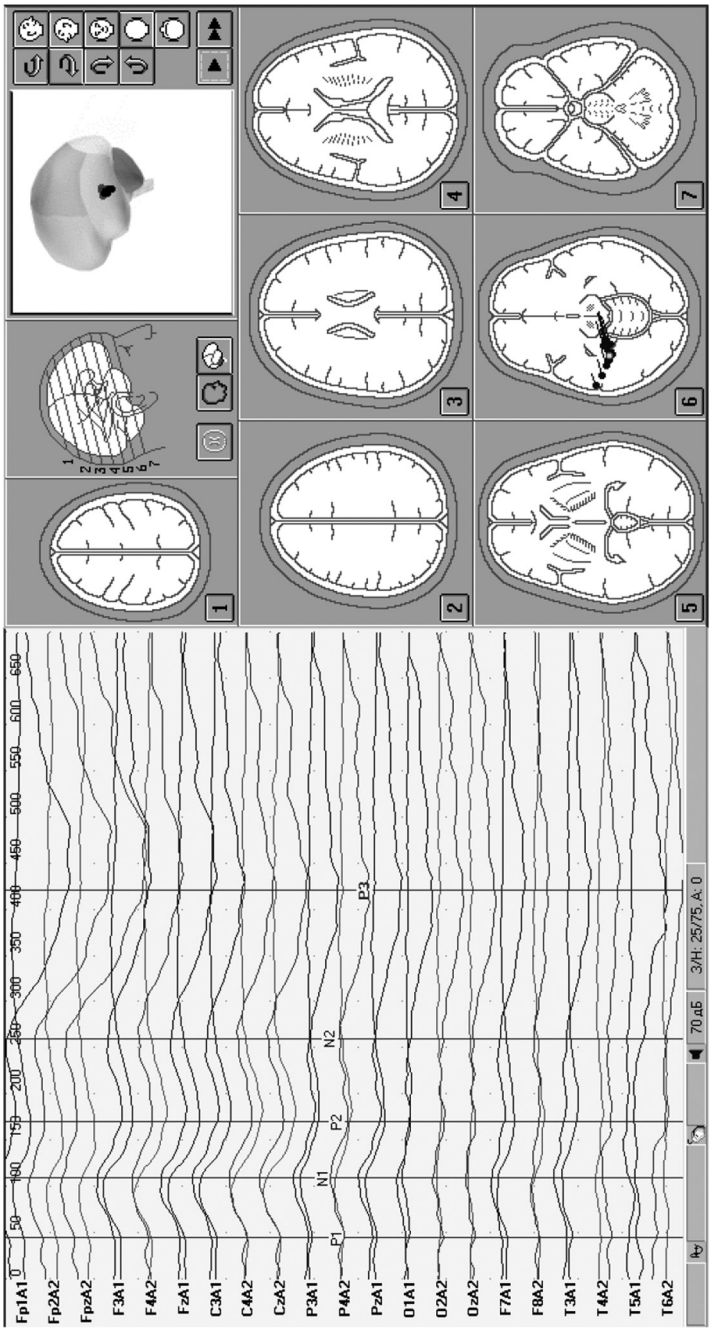

Рис. 2. Слева: слуховой ВП, связанный с событием (P300); справа – пример локализации эквивалентного дипольного источника компонента P300 (проекция гиппокампа слева).

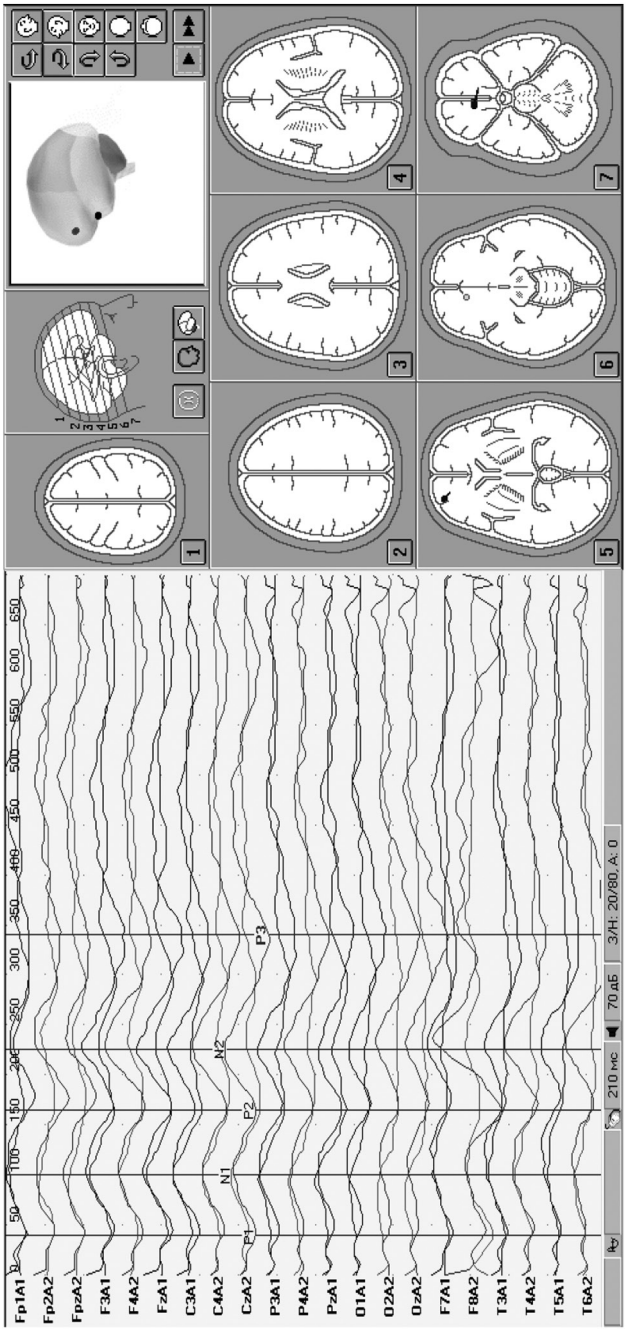

Рис. 3. Слева: слуховой ВП, связанный с событием (P300); справа – пример локализации эквивалентного дипольного источника компонента P300 (медио-базальные отделы лобной доли с двух сторон).

для диагностики различных когнитивных расстройств, возникающих у лиц, злоупотребляющих ПАВ, лучше использовать длиннолатентные (корковые) ВП, базируется на представлениях о мультисинаптической природе этого вида ВП и, следовательно, наличии более выраженного влияния на корковую вызванную активность тех биохимических изменений, которые имеют место у больных, злоупотребляющих ПАВ. Об актуальности изучения влияния ПАВ на когнитивные функции человека свидетельствует увеличение числа работ, посвященных этой теме, за последние несколько лет [35; 47; 66; 69]. Литературный анализ научных исследований последних лет, касающихся применения Р300 в оценке когнитивных функций у лиц, злоупотребляющих ПАВ, показал высокие диагностические возможности в использовании ВП, связанных с событием, у больных алкоголизмом и наркоманией [1–4; 18; 39; 42; 59; 81; 86].

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ, СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ, У ЛИЦ, СТРАДАЮЩИХ АЛКОГОЛИЗМОМ

Многочисленные литературные данные свидетельствуют о том, что у лиц, страдающих алкоголизмом, а также у людей с высоким риском развития зависимости от алкоголя обработка поступающей информации мозгом происходит иначе, чем у лиц, не злоупотребляющих алкоголем. Одним из наиболее убедительных нейрофизиологических маркеров является снижение амплитуды компонента Р300 [18; 39; 42; 59; 81; 86]. Большой вклад в исследование волны Р300 у лиц с высоким риском развития зависимости от ПАВ в отечественную науку внесли данные, полученные в лаборатории клинической нейрофизиологии под руководством профессора Ю.Л. Арзуманова [1–4]. Ю.Л. Арзуманов и коллеги на протяжении многих лет изучали когнитивные ВП у больных алкоголизмом и наркоманиями, показав, что алкогольная интоксикация обладает латерализованным действием на кору больших полушарий головного мозга: у больных, в отличие от здоровых испытуемых, не происходит опережение в обработке сенсорной информации в правом полушарии, что может явиться одной из причин нарушений процессов восприятия. Кроме того, у больных алкоголизмом имеет место диффузная неспецифическая активация коры головного мозга на предъявление осознанного мотивационно значимого слова с вовлечением структур лимбической системы. У больных алкоголизмом снижена амплитуда волны Р300 и увеличен ЛП, что может говорить о нарушении процессов обработки поступающей информации и принятия решения, т.е. нарушения оперативной памяти на события [1–4]. Снижение амплитуды компонента Р300 (как на слуховой, так и на зрительный стимул) зарегистрировано в группах высокого риска по злоупотреблению ПАВ, что может говорить об участии префронтальной коры головного мозга в инициации злоупотребления ПАВ и развитии алкогольной или наркотической зависимости [1-4]. Кроме того, ряд исследований показал, что амплитуда компонента Р300 ниже у женщин, страдающих алкоголизмом, по сравнению с

мужчинами [98]. Petit G. et al в своем исследовании продемонстрировали, что показатели амплитуды компонента P300 были значимым предиктором вероятности возникновения рецидива у лиц с алкогольной зависимостью [90].

