

СООТНОШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МИНУТЫ И СЛУХОВОГО ВЫЗВАННОГО ПОТЕНЦИАЛА P_{300} У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ РИСКА ИНТЕРНЕТ-ЗАВИСИМОГО ПОВЕДЕНИЯ

О.В. Кривоногова, Е.В. Кривоногова, Л.В. Поскотинова

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лавёрова УрО РАН, г. Архангельск, Россия

Обоснование. Характер изменений биопотенциалов мозговой активности, отражающих скорость принятия решения и качество распознавания мозговыми структурами значимых стимулов как нейробиологической основы индивидуального времени у лиц с различным уровнем риска интернет-зависимого поведения остается неизвестным. **Цель исследования:** определение соотношения параметров когнитивного вызванного потенциала P_{300} и времени индивидуальной минуты у молодых людей с различным уровнем риска интернет-зависимости. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие здоровые молодые люди 16–17 лет ($n = 51$). Проведено анкетирование по шкале Чена (CIAS – Chen Internet Addiction Scale) в адаптации В.Л. Малыгина с вычислением общего балла CIAS и определение субъективной оценки временных интервалов по тесту индивидуальной минуты. Амплитуду и латентное время слухового вызванного потенциала P_{300} определяли с помощью электроэнцефалографа «Нейрон-Спектр – 4/ВМП» (ООО «Нейрософт», Россия) в проекциях лобных (F3, 4), височных (F7, F8, T3, T4), центральных (C3, C4) и теменных (P3, P4) отведениях электроэнцефалограммы. **Результаты.** У молодых людей с минимальным риском формирования интернет-зависимости (менее 43 баллов по CIAS) не выявлено значимых взаимосвязей времени индивидуальной минуты, параметров вызванного потенциала P_{300} и выраженности признаков интернет-зависимости. У лиц с риском развития интернет-зависимости (43–65 баллов по CIAS) происходит укорочение времени индивидуальной минуты, повышение амплитуды вызванного потенциала P_{300} преимущественно в лобных и передневисочных областях головного мозга. У лиц с устойчивым паттерном интернет-зависимости (более 65 баллов по CIAS) выявлена минимальная амплитуда вызванного потенциала P_{300} в областях F7, F8 на фоне относительного увеличения времени индивидуальной минуты и числа ошибок при принятии решения. **Заключение.** Возрастание риска интернет-зависимого поведения у молодых людей сопровождается фазовыми изменениями соотношений амплитуды вызванного потенциала P_{300} преимущественно в передневисочных областях мозга, качества обработки информации и индивидуального восприятия времени.

Ключевые слова: интернет-зависимость, когнитивный вызванный потенциал P_{300} , индивидуальная минута.

Введение

Широкий и повсеместный доступ к разнообразной информации является преимуществом интернет-ресурсов, но чрезмерное их использование может привести к интернет-зависимости (ИЗ), вызывая негативные последствия для личной, профессиональной жизни человека (Effects of time ..., 2017). Пребывание в интернет-пространстве может сопровождаться особым восприятием индивидуального времени, которое может отличаться от физического времени. Как следствие этого, молодые люди могут терять контроль над его

продолжительностью при работе с интернет-ресурсами¹ (Turel et al., 2018). Элемент времени является важной переменной между временной перспективой и интернет-зависимостью. При этом поиск физиологических коррелятов ИЗ остается актуальным (Effects of time ..., 2017). Восприятие времени может

¹ Судоргина А.В. Особенности индивидуальности подростков в связи с интернет зависимостью // материалы XIV город. науч.-практ. конф. «ЯНПИС – 2017» (Ярмарка научно-практических инициатив студентов, 19 мая 2017 г.). Пермь: Перм. гос. гуманит.-пед. ун-т, 2017.