Crego A. et al [34] в своем исследовании изучали, как длительное злоупотребление алкоголем влияет на функциональную активность головного мозга у студентов мужского и женского пола во время выполнения задания на зрительное распознавание стимулов. Регистрировали зрительный ВП, связанный с событием, у 32 испытуемых, злоупотребляющих алкоголем, и 52 испытуемых контрольной группы (не употреблявших алкоголь и не имеющих в анамнезе психических и неврологических расстройств). Анализировали амплитудно-временные параметры компонентов N2, P3b. Достоверных изменений в показателях ЛП между группами испытуемых выявлено не было, при этом показатели амплитуды (на значимый, связанный с употреблением алкоголя стимул) были достоверно выше в группе испытуемых, злоупотребляющих алкоголем, по сравнению с контрольной группой. Авторами делается предположение, что в группе испытуемых, длительно употребляющих алкоголь, отмечаются нарушения нейрофизиологических механизмов работы мозга, связанных с обработкой поступающей информации и вниманием, а также может наблюдаться активация нейронных механизмов, связанных с генерацией компонента P3b, что обусловлено злоупотреблением алкоголем в течение длительного времени.

Обзор ряда научных исследований подчеркивает важность использования ВП, связанных с событием (P300), для прогнозирования рецидива среди лиц, злоупотребляющих ПАВ [23; 54; 75]. Результаты большинства психофизиологических исследований групп больных с высоким риском злоупотребления ПАВ свидетельствуют о наличии когнитивных нарушений по меньшей мере у части больных алкоголизмом и наркоманиями уже в преморбиде, об усугублении когнитивных расстройств на фоне хронического злоупотребления ПАВ и о неблагоприятном прогностическом значении выраженных нейрофизиологических нарушений у таких пациентов. В связи с этим, методика P300 может быть полезна для объективизации наличия когнитивных расстройств у лиц молодого возраста, злоупотребляющих ПАВ [25; 53].

В ряде исследований показано, что у лиц, страдающих хроническим алкоголизмом, по сравнению с группой контроля, отмечается снижение амплитуды и удлинение ЛП подкомпонентов P3a и P3b. Также различия в амплитуде и ЛП компонента P300 были обнаружены между испытуемыми контрольной группы и родственниками лиц, страдающих алкоголизмом; между детьми, рожденными от отцов-алкоголиков, и группой контроля. Полученные данные позволяют предположить, что P300 является маркером генетической предрасположенности к алкогольной зависимости [30; 62; 71; 101].

Suresh S. et al [106] в своем исследовании также предполагают, что компонент P3 (P300) может служить генетическим маркером риска развития алкоголизма.

Цель исследования состояла в том, чтобы проанализировать амплитудно-временные параметры компонента P300 слуховых ВП, связанных с событием у женщин, страдающих алкоголизмом (возраст: от 18 до 50 лет) и установить зависимость между амплитудой, ЛП компонента P300 и алкоголизмом, принимая во внимание наличие в качестве отягощающего фактора тревожно-депрессивное расстройство. Было показано, что у женщин, страдающих алкоголизмом, отмечаются более низкие значения в показателях амплитуды компонента P300 по сравнению с теми же показателями у женщин из контрольной группы. При этом снижение амплитуды компонента P300 не было связано с тревожно-депрессивным расстройством. В то же время показатели амплитуды компонента P300 были ниже у женщин с наличием высокой семейной отягощенности по сравнению с женщинами из группы с низкой семейной отягощенностью. Полученные данные подтверждают факт снижения амплитуды компонента P300, связанного с употреблением алкоголя, независимо от наличия отягощающих факторов (в данном случае тревожно-депрессивного расстройства). Влияние фактора семейной отягощенности на показатели амплитуды компонента P300 позволяют предположить наличие генетических факторов риска развития алкоголизма и, следовательно, рассматривать компонент P300 как генетический маркер риска развития алкоголизма у женщин.

Ряд исследований также показали, что у лиц с повышенным риском развития алкоголизма (сыновья отцов-алкоголиков) отмечается снижение амплитуды компонента P300 [4; 29]. Снижение амплитуды компонента P300 также наблюдается у не злоупотреблявших алкоголем родственников алкоголиков, а также у лиц, длительное время воздерживающихся от приема алкоголя. Снижение амплитуды компонента P300 у мужчин, страдающих алкоголизмом, из группы высокого риска коррелирует с количеством членов семьи, страдающих алкоголизмом, а не с количеством потребляемого алкоголя [29; 99].

В исследовании Chwedorowicz R. et al [31] было показано, что амплитуда компонента P300 в лобной, центральной и височной областях мозга у лиц, страдающих алкоголизмом, была достоверно ниже по сравнению с группой контроля.

В работе Anderson N.E. et al [16] было показано снижение амплитуды компонентов P3a, P3b ВП, связанных с событием, у лиц, страдающих алкогольной зависимостью, прервавших лечебный процесс. Авторами делается вывод о возможности использования ВП, связанных с событием, в качестве важной методики для прогнозирования результатов лечения у лиц, страдающих алкоголизмом.

Очень мало работ, посвященных анализу амплитудно-временных параметров ВП, связанных с событием, у лиц, различающихся толерантностью к различным дозам алкоголя. Bartholow B.D. et al [21] в своем исследовании при записи зрительных ВП, связанных с событием, в группах лиц, различающихся толерантностью к алкоголю, демонстрировали 2 вида изображений: на алкогольную тематику и нейтральные. Авторами было показано, что лица, имеющие низкую

толерантность к алкоголю, показали более высокие значения амплитуды компонента P300 на изображения, связанные с алкоголем, что подтверждает гипотезу о том, что амплитуда компонента P300 отражает мотивационную значимость стимула и является предиктором, связанным с риском употребления алкоголя даже среди лиц с низкой толерантностью к алкоголю.

Исследования последних десятилетий показали значительные нарушения амплитудно-временных параметров компонента P300 у лиц, воздерживающихся от приема алкоголя, по сравнению с контрольной группой. Первоначально исследователи связывали нарушения в показателях амплитуды и ЛП компонента P300 с токсическим действием алкоголя на электрическую активность головного мозга. Однако все больше данных указывает на то, что это не так: амплитуда P300 уменьшается также у лиц, длительно воздерживающихся от приема алкоголя (до 10 лет). Эти данные свидетельствуют о том, что нарушения амплитудных показателей волны P300 могут не являться функциональным последствием алкоголизма, а отражать те физиологические процессы, которые предшествовали злоупотреблению алкоголем [29; 99].

Ряд исследований был посвящен анализу амплитудно-временных параметров компонента P300 в популяции детей и молодых родственников, чьи родные страдают алкоголизмом и наркоманиями [17; 97; 100]. Было показано, что у данной категории лиц отмечается снижение амплитуды компонента P300 и нарушения в выполнении префронтальных нейропсихологических проб [87]. При этом, по данным Hill S.Y. с соавторами [61], амплитуда P300 у ближайших родственников пациентов, страдающих наркоманией, соответствует норме.