изменяться в зависимости от эмоционального состояния, уровня внимания, памяти и заблуждений (Time perception ..., 2016). Понимание нейробиологической основы ИЗ необходимо для разработки средств профилактики и минимизации рисков интернет-зависимого поведения. Одним из методов выделения эндогенных событий, связанных с когнитивными процессами (память, внимание), является исследование вызванных потенциалов P_{300} (Джос с соавт., 2018). Формирование вызванного потенциала (ВП) P_{300} , так же как и восприятие времени, ассоциировано с процессами рабочей памяти и внимания (Оценка объема ..., 2016; Meta-Analysis ..., 2016; Üstünetal., 2017). Сосредоточенность внимания на объекте может сопровождаться удлинением субъективного времени от секунд до минут, тогда как отвлечение внимания от объекта сокращает воспринимаемую продолжительность времени (Polti et al., 2018). Однако характер изменений биопотенциалов мозговой активности, отражающих скорость принятия решения и качество распознавания мозговыми структурами значимых стимулов как нейробиологической основы индивидуального времени у лиц с различным уровнем риска интернет-зависимого поведения остается неизвестным. Таким образом, цель исследования заключалась в определении соотношения параметров когнитивного ВП P_{300} и времени индивидуальной минуты у молодых людей с различным риском интернет-зависимого поведения.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие здоровые молодые люди (1–2-й групп диспансерного наблюдения) 16–17 лет ($n = 51$, 34 девушки, 17 юношей), учащиеся МОУ «Гимназии г. Надым» Ямало-Ненецкого автономного округа РФ. Все обследования проходили с соблюдением норм биомедицинской этики и одобрения Этического комитета ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН (протокол № 3 от 12.02.2020). Проведено анкетирование по шкале Чена с вычислением общего балла CIAS (Chen Internet Addiction Scale) (Development of a Chinese ..., 2003) в адаптации В.Л. Малыгина и К.А. Феклисова (Methodological approaches ..., 2011). Участники исследования, набравшие до 42 баллов, характеризовались минимальным риском интернет-зависимого поведения. При уровне 43–64 балла констатировали значимый риск ИЗ, а

при 65 баллах и выше – выраженный и устойчивый паттерн ИЗ. При оценке продолжительности индивидуальной минуты (ИМ) исследователь обозначал старт участнику про себя производить отсчет секунд от 1 до 60, одновременно контролируя отсчет секунд физического (реального) времени на секундомере. При достижении участником 60 секунд индивидуального времени участник вслух обозначал завершение подсчета, а исследователь останавливал секундомер. Время на секундомере исследователя расценивалось как время ИМ участника. Параметры слухового когнитивного ВП P_{300} оценивали с помощью электроэнцефалографа «Нейрон-Спектр – 4/ВМП» (ООО «Нейрософт», Россия) в парадигме oddball в ситуации случайно возникающего события в ответ на слуховую невербальную стимуляцию. Стимуляция была бинауральная с длительностью стимула в 50 мс, интенсивностью 80 дБ, с периодом между стимулами одна секунда, частотой тона 2000 Гц в 30 % встречаемости на значимый стимул и 1000 Гц в 70 % встречаемости – на незначимый. Фильтрация сигнала осуществлялась полосовым фильтром в диапазоне от 1,5 Гц до 30 Гц. Количество усреднений для значимого стимула составляло 25–30. Оценивали амплитуду (А) сигнала от пика до пика N_{250} – P_{300} и латентное время (ЛВ) на 16-канальной электроэнцефалограмме (ЭЭГ) по стандартной системе размещения электродов «10–20» на поверхности головы с ушными референтными электродами. В данном исследовании представлены параметры P_{300} в отведениях ЭЭГ F3, F4, C3, C4, P3, P4, F7, F8, T3, T4. Статистическая обработка результатов проведена в среде программы Statistica 13 (StatSoft, США). Данные представлены медианой и 25, 75 перцентиллями (Me (25p; 75p)). Кластерный анализ проводили методом k -средних; также использовали иерархический кластерный анализ для выделения оптимального числа групп. Для проведения кластерного анализа было проведено z -преобразование данных с целью уменьшения асимметрии при распределении переменных. Множественное сравнение значений независимых групп (четыре группы) проведено с помощью теста Краскела – Уоллиса при уровне $p < 0,05$. При уровне теста Краскела – Уоллиса $p < 0,05$ дополнительно проведены попарные сравнения среди четырех групп с помощью U -критерия Манна – Уитни с учетом уровня значимости

при расчетном $p < 0,0085$ (Гржибовский, 2008). Корреляционный анализ выполнен с использованием критерия Спирмена (r_{Spearman}) при $p < 0,05$.

Результаты исследования

Минимальный риск интернет-зависимого поведения (I группа) выявлен у 27,4 % (14 человек: 9 юношей, 5 девушек) школьников, а значимый риск возникновения ИЗ (II группа) – у 60,8 % (31 человек: 8 юношей, 23 девушки). Наличие интернет-зависимости (III группа) было у 11,8 % (6 девушек). Выяв-

ИМ у лиц с максимальным уровнем баллов по шкале Чена (CIAS), не достигая уровня статистической значимости (табл. 1).

Наибольший размах значений ИМ отмечается в II и III группах. С целью более точного определения соотношений показателей ИМ, параметров P₃₀₀ и степени выраженности интернет-зависимого поведения, проведен кластерный анализ данных, объединяющих II и III группы. Установлено, что по латентному времени ВП P₃₀₀ статистически значимых различий между группами и подгруппами, входящими в кластеры, не выявлено (табл. 2).