В исследовании Antolin T. et al [17] показатели амплитуды и ЛП компонента P300, зарегистрированные у детей в возрасте 12 лет, являлись предикторами злоупотребления ПАВ через четыре года после первичного обследования, то есть в возрасте 16 лет, показав значительный вклад лобных долей головного мозга в формирование компонента P300. Учитывая данные Kable J.A. с соавт. [67] о снижении активации медио-базальных отделов лобной доли слева у лиц с асоциальным расстройством личности по сравнению с контрольной группой, можно предположить, что недостаточность функций лобной коры левого полушария и ее связей с подкорковыми структурами является особенно неблагоприятным прогностическим фактором в отношении антисоциального поведения, включая злоупотребление ПАВ.

В исследовании Steinhauer S.R. et al [104] была предпринята попытка изучения амплитудно-временных показателей ВП, связанных с событием (P300), как вероятного маркера риска развития алкоголизма. Были обследованы две группы испытуемых в возрасте от 8 до 18 лет. I группа (группа высокого риска) – 51 ребенок, у которых родственники первой и второй степени родства страдали от алкоголизма. II группа (группа низкого риска) – 42 ребенка, у которых родственники первой или второй степени родства не страдали от алкоголизма.

Проводилась запись слуховых ВП, связанных с событием, в парадигме "odd-ball". Полученные данные показали, что амплитуда компонента P300 была меньше у детей из группы высокого риска по сравнению с группой детей низкого риска развития зависимости от алкоголя. При группировании полученных данных по полу и возрасту (8–12 и 13–18 лет) было продемонстрировано, что показатели амплитуды компонента P300 были максимально снижены у подростков старшего возраста из группы высокого риска, по сравнению с подростками из группы низкого риска развития зависимости от алкоголя. При этом показатели амплитуды и ЛП ранних компонентов N100 и P200 не коррелировали с группой риска развития зависимости от алкоголя. Таким образом, показатели компонента P300 могут служить маркером риска развития зависимости от алкоголя в старшем подростковом возрасте.

Большинство исследований, изучающих нейрофизиологические механизмы нарушения когнитивных функций у лиц, злоупотребляющих ПАВ, сосредоточили свое внимание на компоненте P300. Действительно, как показано в данном обзоре, нарушение амплитудно-временных параметров компонента P300 у лиц, страдающих алкоголизмом, хорошо установленный факт, отражающий нарушения процесса принятия решения. Однако, как известно, процесс обработки поступающей информации (как слуховой, так и зрительной) состоит из нескольких этапов, каждый из которых имеет свои электрофизиологические корреляты, следовательно, нарушения, наблюдаемые у больных, страдающих алкоголизмом, отражают не только уровень принятия решения (P300), но и более ранние этапы обработки информации (P50, P100, N170, N200). Было показано выраженное снижение торможения компонента P50 (на слуховые стимулы) у лиц, страдающих хроническим алкоголизмом, что может указывать на дефицит торможения на начальном этапе обработки сенсорной информации [76]. Исследование Fuentemilla L. et al [52] также подтверждает тот факт, что у больных алкоголизмом могут наблюдаться изменения амплитудно-временных параметров ранних компонентов слуховых ВП, связанных с событием, в частности снижение амплитуды компонента N100. Полученные данные позволяют авторам сделать предположение, что хронический алкоголизм приводит к функциональным нарушениям на самых ранних этапах обработки сенсорной информации.

В работе Kroczek A.M. et al [71] были проанализированы показатели ЛП, амплитуды компонентов P100 и поздних положительных потенциалов (от англ. "late positive potential", ППП) зрительных ВП, связанных с событием, у лиц, страдающих алкоголизмом. Пациентам предъявляли 2 группы изображений: с алкогольными и безалкогольными напитками. Было показано, что у лиц с тяжелой формой алкоголизма показатели ЛП компонента P100 были короче, а показатели амплитуды ППП увеличены при предъявлении изображений с алкогольными напитками, по сравнению с тем же показателем при предъявлении изображений с безалкогольными напитками. Авторами делается заключение, что сигнальная значи-

мость стимула у лиц с тяжелой формой алкоголизма была связана с процессами раннего селективного внимания и мотивационной значимостью стимула.

Matheus-Roth C. et al [78] в своем исследовании продемонстрировали, что пациенты, у которых амплитуда зрительных ВП, связанных с событием, уменьшалась в ответ на мотивационно значимые изображения (связанные с алкоголем) по сравнению с нейтральными изображениями, после проведения детоксикационных мероприятий воздерживались от употребления алкоголя в течение 3 месяцев [80]. При этом увеличение амплитуды компонента N170 и удлинение ЛП компонента N200 на мотивационно значимые стимулы являются прогностическим фактором риска развития рецидива алкоголизма [78].

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ, СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ (P300), У ЛИЦ С НАРКОТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТЬЮ

В работах Marhe R. et al [77] и Van der Sluys M.E. et al [110] показано снижение амплитуды и удлинение ЛП компонентов N200, P300 у лиц с кокаиновой зависимостью, находящихся в состоянии ремиссии в течение 3 месяцев после проведения детоксикационных мероприятий.

Fink B.C. et al [44] в своей работе показали уменьшение амплитуды компонента N200 и подкомпонента P3a у больных наркоманией, причем амплитуда волны P300 была значительно ниже у лиц, досрочно прекративших лечение.

В работе Haifeng J. et al [57] было показано изменение амплитуды компонента P300, преимущественно в левом полушарии, сохраняющееся на протяжении 6 месяцев ремиссии зависимости от метамфетаминов. Авторами делается предположение о возможном использовании ВП, связанных с событием (P300), в качестве объективного показателя, отражающего когнитивные расстройства у пациентов с синдромом зависимости от психостимуляторов.

Singh S.M. et al [101; 102] в своих исследованиях оценивали когнитивные функции и анализировали показатели ВП, связанных с событием, у мужчин с опиоидной зависимостью, их братьев, а также испытуемых контрольной группы с целью выявления общих генетических факторов в развитии опиоидной зависимости. Всем испытуемым проводилась оценка состояния когнитивных функций с использованием Висконсинского теста сортировки карточек (WCST) и запись слуховых ВП, связанных с событием (P300). Группа лиц с наличием опиоидной зависимости показала наихудшие результаты по Висконсинскому тесту сортировки карточек по сравнению с контрольной группой. Результаты ВП, связанных с событием, показали, что в группе лиц с опиоидной зависимостью отмечались наименьшие показатели амплитуды компонента P300, как межпиковой амплитуды N200/P300, по сравнению с контрольной группой. При этом как данные, полученные по Висконсинскому тесту сортировки карточек, так и результаты ВП, связанных с событием, в группе сиблингов занимали промежуточный вариант между данными из группы лиц с опиоидной зависимостью и контрольной груп-

пой. Авторы делают предположение, что показатели ВП, связанных с событием, отражающие нарушения исполнительных функций, можно рассматривать как маркеры генетической предрасположенности к развитию опиоидной зависимости.

Franken I.H.A. et al [48] анализировали амплитудно-временные параметры компонента P300 зрительных ВП, связанных с событием, у лиц с героиновой зависимостью. Были обследованы 19 мужчин, страдающих героиновой зависимостью, и 14 мужчин из контрольной группы. Авторами было показано, что лица, страдающие героиновой зависимостью, демонстрируют наибольшие показатели амплитуды компонента P300 на мотивационно значимые изображения (связанные с героином), по сравнению с теми же показателями на нейтральные стимулы. У испытуемых контрольной группы различий в амплитудно-временных показателях компонента P300 на мотивационно значимые и нейтральные стимулы выявлено не было. Кроме того, у лиц с героиновой зависимостью отмечалась корреляционная зависимость между показателями ЛП компонента P300 на мотивационно значимые стимулы и показателями, оценивающими алкогольную зависимость. Данное исследование демонстрирует нейрофизиологические доказательства того, что обработка информации, связанная с наркотиками, у пациентов с героиновой зависимостью является патологичной и требует соответствующих лечебных мероприятий.

Позднее Lubman D.I. et al [73] в своем исследовании также показали влияние употребления наркосодержащих веществ на показатели амплитуды компонента P300 зрительных ВП, связанных с событием. Отмечалось увеличение амплитуды компонента P300 на мотивационно значимые изображения у лиц с героиновой зависимостью, по сравнению с испытуемыми контрольной группы. Авторы используют показатель амплитуды компонента P300 в качестве нейрофизиологического маркера, оценивающего риск возникновения зависимости от употребления наркосодержащих веществ.