Таблица 1
Table 1

Показатели теста «Индивидуальная минута» у школьников с разным уровнем риска интернет-зависимого поведения (в секундах)

Individual minute test data in schoolchildren with different levels of risk of Internet addiction behavior (in seconds)

Группы Groups	Me (25; 75)	Минимум Minimum	Максимум Maximum	p-уровень p-level
I	64,5 (61; 68)	45	73	I–II = 0,310
II	61 (58; 68)	41	85	II–III = 0,870
III	59,5 (58; 66)	58	79	I–III = 0,321

Таблица 2
Table 2

Показатели латентного времени вызванного потенциала P₃₀₀ (мс) у молодых людей, Me (25p; 75p)
Latency time data induced by the P₃₀₀ evoked potential (ms) in young people, Me (25p; 75p)

Показатели Data	Группа I Group I (n = 14)	Группы II и III Groups II and III			p-уровень* p-level*
		кластер 1 cluster 1 (n = 14)	кластер 2 cluster 2 (n = 8)	кластер 3 cluster 3 (n = 15)	
F3	311,0 (304,5; 320,0)	307,3 (288,0; 318,0)	307,3 (279,3; 322,5)	306,5 (294,0; 326,0)	0,682
F4	304,5 (300,0; 338,5)	306,3 (292,0; 314,0)	305,5 (288,7; 324,5)	303,5 (292,0; 324,0)	0,829
C3	302,5 (284,0; 315,5)	296,5 (280,0; 308,5)	302,0 (275,5; 317,0)	299,0 (286,5; 317,0)	0,821
C4	297,0 (291,0; 322,0)	298,0 (280,0; 308,0)	299,0 (280,3; 318,3)	300,0 (294,5; 313,0)	0,808
P3	289,5 (281,0; 311,5)	293,0 (278,0; 303,0)	292,5 (262,3; 306,0)	294,0 (280,5; 306,0)	0,941
P4	289,5 (280,5; 313,0)	291,3 (278,0; 306,0)	299,5 (274,0; 314,0)	296,3 (286,5; 307,5)	0,796
F7	322,8 (308,0; 342,5)	310,3 (292,0; 321,5)	326 (302; 333,5)	302,0 (291,0; 336,5)	0,459
F8	326,5 (311,0; 332,0)	301,5 (298,0; 312,0)	307,8 (296,0; 327,5)	294,0 (280,0; 331,5)	0,070
T3	310,8 (297,0; 321,0)	298,0 (289,0; 320,0)	297,0 (287,5; 314,8)	303,5 (295,0; 313,0)	0,867
T4	307,0(297,0; 318,5)	295,5 (288,0; 306,5)	302,0 (282,5; 320,5)	302,3 (294,0; 318,0)	0,329

Примечание: * – тест Краскела – Уоллиса.
Note: * – Kruskal–Wallis test.

лена тенденция снижения продолжительности

Тем не менее есть отчетливая тенденция сокращения латентного времени P_{300} от группы I к кластеру 3, особенно в передневисочном отделе справа (F8).

Анализ данных табл. 3 показал, что на фоне значимого увеличения баллов по CIAS ($p < 0,001$) уже при начальном переходе из группы с минимальным риском ИЗ (группа I) в группу значимого риска ИЗ (кластер 1) очевидна тенденция к повышению амплитуды ВП P_{300} почти во всех ЭЭГ-отведениях, но не достигающих уровня $p < 0,0085$. У лиц кластера 2 были более высокие значения по CIAS как с группой I, так и с кластером 1 ($p < 0,001$), на фоне минимального времени ИМ по сравнению как с группой I ($p = 0,006$), так и с кластером 1 ($p = 0,002$). У лиц кластера 2 была максимальная амплитуда P_{300} , значимо больше по сравнению с группой I в лобных (F3, $p < 0,001$ и F4, $p < 0,001$), в передневисочных отделах мозга, более значимо слева (F7, $p = 0,001$). У лиц кластера 2 также выявлены отрицательные корреляции амплитуды P_{300} в F4 с ИМ ($r = -0,74$, $p = 0,03$).

При переходе из кластера 2 в кластер 3 обращает на себя внимание значительное снижение амплитуды P_{300} на фоне максимальных CIAS значений ($p < 0,001$). Самая низкая амплитуда P_{300} была в передневисочных отделах значимо ниже как в сравнении с кластером 2 (F7, F8, $p < 0,001$), так и с группой I (F7, $p = 0,008$; F8, $p < 0,001$).

Также относительное снижение амплитуды P_{300} было в лобных областях мозга в сравнении как с группой с отсутствием ИЗ (F4, F3, $p < 0,001$), так и в сравнении с кластером 2 ($p < 0,001$).