Yang L. et al [113] также оценивали амплитудно-временные показатели компонента P300 зрительных ВП, связанных с событием, в ответ на эмоционально значимые и нейтральные стимулы у лиц с героиновой зависимостью, а также у испытуемых контрольной группы. Было показано, что изображения, связанные с наркотиками, приобретают мотивационную значимость и автоматически привлекают внимание у лиц, употребляющих героин, начиная с ранних этапов обработки информации, даже в том случае, когда им демонстрируют нейтральные изображения. Таким образом, показатели ВП, связанных с событием, в обследовании лиц с наркотической зависимостью могут дать дополнительную информацию для определения тактики лечебно-диагностических мероприятий.

Papageorgiou C.C. et al [88] в своем исследовании оценивали амплитудно-временные показатели компонента P300 слуховых ВП, связанных с событием, у трех групп испытуемых: I группа (18 человек) – лица с опиоидной зависимостью

(употребляющие героин на момент исследования); II группа (20 человек) – лица, воздерживающиеся от употребления героина в течение 6 месяцев; III группа (20 человек) – контрольная группа. Было показано, что у лиц из I группы на момент исследования отмечалось резкое снижение амплитуды компонента P300 по сравнению с теми же показателями у испытуемых из II и III групп.

Su B. et al [105] изучали показатели зрительных ВП, связанных с событием, у лиц со стойкой ремиссией (8–24 месяца) от употребления опиоидных наркотиков (героина), а также испытуемых контрольной группы. Было показано, что у пациентов с опиоидной зависимостью отмечается резкое снижение амплитуды компонента N200 при предъявлении изображений, связанных с наркотиками, даже после длительного воздержания от употребления. Таким образом, показатели компонента N200 могут быть использованы в качестве нейрофизиологического маркера оценки риска развития рецидива, и корректировки результатов лечения у лиц, употребляющих наркотические вещества.

Таким образом, обзор литературных данных позволяет сделать вывод о высокой прогностической значимости ВП, связанных с событием, у лиц, злоупотребляющих ПАВ, расширении подходов к диагностике аддиктивного поведения.

ВЛИЯНИЕ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ, СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ, У ЛИЦ, ЗЛОУПОТРЕБЛЯЮЩИХ ПАВ

В данном обзоре хотелось бы кратко остановиться на влиянии транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) на параметры ВП, связанных с событием, у лиц, злоупотребляющих ПАВ. Необходимо отметить, что информация о влиянии ТМС на амплитудно-временные параметры компонента P300 у лиц, злоупотребляющих ПАВ, является скудной и неоднозначной, при этом в большинстве исследований показан положительный эффект от ТМС на амплитудно-временные показатели P300. Как известно, у лиц, злоупотребляющих ПАВ, отмечается нарушение функциональной активности дорсолатеральной префронтальной коры, которая лежит в основе принятия решения, планирования и мотивационного поведения. В настоящее время наибольшими диагностическими возможностями пользуется метод транскраниальной стимуляции постоянным током в диагностике и лечении лиц, злоупотребляющих ПАВ. Данный метод показал свои высокие возможности при стимуляции дорсолатеральной префоронтальной коры для облегчения симптомов зависимости. Отмечено улучшение амплитудно-временных показателей ВП, связанных с событием, после применения серии сеансов ТМС постоянным током у лиц, злоупотребляющих ПАВ. Так в исследовании Nakamura-Palacios E.M. et al [85] были обследованы 49 пациентов, страдающих алкогольной зависимостью. Была проведена ТМС постоянным током над областью левой дорсолатеральной префронтальной коры и было показано, что после применения серии сеансов ТМС постоянным током у пациентов отмеча-

лось увеличение амплитуды компонента P300 в лобно-центральных отведениях. Похожие исследования были продолжены da Silva M.C. с соавт. [38], которые оценивали эффекты от повторных сеансов ТМС постоянным током у 13 пациентов, страдающих алкогольной зависимостью. Авторами было показано, что после применения серии сеансов ТМС постоянным током у обследованных испытуемых отмечалось улучшение настроения, увеличение амплитуды и укорочение ЛП компонента P300 слуховых ВП, связанных с событием, улучшение психологических показателей, оценивающих когнитивные функции. Den Uyl T.E. et al [40] применили серию сеансов ТМС постоянным током 78 пациентам, злоупотребляющим алкоголем. Авторы оценивали поведенческие и когнитивные функции, а также записывали зрительный вызванный потенциал, связанный с событием, в парадигме "odd-ball". Полученные данные показали, что после применения сеансов ТМС постоянным током у обследованных больных отмечалось отсутствие тяги к спиртному, а также улучшение амплитудно-временных показателей зрительных ВП, связанных с событием.

Подобные исследования с применением ТМС были проведены среди лиц, употребляющих наркотические вещества. Так, в исследовании Conti C.L. et al [32] оценивали влияние двусторонней ТМС постоянным током (область левой и правой дорсолатеральной префронтальной коры) у 13 пациентов, зависимых от крэка. Было показано, что применение одного сеанса ТМС постоянным током увеличивает амплитуду компонента N200 зрительных ВП, связанных с событием при использовании в качестве зрительных стимулов изображений, связанных с крэком. Позднее те же авторы [33] сообщили о влиянии как однократной, так и многократной ТМС постоянным током на когнитивные функции, при этом по сравнению с эффектами, полученными при однократной стимуляции, многократный повторяющийся эффект от ТМС постоянным током распространяется за пределы дорсолатеральной префронтальной коры, затрагивая теменную кору, орбитофронтальную кору и переднюю поясную извилину. Таким образом, ТМС постоянным током у лиц, злоупотребляющих ПАВ, может улучшить клинико-диагностические показатели в процессе лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая появление новых и усовершенствование уже имеющихся перспективных психофизиологических методик, а также стремительное развитие методов функциональной нейровизуализации, можно ожидать, что проблема взаимосвязи когнитивных расстройств с возникновением и развитием зависимости от ПАВ не утратит своей актуальности в ближайшем будущем. ВП, связанные с событием, уникально подходят для расширения нашего понимания изменений основных нейрофизиологических механизмов, лежащих в основе когнитивных расстройств у лиц, злоупотребляющих ПАВ, и позволят решить практические задачи, связанные с разработкой методов лечения и осуществлением профилактических мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Арзуманов Ю.Л.* Психофизиологические основы алкоголизма и наркоманий. – М., 2001. – 220 с.
2. *Арзуманов Ю.Л., Абакумова А.А., Адамова А.В., Федулова А.П.* Нарушение неосознаваемого восприятия при употреблении психоактивных веществ // Вопросы наркологии. – 2008. – №3. – С. 33–46.
3. *Арзуманов Ю.Л., Абакумова А.А., Борисова Е.В., Адамова А.В.* Роль неосознаваемых мотивационно-значимых раздражителей при героиновой наркомании // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. – 2010. – Т. 110. – №5. – С. 15–18.
4. *Арзуманов Ю.Л., Абакумова А.А., Мадзигон В.Л.* Особенности вызванной электрической активности коры мозга у лиц с семейной отягощенностью злоупотреблением психоактивными веществами // Наркология. – 2018. – Т. 17. – №3. – С. 46–54.
5. *Батухтина Е.И., Невидимова Т.И., Ветлугина Т.П., Кокорина Н.П., Бохан Н.А.* Нейрофизиологические паттерны поисковой и творческой активности у лиц с расстройствами, вызванными употреблением психоактивных веществ // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2013. – Т. 156. – №11. – С. 536–540.
6. *Березина И.Ю., Куксова Н.С., Сумский Л.И.* Стволовой акустический вызванный потенциал и слуховой, связанный с событием потенциал в оценке печеночной энцефалопатии // Функциональная диагностика. – 2000. – №4. – С. 47–53.
7. *Гнездицкий В.В.* Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. – М.: МЕДпресс-информ, 2003. – 264 с.
8. *Донской Д.А., Копытов А.В.* Роль когнитивных функций в формировании алкогольной зависимости и их влияние на эффективность лечения // Военная медицина. – 2016. – №4. – С. 99–106.
9. *Кропотов Ю.Д., Пронина М.В., Поляков Ю.И., Пономарев В.А.* Функциональные биомаркеры в диагностике психических заболеваний: когнитивные вызванные потенциалы // Физиология человека. – 2013. – Т. 39. – №1. – С. 14–25.
10. *Куксова Н.С., Сумский Л.И.* Диагностические возможности метода стволового акустического вызванного потенциала в нейрохирургической клинике // Нейрохирургия. – 2007. – №2. – С. 5–10.
11. *Панков М.Н., Кожевникова И.С., Старцева Л.Ф.* Клинико-нейрофизиологические особенности подростков с эмоциональными и поведенческими нарушениями при различном стаже употребления психоактивных веществ // The scientific heritage. – 2020. – Vol. 47. – P. 44–47.
12. *Полунина А.Г., Давыдов Д.М., Брюн Е.А.* Нейропсихологические исследования когнитивных нарушений при алкоголизме и наркоманиях // Психологический журнал. – 2004. – Т. 25. – №5. – С. 70–76.
13. *Сумский Л.И., Березина И.Ю., Куксова Н.С., Ражба Ю.Л.* Стволовой акустический вызванный потенциал у больных в коме, развившейся после черепно-мозговой травмы // Функциональная диагностика. – 2015. – №1. – С. 3–8.
14. *Турдалиева Б.С., Багиярова Ф.А., Касиева Б.С.* Заболеваемость психическими расстройствами и расстройствами поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ // Наука о жизни и здоровье. – 2019. – №3. – С. 74–79. – doi:10.24411/2415-7414-2019-10040.
15. *Чухловина М.Л.* Когнитивные нарушения у лиц, злоупотребляющих психоактивными веществами // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2015. – №6. – С. 83–85. – doi: 10.17116/jnevro20151156183-85.

16. *Anderson N.E., Baldridge R.M., Stanford M.S.* P3a amplitude predicts successful treatment program completion in substance-dependent individuals // Subst Use Misuse. – 2011. – Vol. 46. – N5. – P. 669–677. – doi: 10.3109/10826084.2010.528123.
17. *Antolin T., Berman S.M., Conner B.T., Ozkaragoz T.Z., Sheen C.L., Ritchie T.L., Noble E.P.* D2 dopamine receptor (DRD2) gene, P300, and personality in children of alcoholics // Psychiatry. Res. – 2009. – Vol. 166. – N2-3. – P. 91–101. – doi: 10.1016/j.psychres.2007.12.005.
18. *Andrew C., Fein G.* Event-related oscillations versus event-related potentials in a P300 task as biomarkers for alcoholism // Alcohol. Clin. Exp. Res. – 2010. – Vol. 34. – N4. – P. 669–680. – doi: 10.1111/j.1530-0277.2009.01136.x.
19. *Bachiller A., Romero S., Molina V., Alonso J.F., Mañanas M.A., Poza J., Hornero R.* Auditory P3a and P3b neural generators in schizophrenia: An adaptive sLORETA P300 localization approach // Schizophr. Res. – 2015. – Vol. 169. – N1-3. – P. 318–325. – doi: 10.1016/j.schres.2015.09.028.
20. *Baldeweg T., Klugman A., Gruzelier J.H., Hirsch S.R.* Impairment in frontal but not temporal components of mismatch negativity in schizophrenia // Int. J. Psychophysiol. – 2002. – Vol. 43. – N2. – P. 111–122. – doi: 10.1016/s0167-8760(01)00183-0.
21. *Bartholow B.D., Henry E.A., Lust S.A.* Effects of alcohol sensitivity on P3 event-related potential reactivity to alcohol cues // Psychol. Addict. Behav. – 2007. – Vol. 21. – N4. – P. 555–563. – doi: 10.1037/0893-164X.21.4.555.
22. *Barry R.J., Steiner G.Z., De Blasio F.M., Fogarty J.S., Karamacoska D., MacDonald B.* Components in the P300: Don't forget the Novelty P3! // Psychophysiology. – 2020. – Vol. 57. – N7. – doi: 10.1111/psyp.13371.
23. *Bauer L.O.* Neural responses to signals for behavior change: greater within-person variability is associated with risk factors for substance dependence // Alcoholism Clinical and experimental research. – 2020. – Vol. 44. – N9. – P. 1783–1790. – doi: 10.1111/acer.14421.
24. *Bauer L.O.* Frontal P300 decrements, childhood conduct disorder, family history, and the prediction of relapse among abstinent cocaine abusers // Drug Alcohol. Depend. – 1997. – Vol. 44. – N1. – P. 1–10. – doi: 10.1016/s0376-8716(96)01311-7.
25. *Bekker E.M., Kenemans J.L., Verbaten M.N.* Electrophysiological correlates of attention, inhibition, sensitivity and bias in a continuous performance task // Clin. Neurophysiol. – 2004. – Vol. 115. – N9. – P. 2001–2013. – doi: 10.1016/j.clinph.2004.04.008.
26. *Bledowski C., Prvulovic D., Hoechstetter K., Scherg M., Wibral M., Goebel R., Linden D.E.J.* Localizing P300 generators in visual target and distractor processing: a combined event-related potential and functional magnetic resonance imaging study // J. Neurosci. – 2004. – Vol. 24. – N42. – P. 9353–9360. – doi: 10.1523/JNEUROSCI.1897-04.2004.
27. *Bonala B.K., Jansen B.H.* A computational model for generation of the P300 evoked potential component // J. Integr. Neurosci. – 2012. – Vol. 11. – N3. – P. 277–294. – doi: 10.1142/S0219635212500215.
28. *Brázdil M., Dobsík M., Mikl M., Hlustík P., Daniel P., Pazourková M., Krupa P., Rektor I.* Combined event-related fMRI and intracerebral ERP study of an auditory oddball task // Neuroimage. – 2005. – Vol. 26. – N1. – P. 285–293. – doi: 10.1016/j.neuroimage.2005.01.051.
29. *Campanella S., Petit G., Maurage P., Kornreich C., Verbanck P., Noël X.* Chronic alcoholism: insights from neurophysiology // Neurophysiol. Clin. – 2009. – Vol. 39. – N4-5. – P. 191–207. – doi: 10.1016/j.neucli.2009.08.002.
30. *Campanella S., Schroder E., Kajosch H., Noel X., Kornreich C.* Why cognitive event-related potentials (ERPs) should have a role in the management of alcohol disorders // Neurosci. Biobehav. Rev. – 2019. – Vol. 106. – P. 234–244.– doi: 10.1016/j.neubiorev.2018.06.016.
31. *Chwedorowicz R., Raszewski G., Kapka-Skrzypczak L., Sawicki K., Studziński T.* Event-related potentials (ERP) and SGIP1 gene polymorphisms in alcoholics: relation to family history of

alcoholism and drug usage // Ann. Agric. Environ. Med. – 2016. – Vol. 23. – N4. – P. 618–624. – doi: 10.5604/12321966.1226856.