Значения ИМ у лиц с максимальными баллами по CIAS (кластер 3) значимо увеличились в сравнении с предыдущим кластером 2 ($p = 0,002$). Стоит отметить, что в кластер 3 вошли молодые люди с наиболее удлиненными значениями ИМ, за исключением испытуемого с результатом ИМ – 85 с (от 66 до 79 с). Среди лиц, вошедших в кластер 3 и с признаками ИЗ (CIAS 65 баллов и выше), выявлена отрицательная корреляционная связь между значениями ИМ и амплитуды P_{300} в лобных отделах (F4 $r = -0,97$, $p = 0,005$; F3 $r = -0,97$, $p = 0,005$). У них выявлена положительная корреляционная связь значений ИМ с количеством допущенных ошибок при выборе значимого стимула в оценке P_{300} ($r = 0,89$, $p = 0,04$).

В группе лиц с отсутствием признаков риска ИЗ (группа I) не было выявлено значимых корреляционных зависимостей значений P_{300} от количества CIAS баллов и времени ИМ.

Обсуждение результатов

Наиболее высокая амплитуда P_{300} регистрировалась у лиц кластера 2 на фоне минимального времени индивидуальной минуты. Высокая амплитуда P_{300} отражает значительную вовлеченность нейронных сетей головного мозга в обработку информации, а также степень эмоционального отклика на стимулы. Так, в работе G. Dong et al. (2012) показано, что при длительном времени, проведенном в онлайн-играх, отмечалось усиление синхронизации нейронного ответа в большинстве церебральных областей: в стволе мозга, нижней теменной доле, в мозжечке и левой средней лобной извилине, т. е. в областях мозга, связанных с координацией чувств и движений. Предполагается, что оценка времени в диапазоне от секунды до минуты связана с активностью префронтальной и теменной коры (Piras et al., 2013). В работе Ю.А. Чилигиной (2015) укорочение ИМ наблюдали у лиц с высоким нейротизмом и психоэмоциональным напряжением. Можно полагать, что умеренная вовлеченность в интернет-пространство у молодых людей, не достигая уровня их интернет-зависимости, сопровождается в первую очередь синхронизацией большого числа нейронных ансамблей мозга (повышение амплитуды P_{300}), включая эмоциогенные структуры, на фоне ускорения реального, физического времени. В меньшей степени изменения времени ИМ связаны со временем принятия решения (латентное время P_{300}).

При дальнейшем нарастании риска интернет-зависимости, в среднем с 61 бала и выше по шкале CIAS (кластер 3), происходит резкое (в среднем в два раза) снижение амплитуды P_{300} , особенно в проекции медиобазальных областей (передневисочных) мозга. Стоит отметить, что нижняя перцентиль значения амплитуды (25p) P_{300} выборки лиц кластера 3 в отведениях F7 и F8 стремится к нижнему пределу (5 мкВ) (Оценка объема ..., 2016), что является маркером когнитивных нарушений. Вместо ускоренного времени ИМ при таком уровне по CIAS (кластер 3) в большей степени встречались лица с увеличением ИМ, особенно у лиц с баллами CIAS выше 65, то есть с признаками интернет-зависимости.

Таблица 3
Table 3

Показатели амплитуды ВП R_{300} (А), индивидуальной минуты (ИМ) и баллов по CIAS, Me (25p; 75p)
 R_{300} EP amplitude (A), individual minute (IM) and CIAS scores, Me (25p; 75p)