32. *Conti C.L., Moscon J.A., Fregni F., Nitsche M.A., Nakamura-Palacios E.M.* Cognitive related electrophysiological changes induced by non-invasive cortical electrical stimulation in crack-cocaine addiction // Int. J. Neuropsychopharmacol. – 2014. – Vol. 17. – N9. – P. 1465–1475. – doi: 10.1017/S1461145714000522.
33. *Conti C.L., Nakamura-Palacios E.M.* Bilateral transcranial direct current stimulation over dorsolateral prefrontal cortex changes the drug-cued reactivity in the anterior cingulate cortex of crack-cocaine addicts // Brain Stimul. – 2014. – Vol. 7. – N1. – P. 130–132. – doi: 10.1016/j.brs.2013.09.007.
34. *Crego A., Cadaveira F., Parada M., Corral M., Caamaño-Isorna F., Holguín S.R.* Increased amplitude of P3 event-related potential in young binge drinkers // Alcohol. – 2012. – Vol. 46. – N5. – P. 415–425. – doi: 10.1016/j.alcohol.2011.10.002.
35. *Cruz V.D., Costa Santos S.S., Tomaschewski-Barlem J.G., Tarouco da Silva B., Lange C., Gautério de Abreu D.P., Oliveira F.S.* Assessment of health/functioning of older adults who consume psychoactive substances // Rev. Bras. Enferm. – 2018. – Vol. 71. – N3. – P. 942–950. – doi: 10.1590/0034-7167-2016-0637.
36. *Daltrozzo J., Wioland N., Mutschler V., Kotchoubey B.* Predicting coma and other low responsive patients outcome using event-related brain potentials: a meta-analysis // Clin Neurophysiol. – 2007. – Vol. 118. – N3. – P. 606–614. – doi: 10.1016/j.clinph.2006.11.019.
37. *Davis H.* Enhancement of evoked cortical potentials in humans related to a task requiring a decision // Science. – 1964. – Vol. 145. – P. 182.
38. *Da Silva M.C., Conti C.L., Klauss J., Alves L.G., do Nascimento Cavalcante H.M., Fregni F., Nitsche M.A., Nakamura-Palacios E.M.* Behavioral effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) induced dorsolateral prefrontal cortex plasticity in alcohol dependence // J. Physiol. Paris. – 2013. – Vol. 107. – N6. – P. 493–502. – doi: 10.1016/j.jphysparis.2013.07.003.
39. *Da Silva M.C., Benegal V., Devi M., Mukundan C.R.* Cognitive deficits in children of alcoholics: At risk before the first sip! // Indian J. Psychiatry. – 2007. – Vol. 49. – N3. – P. 182–188. – doi: 10.4103/0019-5545.37319.
40. *Den Uyl T.E., Gladwin T.E., Wiers R.W.* Electrophysiological and behavioral effects of combined transcranial direct current stimulation and alcohol approach bias retraining in hazardous drinkers // Alcohol. Clin. Exp. Res. – 2016. – Vol. 40. – N10. – P. 2124–2133. – doi: 10.1111/acer.13171.
41. *Deuschl G., Eisen A.* Recommendations for the practice of clinical neurophysiology: guidelines of the International Federation of Clinical Neurophysiology // Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. Suppl. – 1999. – Vol. 52. – P. 1–304.
42. *Domínguez-Centeno I., Jurado-Barba R., Sion A., Martinez-Maldonado A., Castillo-Parra G., López-Muñoz F., Rubio G., Martinez-Gras I.* P3 component as a potential endophenotype for control inhibition in offspring of alcoholics // Alcohol. Alcohol. – 2018. – Vol. 53. – N6. – P. 699–706. – doi: 10.1093/alcalc/agy051.
43. *Duncan C.C., Barry R.J., Connolly J.F., Fischer C., Michie P.T., Näätänen R., Polich J., Reinvang I., Petten C.V.* Event-related potentials in clinical research: guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400 // Clin. Neurophysiol. – 2009. – Vol. 120. – N11. – P. 1883–1908. – doi: 10.1016/j.clinph.2009.07.045.
44. *Fink B.C., Steele V.R., Maurer M.J., Fede S.J., Calhoun V.D., Kiehl K.A.* Brain potentials predict substance abuse treatment completion in a prison sample // Brain Behav. – 2016. – Vol. 6. – N8. – doi: 10.1002/brb3.501.

45. *Folstein J.R., Petten C.V.* Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: a review // Psychophysiology. – 2008. – Vol. 45. – N1. – P. 152–170. – doi: 10.1111/j.1469-8986.2007.00602.x.
46. *Fonken Y.M., Kam J.W.Y., Knight R.T.* A differential role for human hippocampus in novelty and contextual processing: Implications for P300 // Psychophysiology. – 2020. – Vol. 57. – N7. – doi: 10.1111/psyp.13400.
47. *Franke A.G., Bagusat C., Rust S., Engel A., Lieb K.* Substances used and prevalence rates of pharmacological cognitive enhancement among healthy subjects // Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci. – 2014. – Vol. 264. – N1. – P. 83–90. – doi: 10.1007/s00406-014-0537-1.
48. *Franken I.H.A., Stam C.J., Hendriks V.M., van den Brink W.* Neurophysiological evidence for abnormal cognitive processing of drug cues in heroin dependence // Psychopharmacology (Berl). – 2003. – Vol. 170. – N2. – P. 205–212. – doi: 10.1007/s00213-003-1542-7.
49. *Freunberger R., Klimesch W., Doppelmayr M., Höller Y.* Visual P2 component is related to theta phase-locking // Neurosci. Lett. – 2007. – Vol. 426. – N3. – P. 181–186. – doi: 10.1016/j.neulet.2007.08.062.
50. *Frodl-Bauch T., Bottlender R., Hegerl U.* Neurochemical substrates and neuroanatomical generators of the event-related P300 // Neuropsychobiology. – 1999. – Vol. 40. – N2. – P. 86–94. – doi: 10.1159/000026603.
51. *Fu L.P., Bi G.H., Zou Z.T., Wang Y., Ye E.M., Ma L., Ming-Fan, Yang Z.* Impaired response inhibition function in abstinent heroin dependents: an fMRI study // Neurosci. Lett. – 2008. – Vol. 438. – N3. – P. 322–326. – doi: 10.1016/j.neulet.2008.04.033.
52. *Fuentemilla L., Marco-Pallarés J., Gual A., Escera C., Polo M.D., Grau C.* Impaired theta phase-resetting underlying auditory N1 suppression in chronic alcoholism // Neuroreport. – 2009. – Vol. 20. – N3. – P. 337–342. – doi: 10.1097/WNR.0b013e32832326ed.
53. *Garfield J.B.B., Allen N.B., Cheetham A., Simmons J.G., Lubman D.I.* Attention to pleasant stimuli in early adolescence predicts alcohol-related problems in mid-adolescence // Biol. Psychol. – 2015. – Vol. 108. – P. 43–50. – doi: 10.1016/j.biopsycho.2015.03.014.
54. *Glenn S.W., Sinha R., Parsons O.A.* Electrophysiological indices predict resumption of drinking in sober alcoholics // Alcohol. – 1993. – Vol. 10. – N2. – P. 89–95. – doi: 10.1016/0741-8329(93)90086-4.
55. *Goldstein R.Z., Volkow N.D.* Dysfunction of the prefrontal cortex in addiction: neuroimaging findings and clinical implications // Nat. Rev. Neurosci. – 2011. – Vol. 12. – N11. – P. 652–669. – doi: 10.1038/nrn3119.
56. *Haider M., Spong P., Lindsley D.B.* Attention, vigilance and cortical evoked potentials in humans // Science. – 1964. – Vol.1 45. – P. 180.
57. *Haifeng J., Wenxu Z., Hong C., Chuanwei L., Jiang D., Haiming S., Zhikang C., Din X., Jijun W., Min Z.* P300 event-related potential in abstinent methamphetamine-dependent patients // Physiol. Behav. – 2015. – Vol. 149. – P. 142–148. – doi: 10.1016/j.physbeh.2015.06.003.
58. *Hall M., Jensen J.E., Du F., Smoller J.W., O'Connor L., Spencer K.M., Öngür D.* Frontal P3 event-related potential is related to brain glutamine/glutamate ratio measured in vivo // Neuroimage. – 2015. – Vol. 111. – P. 186–191. – doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.02.014.
59. *Hamidovic A., Wang Y.* The P300 in alcohol use disorder: A meta-analysis and meta-regression // Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry. – 2019. – Vol. 95. – doi: 10.1016/j.pnpbp.2019.109716.
60. *Helfrich R.F., Knight R.T.* Cognitive neurophysiology: Event-related potentials // Handb. Clin. Neurol. – 2019. – Vol. 160. – P. 543–558. – doi: 10.1016/B978-0-444-64032-1.00036-9.
61. *Hill S.Y., Jones B.L., Steinhauer S.R., Zezza N., Stiffler S.* Longitudinal predictors of cannabis use and dependence in offspring from families at ultra high risk for alcohol dependence and in control

families // Am. J. Med. Genet. B. Neuropsychiatr. Genet. – 2016. – Vol. 171B. – N3. – P. 383–395. – doi: 10.1002/ajmg.b.32417.

62. *Houston R.J., Schlienz N.J.* Event-related potentials as biomarkers of behavior change mechanisms in substance use disorder treatment // Biol. Psychiatry. Cogn. Neurosci. Neuroimaging. – 2018. – Vol. 3. – N1. – P. 30–40. – doi: 10.1016/j.bpsc.2017.09.006.
63. *Huang W.J., Chen W.W., Zhang X.* The neurophysiology of P 300 – an integrated review // Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci. – 2015. – Vol. 19. – N8. – P. 1480–1488.
64. *Huang A.S., Mitchell J.A., Haber S.N., Alia-Klein N., Goldstein R.Z.* The thalamus in drug addiction: from rodents to humans // Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. – 2018. – Vol. 373. – N1742. – doi: 10.1098/rstb.2017.0028.
65. *Irimajiri R., Golob E.J., Starr A.* Auditory brain-stem, middle- and long-latency evoked potentials in mild cognitive impairment // Clinical Neurophysiology. – 2005. – Vol. 116. – N8. – P. 1918–1929.
66. *Jager G., de Win M.M.L., van der Tweel I., Schilt T., Kahn R.S., van den Brink W., van Ree J.M., Ramsey N.F.* Assessment of cognitive brain function in ecstasy users and contributions of other drugs of abuse: results from an FMRI study // Neuropsychopharmacology. – 2008. – Vol. 33. – N2. – P. 247–258. – doi: 10.1038/sj.npp.1301415.
67. *Kable J.A., Coles C.D.* Prefrontal cortical responses in children with prenatal alcohol-related neurodevelopmental impairment: A functional near-infrared spectroscopy study // Clin. Neurophysiol. – 2017. – Vol. 128. – N11. – P. 2099–2109. – doi: 10.1016/j.clinph.2017.08.009.
68. *Karim B., Florence P., Jacques T., Gérard R.* Diagnostic value of event-related evoked potentials N200 and P300 subcomponents in early diagnosis of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment // Journal of Clinical Neurophysiology. – 2007. – Vol. 24. – N5. – P. 405–412. – doi: 10.1097/WNP.0b013e31815068d5.
69. *Khemiri L., Steensland P., Guterstam J., de Manzano Ö., Franck J., Jayaram-Lindström N.* Effects of the monoamine stabilizer (-)OSU6162 on cognitive function in alcohol dependence // Psychopharmacology (Berl). – 2020. – Vol. 237. – N1. – P. 69–82. – doi: 10.1007/s00213-019-05345-6.
70. *Kim J.E., Kim G.Ha., Hwang J., Kim J.Y., Renshaw P.F., Yurgelun-Todd D.A., Kim B., Kang I., Jeon S., Ma J., Lyoo I.K., Yoon S.* Metabolic alterations in the anterior cingulate cortex and related cognitive deficits in late adolescent methamphetamine users // Addict. Biol. – 2018. – Vol. 23. – N1. – P. 327–336. – doi: 10.1111/adb.12473.
71. *Kroczek A.M., Haeussinger F.B., Hudak J., Vanes L.D., Fallgatter A.J., Ehlis A.C.* Cue reactivity essentials: event-related potentials during identification of visual alcoholic stimuli in social drinkers // J. Stud. Alcohol. Drugs. – 2018. – Vol. 79. – N1. – P. 137–147.
72. *Li F., Tao Q., Peng W., Zhang T., Si Y., Zhang Y., Yi C., Biswal B., Yao D., Xu P.* Inter-subject P300 variability relates to the efficiency of brain networks reconfigured from resting- to task-state: Evidence from a simultaneous event-related EEG-fMRI study // Neuroimage. – 2020. – Vol. 205. – doi: 10.1016/j.neuroimage.2019.116285.
73. *Lubman D.I., Yücel M., Kettle J.W.L., Scaffidi A., Mackenzie T., Simmons J.G., Allen N.B.* Responsiveness to drug cues and natural rewards in opiate addiction: associations with later heroin use // Arch. Gen. Psychiatry. – 2009. – Vol. 66. – N2. – P. 205–212. – doi: 10.1001/archgenpsychiatry.2008.522.
74. *Ludowig E., Bien C.G., Elger C.E., Rosburg T.* Two P300 generators in the hippocampal formation // Hippocampus. – 2010. – Vol. 20. – N1. – P. 186–195. – doi: 10.1002/hipo.20603.
75. *Luijten M., Kleinjan M., Franken I.H.A.* Event-related potentials reflecting smoking cue reactivity and cognitive control as predictors of smoking relapse and resumption // Psychopharmacology (Berl). – 2016. – Vol. 233. – N15-16. – P. 2857–2868. – doi: 10.1007/s00213-016-4332-8.

76. *Marco J., Fuentemilla L., Grau C.* Auditory sensory gating deficit in abstinent chronic alcoholics // Neurosci. Lett. – 2005. – Vol. 375. – N3. – P. 174–177. – doi: 10.1016/j.neulet.2004.11.017.
77. *Marhe R., Luijten M., Franken I.H.A.* The clinical relevance of neurocognitive measures in addiction // Front. Psychiatry. – 2014. – Vol. 4. – N185. – doi: 10.3389/fpsyt.2013.00185.
78. *Matheus-Roth C., Schenk I., Wiltfang J., Scherbaum N., Müller B.W.* Occipital event-related potentials to addiction-related stimuli in detoxified patients with alcohol dependence, and their association with three-month relapse // BMC Psychiatry. – 2016. – Vol. 16. – P.74. – doi: 10.1186/s12888-016-0782-0.
79. *Miranda E.C., Pinheiro M.M., Pereira L.D., Iorio M.C.* Correlation of the P300 evoked potential in depressive and cognitive aspects of aging // Braz. J. Otorhinolaryngol. – 2012. – Vol. 78. – N5. – P. 83–99. – doi: 10.5935/1808-8694.20120013.
80. *Morsel A.M., Morrens M., Dhar M., Sabbe B.* Systematic review of cognitive event related potentials in euthymic bipolar disorder // Clin. Neurophysiol. – 2018. – Vol. 129. – N9. – P. 1854–1865. – doi: 10.1016/j.clinph.2018.05.025.
81. *Motlagh F., Ibrahim F., Menke J.M., Rashid R., Seghatoleslam T., Habil H.* Neuroelectrophysiological approaches in heroin addiction research: A review of literatures // J. Neurosci. Res. – 2016. – Vol. 94. – N4. – P. 297–309. – doi: 10.1002/jnr.23703.
82. *Näätänen R.* The role of attention in auditory information processing as revealed by event-related potentials and other brain measures of cognitive function // Behavioral and Brain Sciences. – 1990. – Vol. 13. – P. 201–288.
83. *Näätänen R., Kujala T., Winkler I.N.* Auditory processing that leads to conscious perception: a unique window to central auditory processing opened by the mismatch negativity and related responses // Psychophysiology. – 2011. – Vol. 48. – N1. – P. 4–22. – doi: 10.1111/j.1469-8986.2010.01114.x.
84. *Näätänen R., Paavilainen P., Rinne T., Alho K.* The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: a review // Clin. Neurophysiol. – 2007. – Vol. 118. – N12. – P. 2544–2590. – doi: 10.1016/j.clinph.2007.04.026.
85. *Nakamura-Palacios E.M., de Almeida Benevides M.C., da Penha Zago-Gomes M., de Oliveira R.W., de Vasconcellos V.F., de Castro L.N., da Silva M.C., Ramos P.A., Fregni F.* Auditory event-related potentials (P3) and cognitive changes induced by frontal direct current stimulation in alcoholics according to Lesch alcoholism typology // Int. J. Neuropsychopharmacol. – 2012. – Vol. 15. – N5. – P. 601–616. – doi: 10.1017/S1461145711001040.
86. *Namkoong K., Lee E., Lee C.H., Lee B.O., An S.K.* Increased P3 amplitudes induced by alcohol-related pictures in patients with alcohol dependence // Alcohol. Clin. Exp. Res. – 2004. – Vol. 28. – N9. – P. 1317–1323. – doi: 10.1097/01.alc.0000139828.78099.69.
87. *Naziel B., Yavaş G., Arikan Z., Ozon O., Ozmenek O.A., Irkeç C.* Event related potentials in children of alcoholics // Electromyogr. Clin. Neurophysiol. – 2007. – Vol. 47. – N6. – P. 315–318.
88. *Papageorgiou C.C., Liappas I.A., Ventouras E.M., Nikolaou C.C., Kitsonas E.N., Uzunoglu N.K., Rabavilas A.D.* Long-term abstinence syndrome in heroin addicts: indices of P300 alterations associated with a short memory task // Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry. – 2004. – Vol. 28. – N7. – P. 1109–1115. – doi: 10.1016/j.pnpbp.2004.05.049.
89. *Parvaz M.A., Alia-Klein N., Woicik P.A., Volkow N.D., Goldstein R.Z.* Neuroimaging for drug addiction and related behaviors // Rev. Neurosci. – 2011. – Vol. 22. – N6. – P. 609–624. – doi: 10.1515/RNS.2011.055.
90. *Petit G., Cimochowska A., Kornreich C., Hanak C., Verbanck P., Campanella S.* Neurophysiological correlates of response inhibition predict relapse in detoxified alcoholic patients: some preliminary evidence from event-related potentials // Neuropsychiatr. Dis. Treat. – 2014. – Vol. 10. – P. 1025–1037. – doi: 10.2147/NDT.S61475.