Показатели Data	Группа I Group I (n = 14)	Группы II и III Groups II and III			Краскела – Уоллиса Kruskal- Wallis	p-уровень p-level
		Кластер 1 Cluster 1 (n = 14)	Кластер 2 Cluster 2 (n = 8)	Кластер 3 Cluster 3 (n = 15)		
A F3, мкВ/mkV	13,3 (9,9; 16,9)	17,4 (13,1; 23,1)	22,5 (19,9; 23,3)	12,5 (11,6; 14,6)	0,0006	p1-3 < 0,001; p1-4 < 0,001; p3-4 < 0,001
A F4, мкВ/mkV	15,8 (12,1; 18,8)	18,6 (13,8; 24,0)	23,6 (22,7; 24,8)	11,5 (10,6; 13,6)	0,0001	p1-3 < 0,001; p1-4 < 0,001; p2-4 = 0,001; p3-4 < 0,001
A C3, мкВ/mkV	11,6 (8,3; 17,6)	18,6 (14,5; 20,6)	15,9 (10,4; 23,5)	13,5 (9,3; 19,4)	0,0950	
A C4, мкВ/mkV	13,4 (11,3; 16,5)	15,5 (14,1; 21,2)	19,8 (15,2; 25,0)	12,2 (8,9; 17,9)	0,0190	p1-2 = 0,04; p1-3 = 0,04; p2-3 = 0,015, p2-4 = 0,03; p3-4 = 0,016
A P3, мкВ/mkV	10,1 (7,5; 13,8)	14,1 (11,4; 18,4)	14,7 (8,4; 20,7)	12,3 (9,4; 18,6)	0,1300	–
A P4, мкВ/mkV	12,5 (9,9; 13,8)	13,9 (10,8; 19,4)	15,9 (10,4; 22,8)	11,0 (7,8; 17,4)	0,3010	–
A F7, мкВ/mkV	9,4 (7,9; 11,0)	8,5 (7,9; 11,1)	14,6 (12,3; 17,2)	7,1 (6,1; 8,7)	0,0001	p1-3 = 0,001; p2-3 < 0,001; p1-4 = 0,008; p2-4 = 0,04; p3-4 < 0,001
A F8, мкВ/mkV	11,5 (9,6; 14,5)	11,4 (9,9; 15,1)	15,1 (13,6; 17,9)	6,8 (5,3; 7,9)	0,0001	p1-3 = 0,015; p2-3 = 0,016; p1-4 < 0,001; p2-4 < 0,001, p3-4 < 0,001
A T3, мкВ/mkV	10,7 (5,9; 12,4)	12,6 (10,3; 14,1)	10,3 (8,9; 12,6)	10,3 (7,8; 12,5)	0,2750	–
A T4, мкВ/mkV	10,8 (9,4; 12,9)	14,7 (10,9; 16,7)	14,3 (11,4; 16,7)	10,7 (6,3; 12,0)	0,0170	p2-4 = 0,018; p3-4 = 0,010;
ИМ, сек IM, s	64,5 (61,0; 68,0)	66,0 (60,0; 70,0)	57,0 (48,5; 59,5)	60,5 (58,0; 65,0)	0,0290	p1-3 = 0,006; p2-3 = 0,002;
CIAS, баллы/scores	38,0 (34,0; 41,0)	47,5 (45,0; 51,0)	53,0 (50,5; 56,0)	61,0 (48,0; 68,0)	0,0220	p1-2 < 0,001; p1-3 < 0,001, p1-4 < 0,001; p2-3 = 0,02; p2-4 = 0,02

Снижение амплитуды P_{300} при принятии решения может отражать дисфункцию в обработке информации, связанной с вниманием, рабочей памятью у лиц с зависимостью от онлайн-игр (Dysfunctional information ..., 2016).

Согласно современным фармакологическим исследованиям установлено, что различные стадии временной обработки могут быть связаны с активностью различных нейротрансмиттеров. Например, внутренние часы, используемые для отсчета времени в диапазоне от секунд до минут, по-видимому, связаны с функцией дофамина в базальных ганглиях, в то время как временные механизмы памяти и внимания связаны с функцией ацетилхолина во фронтальной коре головного мозга (Meck, 1996). У людей с симптомами интернет-зависимости выявлено снижение уровня восприимчивости (реактивности) дофаминовых рецепторов D2 в стриатуме (Reduced striatal ..., 2011; Zhu et al., 2015; Weinstein, 2017). Эти две взаимосвязанные системы (дофаминэргическая и холинэргическая) позволяют завершить временные последовательности, связанные с различением длительности процесса деятельности. Несмотря на то, что процесс контроля времени не всегда является полностью осознанным человеком, адекватное восприятие им времени – это направляющая сила в поведении (Meck, 1996). Так, например, у лиц, страдающих героиновой наркоманией, амплитуда P_{300} зависела от параметров внимания, а высокая амплитуда P_{300} была ассоциирована с увеличением их внимания к этому типу стимулов по сравнению со стандартными (Investigation of brain ..., 2016).

Прогностическая значимость сочетания снижения амплитуды P_{300} с относительным удлинением индивидуального времени у лиц с высоким уровнем риска интернет-зависимости, особенно у лиц с признаками сформированного паттерна ИЗ, нуждается в дальнейшем изучении. Выраженное снижение амплитуды P_{300} , особенно в проекции эмоциогенных областей мозга (передневисочные области), может указывать на нейромедиаторное истощение ресурсов мозга, на фоне которого происходит снижение эмоционально значимых стимулов, получаемых в интернет-пространстве, а также снижение уровня внимания. На этом фоне происходит недооценка времени, то есть замедление физического времени, в сочетании с возрастанием числа ошибок при принятии решения.