91. *Picton T.W., Bentin S., Berg P., Donchin E., Hillyard S.A., Johnson R., Miller G.A., Ritter W., Ruchkin D.S., Rugg M.D., Taylor M.J.* Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: recording standards and publication criteria // Psychophysiology. – 2000. – Vol. 37. – N2. – P. 127–152.
92. *Polich J.* Cognitive Brain Potentials // Current Directions in Psychological Science. –1993. – Vol. 2. – N6. – P. 175.
93. *Polich J.* Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b // Clin.Neurophysiol. – 2007. – Vol. 118. – P. 2128–2148.
94. *Polich J., Corey-Bloom J.* Alzheimer's disease and P300: review and evaluation of task and modality // Curr. Alzheimer Res. – 2005. – Vol. 2. – N5. – P. 515–525. – doi: 10.2174/156720505774932214.
95. *Pritchard W.S., Shappell S.A., Brandt M.E.* Psychophysiology of N200/N400: A review and classification scheme // Advances in Psychophysiology. – 1991. – Vol. 4. – P. 43–106.
96. *Riby L.M., Sünram-Lea S.I., Graham C., Foster J.K., Cooper T., Moodie C., Gunn V.P.* P3b versus P3a: an event-related potential investigation of the glucose facilitation effect // J. Psychopharmacol. – 2008. – Vol. 22. – N5. – P. 486–492. – doi: 10.1177/0269881107081561.
97. *Romanova E.S., Shilova T.A., Arzumanov Yu.L., Tyutchenko A.M., Akhtyan A.G.* Impairment of cognitive sphere among adolescents with a family history of alcoholism // Education. – 2019. – Vol. 40. – N36. – P. 6.
98. *Schulte M.T., Ramo D., Brown S.A.* Gender differences in factors influencing alcohol use and drinking progression among adolescents // Clin. Psychol. Rev. – 2009. – Vol. 29. – N6. – P. 535–547. – doi: 10.1016/j.cpr.2009.06.003.
99. *Sekine A., Niiyama Y., Abe M., Shimizu T.* Changes in P300 latency during the early withdrawal period in chronic alcohol-dependent patients: two case reports // Alcohol and Alcoholism. – 2002. – Vol. 37. – N5. – P. 441–443. – doi: 10.1093/alcalc/37.5.441.
100. *Silva M.C., Benegal V., Devi M., Mukundan C.R.* Cognitive deficits in children of alcoholics: At risk before the first sip! // Indian J. Psychiatry. – 2007. – Vol. 49. – N3. – P. 182–188. – doi: 10.4103/0019-5545.37319.
101. *Singh S.M., Basu D.* The P300 event-related potential and its possible role as an endophenotype for studying substance use disorders: a review // Addict. Biol. – 2009. – Vol. 14. – N3. – P. 298–309. – doi: 10.1111/j.1369-1600.2008.00124.x.
102. *Singh S.M., Basu D., Kohli A., Prabhakar S.* Auditory P300 event-related potentials and neurocognitive functions in opioid dependent men and their brothers // American Journal on Addictions. – 2009. – Vol. 18. – N3. – P. 198–205.
103. *Smith J.L., Smith E.A., Provost A.L., Heathcote A.* Sequence effects support the conflict theory of N2 and P3 in the Go/NoGo task // Int. J. Psychophysiol. – 2010. – Vol. 75. – N3. – P. 217–226. – doi: 10.1016/j.ijpsycho.2009.11.002.
104. *Steinhauer S.R., Hill S.Y.* Auditory event-related potentials in children at high risk for alcoholism // Journal of Studies on Alcohol. – 1993. – Vol. 54. – N4. – P. 408–421.
105. *Su B., Wang S., Sumich A., Li S., Yang L., Cai Y., Wang G.Y.* Reduction in N2 amplitude in response to deviant drug-related stimuli during a two-choice oddball task in long-term heroin abstainers // Psychopharmacology (Berl). – 2017. – Vol. 234. – N21. – P. 3195–3205. – doi: 10.1007/s00213-017-4707-5.
106. *Suresh S., Porjesz B., Chorlian D.B., Choi K., Jones K.A., Wang K., Stimus A., Begleiter H.* Auditory P3 in female alcoholics // Alcohol. Clin. Exp. Res. – 2003. – Vol. 27. – N7. – P. 1064–1074. – doi: 10.1097/01.ALC.0000075549.49800.A0.
107. *Sutton S., Braren M., Zubin J.* Evoked potential correlates of stimulus uncertainty // Science. – 1965. – Vol. 150. – P. 1187.

108. *Tschuemperlin R.M., Batschelet H.M., Moggi F., Koenig T., Roesner S., Keller A., Pfeifer P., Soravia L.M., Stein M.* The neurophysiology of implicit alcohol associations in recently abstinent patients with alcohol use disorder: an ERP study considering gender effects // Alcoholism Clinical and experimental research. – 2020. – Vol. 44. – N10. – P. 2031–2044. – doi: 10.1111/acer.14444.
109. *Umbricht D., Koller R., Schmid L., Skrabo A., Grübel C., Huber T., Stassen H.* How specific are deficits in mismatch negativity generation to schizophrenia? // Biol. Psychiatry. – 2003. – Vol. 53. – N12. – P. 1120–1131. – doi: 10.1016/s0006-3223(02)01642-6.
110. *Van der Sluys M.E., Zijlmans J., Popma A., van der Laan P.H., Scherder E.J.A., Marhe R.* Neurocognitive predictors of treatment completion and daytime activities at follow-up in multiproblem young adults // Cogn. Affect. Behav. Neurosci. – 2020. – doi: 10.3758/s13415-020-00822-4. – Online ahead of print.
111. *Winkler I.* Interpreting the mismatch negativity // Journal of Psychophysiology. – 2007. – Vol. 21. – P. 147–163.
112. *Wronka E., Kaiser J., Coenen A.M.L.* Neural generators of the auditory evoked potential components P3a and P3b // Acta. Neurobiol. Exp. (Wars). – 2012. – Vol. 72. – N1. – P. 51–64.
113. *Yang L., Zhang J., Zhao X.* Implicit processing of heroin and emotional cues in abstinent heroin users: early and late event-related potential effects // Am. J. Drug. Alcohol. Abuse. – 2015. – Vol. 41. – N3. – P. 237–245. – doi: 10.3109/00952990.2015.1020383.
114. *Zilverstand A., Huang A.S., Alia-Klein N., Goldstein R.Z.* Neuroimaging impaired response inhibition and salience attribution in human drug addiction: a systematic review // Neuron. – 2018. – Vol. 98. – N5. – P. 886–903. – doi: 10.1016/j.neuron.2018.03.048.

APPLICATION OF P300 EVENT-RELATED POTENTIAL IN SUBSTANCE USERS

Berezina I.Yu., Mikhailov A.Yu., Goretskaya T.A., Arzumanov Yu.L.

V. Serbsky National Medical Research Centre for Psychiatry and Narcology
National Scientific Research Centre on Addictions
Moscow, Russia

The paper summarizes data on the use of event-related potential (P300) in examination of persons who abuse psychoactive substances. The article presents a modern view of the component structure of evoked-related potential (P300), registration technique and the brain areas of its generation. Studies describing the use of P300 in clinical practice among persons with alcohol and drug addiction are reviewed, for the purposes of possible utilizing event-related potentials in diagnosis and treatment.

Keywords: *event-related potential (P300), registration technique, component structure, brain areas of generation, application of P300 in substance users.*