Заключение

Субъективная длительность времени, необходимая для управления и планирования собственной деятельности, и характер когнитивной переработки информации различаются у молодых людей в зависимости от степени риска развития интернет-зависимого поведения. У молодых людей с минимальным риском формирования ИЗ не выявлено значимых взаимосвязей времени ИМ, параметров ВП P_{300} и выраженности признаков ИЗ. У молодых людей с риском развития интернет-зависимости происходит укорочение времени индивидуальной минуты, повышение амплитуды ВП P_{300} преимущественно в лобных и передневисочных областях головного мозга, в сравнении с лицами с минимальным риском ИЗ. При значимом риске интернет-зависимости, включая лиц с устойчивым паттерном интернет-зависимого поведения, происходит выраженное снижение амплитуды P_{300} , особенно в проекции медио-базальных областей (передневисочных) мозга, и относительное удлинение времени ИМ, а у лиц с признаками ИЗ (65 баллов по CIAS и выше) – на фоне возрастания числа ошибок при принятии решения.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ № 20-013-00060.

Литература

1. Гржибовский, А.М. Анализ трех и более независимых групп количественных данных / А.М. Гржибовский // *Экология человека*. – 2008. – № 3. – С. 50–58.
2. Джос, Ю.С. Когнитивные вызванные потенциалы в нейрофизиологических исследованиях (обзор) / Ю.С. Джос, Л.П. Калинина // *Журнал медико-биологических исследований*. – 2018. – Т. 6, № 3. – С. 223–235. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.223
3. Оценка объема оперативной памяти по данным эндогенных вызванных потенциалов (метод P_{300}) без психологического тестирования / В.В. Гнездицкий, А.В. Чацкая, О.С. Корепина, О.И. Ключкова // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. – 2016. – Т. 10, № 1 – С. 27–34.
4. Чилигина, Ю.А. Влияние экзаменационного стресса на субъективную оценку времени у студентов-первокурсников / Ю.А. Чи-

лигина // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта – 2015. – № 4. – С. 257–262. DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2015.04.122.p.257-262.

5. Development of a Chinese Internet addiction scale and its psychometric study / S. Chen, L. Weng, Y. Su et al. // *Chinese Journal of Psychology*. – 2003. – Vol. 45. – P. 279–294.

6. Dong, G. Alterations in regional homogeneity of resting-state brain activity in internet gaming addicts / G. Dong, J. Huang, X. Du // *Behavioral and Brain Functions*. – 2012. DOI: 10.1186/1744-9081-8-41.

7. Dysfunctional information processing during an auditory event-related potential task in individuals with Internet gaming disorder / M. Park, J. Choi, S. Park et al. // *Transl Psychiatry*. – 2016. – № 6. DOI: 10.1038/tp.2015.215.

8. Effects of time perspective and self-control on procrastination and Internet addiction / J. Kim, H. Hong, J. Lee et al. // *J Behav Addict*. – 2017. – № 6 (2). – P. 229–236.

9. Investigation of Brain Electrophysiological Properties among Heroin Addicts: Quantitative EEG and Event-Related Potentials / F. Motlagh, F. Ibrahim, R. Rashid et al. // *Journal of Neuroscience Research*. – 2016. – P. 1633–1646. DOI: 10.1002/jnr.23988.

10. Meck, W.H. Neuropharmacology of timing and time perception / W.H. Meck // *Cognitive Brain Research*. – 1996. – Vol. 3 (3-4). – P. 227–242. DOI: 10.1016/0926-6410(96)00009-2.

11. Meta-Analysis of Functional Neuroimaging and Cognitive Control Studies in Schizophrenia: Preliminary Elucidation of a Core Dysfunctional Timing Network / I. Alústiza, J. Radua, A. Albajes-Eizagirre et al. // *Front Psychol*. – 2016. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.00192.

12. Methodological approaches to the early detection of Internet-dependent behavior. [Electronic source] / V.L. Malygin, K.A. Feklysov,

A.B. Iskandirova, A.A. Antonenko // *Medical Psychology in Russia: an electronic scientific journal*. – 2011. – № 6. – http://medpsy.ru/mprj/archiv_global/2011_6_11/nomer/nomer03.php (дата обращения 20.02.2020).

13. Piras, F. Time Dysperception Perspective for Acquired Brain Injury / F. Piras, F. Piras, V. Ciullo // *Front Neurol*. – 2013. DOI: 10.3389/fneur.2013.00217.

14. Polti, I. The effect of attention and working memory on the estimation of elapsed time / I. Polti, B. Martin, V. Wassenhove // *Scientific Reports*. – 2018. – Vol. 8. DOI: 10.1038/s41598-018-25119-y.

15. Reduced striatal dopamine D2 receptors in people with Internet addiction / S.H. Kim, S.H. Baik, C.S. Park et al. // *Neuroreport*. – 2011. – P. 407–411. DOI: 10.1097/WNR.0b013e328346e16e.

16. Time Perception Mechanisms at Central Nervous System / R. Fontes, J. Ribeiro, D.S. Gupta et al. // *Neurol Int*. – 2016. DOI: 10.4081/ni.2016.5939.

17. Turel, O. Time distortion when users at-risk for social media addiction engage in non-social media tasks / O. Turel, D. Brevers, A. Bechara // *Journal of Psychiatric Research*. – 2018. – № 2. – P. 84–88. DOI: 10.1016/j.jpsychires.2017.11.014.

18. Üstün, S. Neural Networks for Time Perception and Working Memory / S. Üstün, E.H. Kale, M. Çiçek // *Front Hum Neurosci*. – 2017. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00083

19. Weinstein, A.M. An Update Overview on Brain Imaging Studies of Internet Gaming Disorder / A.M. Weinstein // *Front Psychiatry*. – 2017. – Vol. 8. – P. 185 DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00185.

20. Zhu, Y. Molecular and Functional Imaging of Internet Addiction / Y. Zhu, H. Zhang, M. Tian // *Biomed Res Int*. – 2015. – no. art. 378675. DOI: 10.1155/2015/378675.

Кривоногова Ольга Вячеславовна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории биоритмологии, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лавёрова УрО РАН (г. Архангельск, Россия), ja.olga1@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7267-8836

Кривоногова Елена Вячеславовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биоритмологии, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лавёрова УрО РАН (г. Архангельск, Россия), elena200280@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4225-5872

Поскотинова Лилия Владимировна, доктор биологических наук, кандидат медицинских наук, доцент, заведующий лабораторией биоритмологии, главный научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лавёрова УрО РАН (г. Архангельск, Россия), liliya200572@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7537-0837

Поступила в редакцию 19 мая 2020 г.

THE CORRELATION BETWEEN INDIVIDUAL MINUTE DATA AND THE P₃₀₀ AUDITORY EVOKED POTENTIAL IN YOUNG PEOPLE WITH DIFFERENT LEVELS OF INTERNET ADDICTION BEHAVIOR

O.V. Krivonogova, ja.olga1@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7267-8836

E.V. Krivonogova, elena200280@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4225-5872

L.V. Poskotinova, liliya200572@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7537-0837

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research,
Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russian Federation

Background. The nature of changes in cerebral biopotentials as a neurobiological foundation of individual time in persons with different levels of internet addiction behavior remains insufficiently studied. However, these biopotentials reflect decision making speed and the quality of significant stimulus detection by brain structures. **The paper aims** to establish the correlation between the P₃₀₀ cognitive evoked potential and individual minute (IM) test in young people with different levels of Internet addiction (IA) risk. **Materials and methods.** Healthy young people aged 16-17 years (n = 51) participated in the study. The survey was conducted according to the Chen scale (CIAS – Chen Internet Addiction Scale) modified by V. Malygin. This modification implies the calculation of the CIAS total score and the subjective assessment of time intervals by the IM test. The amplitude and latency of the P₃₀₀ auditory evoked potential were determined using the Neuron-Spectrum - 4 /VMP electroencephalograph (Neurosoft, Russia) in the frontal (F3, F4), temporal (F7, F8, T3, T4), central (C3, C4) and parietal (P3, P4) leads of the electroencephalogram. **Results.** No significant correlations were found between the IM time, P₃₀₀ data and the severity of IA signs in young people with a minimal risk of IA (less than 43 scores by CIAS). There was a decrease in the IM time and an increase in P300 amplitude (mainly in the frontal and anterior temporal areas) in persons with a risk of IA (43–65 scores by CIAS). In persons with a stable IA pattern (more than 65 scores by CIAS), the minimum P₃₀₀ amplitude in the F7, F8 brain areas was found against a relative increase in the IM time and the number of errors in decision making. **Conclusion.** An increased risk of Internet addiction behavior in young people is accompanied by phase changes in the ratios of P₃₀₀ amplitude (mainly in the anterior temporal areas), the quality of information processing and individual time perception.

Keywords: Internet addiction, P₃₀₀ cognitive evoked potentials, individual minute test.

References

1. Grzhibovsky A.M. [Analysis of three or more independent groups of quantitative data]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2008, no. 3, pp. 50–58. (in Russ.).
2. Dzhos Yu.S., Kalinina L.P. [Cognitive event-related potentials in neurophysiology research (review)]. *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy* [Journal. medical biol. research], 2018, vol. 6, no. 3, pp. 223–235. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.223 (in Russ.).
3. Gnezditskii V.V., Chatskaya A.V., Korepina O.S., Klochkova O.I. [Assessment of the operative memory capacity based on endogenous evoked potentials (P₃₀₀ method) without neuropsychological testing]. *Annaly klinicheskoi i eksperimental'noi nevrologii*. [Annals of clinical and experimental neurology], 2016, vol. 10, no. 1, pp. 27–34. (in Russ.).
4. Chiligina Yu.A. [Exam stress effect on subjective evaluation of time among the first-course students]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific notes of the University named after P.F. Lesgaft], 2015, no. 4, pp. 257–262. DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2015.04.122.p.257-262.
5. Chen S., Weng L., Su Y. et al. Development of a Chinese Internet addiction scale and its psychometric study. *Chinese Journal of Psychology*, 2003, vol. 45, pp. 279–294.
6. Dong G., Huang J., Du X. Alterations in regional homogeneity of resting-state brain activity in internet gaming addicts. *Behavioral and Brain Functions*, 2012. DOI: 10.1186/1744-9081-8-41.
7. Park M., Choi J., Park S. et al. Dysfunctional information processing during an auditory event-related potential task in individuals with Internet gaming disorder. *Transl Psychiatry*, 2016, no. 6. DOI: 10.1038/tp.2015.215.

8. Kim J., Hong H., Lee J. et al. Effects of time perspective and self-control on procrastination and Internet addiction. *J Behav Addict.*, 2017, no. 6(2). pp. 229–236.
9. Motlagh F., Ibrahim F., Rashid R. et al Investigation of Brain Electrophysiological Properties among Heroin Addicts: Quantitative EEG and Event-Related Potentials. *Journal of Neuroscience Research*, 2016, pp. 1633–1646. DOI: 10.1002/jnr.23988.
10. Meck W.H. Neuropharmacology of timing and time perception. *Cognitive Brain Research*, 1996, vol. 3 (3-4), pp. 227–242. DOI: 10.1016/0926-6410(96)00009-2.
11. Alústiza I., Radua J, Albajes-Eizagirre A. et al. Meta-Analysis of Functional Neuroimaging and Cognitive Control Studies in Schizophrenia: Preliminary Elucidation of a Core Dysfunctional Timing Network. *Front Psychol*, 2016. DOI:10.3389/fpsyg.2016.00192
12. Malygin V.L., Feklysov K.A., Iskandirova A.B., Antonenko A.A. Methodological approaches to the early detection of Internet-dependent behavior. [Electronic source]. *Medical Psychology in Russia: an electronic scientific journal*, 2011, no. 6. http://medpsy.ru/mprj/archiv_global/2011_6_11/nomer/nomer03.php (accessed 20.01.2020).
13. Piras F., Piras F., Ciullo V. Time Dysperception Perspective for Acquired Brain Injury. *Front Neurol*, 2013. DOI:10.3389/fneur.2013.00217.
14. Polti I., Martin B., Wassenhove V. The effect of attention and working memory on the estimation of elapsed time. *Scientific Reports*, 2018, vol. 8. DOI: 10.1038/s41598-018-25119-y
15. Kim S.H., Baik S.H., Park C.S. et al. Reduced striatal dopamine D2 receptors in people with Internet addiction. *Neuroreport*, 2011, pp. 407–411. DOI: 10.1097/WNR.0b013e328346e16e.
16. Fontes R., Ribeiro J., Gupta D. S. et al. Time Perception Mechanisms at Central Nervous System. *Neurol Int.*, 2016. DOI: 10.4081/ni.2016.5939
17. Turel O., Brevers D., Bechara A. Time distortion when users at-risk for social media addiction engage in non-social media tasks. *J Psychiatr Res*, 2018, no. 2, pp. 84–88. DOI: 10.1016/j.jpsychires.2017.11.014.
18. Üstün S., Kale E.H., Çiçek M. Neural Networks for Time Perception and Working Memory. *Front Hum Neurosci*, 2017. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00083
19. Weinstein A.M. An Update Overview on Brain Imaging Studies of Internet Gaming Disorder. *Front Psychiatry*, 2017. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00185.
20. Zhu Y., Zhang H., Tian M. Molecular and Functional Imaging of Internet Addiction. *Biomed Res Int.*, 2015. DOI:10.1155/2015/378675.

Received 19 May 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Кривоногова, О.В. Соотношение параметров индивидуальной минуты и слухового вызванного потенциала P₃₀₀ у молодых людей с различным уровнем риска интернет-зависимого поведения / О.В. Кривоногова, Е.В. Кривоногова, Л.В. Поскотинова // Психология. Психофизиология. – 2020. – Т. 13, № 3. – С. 93–101. DOI: 10.14529/jpps200310

FOR CITATION

Krivanogova O.V., Krivanogova E.V., Poskotinova L.V. The Correlation Between Individual Minute Data and the P₃₀₀ Auditory Evoked Potential in Young People with Different Levels of Internet Addiction Behavior. *Psychology. Psychophysiology*. 2020, vol. 13, no. 3, pp. 93–101. (in Russ.). DOI: 10.14529/jpps200310