

## СВЯЗЬ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫЗВАННЫХ ЭЭГ-ПОТЕНЦИАЛОВ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В УСЛОВИЯХ ПАРАДИГМЫ GO/NO-GO, С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ВНИМАНИЯ У ДЕТЕЙ

Поступила 05.07.05

Изучали взаимосвязь параметров вызванных ЭЭГ-потенциалов (ВП) с показателями внимания у 30 детей 12 лет. ВП регистрировали соответственно двустимульной парадигме go/no-go с измерением времени реакции. Показатели внимания определяли с использованием теста Бурдона (корректирующая проба) и таблиц Шульте. Оптимальные характеристики внимания были выявлены у детей с максимальными амплитудами волн P2, P300 и условной негативной волны, минимальной амплитудой компонента N2 и малыми значениями латентных периодов комплекса волн P1–N1–P2.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** вызванные потенциалы, парадигма go/no-go, внимание, время реакции.

### ВВЕДЕНИЕ

Необходимость изучения уровня развития внимания у детей и подростков в значительной степени обусловлена проблемами, связанными с весьма частыми нарушениями внимания в данном возрасте. Синдром дефицита внимания и гиперактивности является в настоящее время одним из наиболее распространенных расстройств. Такое нарушение внимания встречается у 5–20 % контингента детей и подростков [1]. Существующие на сегодняшний день системы диагностических критериев, позволяющие оценить уровень развития внимания как у здоровых детей, так и у детей с дефицитом внимания, разработаны еще недостаточно. В связи с этим наша работа была посвящена выяснению взаимосвязи компонентов вызванных ЭЭГ-потенциалов (ВП) с показателями произвольного внимания у детей среднего школьного возраста.

Полагают, что наиболее информативными в отношении особенностей процессов переработки информации на уровне высших отделов ЦНС являются относительно длиннolatентные компоненты ВП (P1, N1, P2, N2), условная негативная волна (УНВ)

и потенциал P300. Показана связь характеристик этих потенциалов с когнитивными процессами, а также их нарушениями [2–4]. В проведенном ранее исследовании [5] были выявлены взаимосвязи характеристик ВП с показателями внимания при определении времени простой сенсо-моторной реакции с предъявлением двух сигнальных стимулов. Целью настоящей работы стало изучение взаимосвязи характеристик ВП, зарегистрированных в рамках go/no-go-парадигмы, с показателями внимания. Мы полагаем, что выполнение go/no-go-теста с параллельной регистрацией ВП, в отличие от задания на определение времени простой сенсо-моторной реакции, позволяет более дифференцированно диагностировать уровень развития произвольного внимания, а также оценивать такой показатель, как импульсивность.

### МЕТОДИКА

В исследовании приняли участие 30 здоровых детей 12 лет (по 15 мальчиков и девочек).

Для регистрации ВП была использована модификация двустимульной go/no-go-парадигмы [6, 7], в которой стимулы предъявлялись парами: предупреждающий стимул и стимул, инициирующий или запрещающий двигательный ответ. Испытуемый готовился к ответу после предупреждающего стимула и нажимал кнопку после разрешающего

<sup>1</sup> Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь (АР Крым, Украина).

Эл. почта: biofeedback@bk.ru (Н. В. Луцук);

jane@crimea.edu (Е. В. Эйсмонт);

pavlenkovb@crimea.edu (В. Б. Павленко).

стимула (go-проба) или воздерживался от нажатия после запрещающего стимула (no-go-проба). Отличием нашей модификации являлось то, что помимо предупреждающего стимула и стимула, разрешающего или запрещающего двигательный ответ, испытуемым предъявлялся и сигнал обратной связи, информирующий о правильном или неправильном выполнении задания (соответственно вертикальная или горизонтальная черта на световом табло).

Участникам исследования предъявляли 30 пар акустических стимулов разной тональности (высокая–высокая, высокая–низкая, низкая–низкая, низкая–высокая) с интервалами по 2 с внутри пары и по 4 с между парами. Длительности низко- и высокочастотных сигналов (400 и 1000 Гц соответственно) составляли 200 мс. Пары тональных стимулов предъявлялись в случайном порядке с одинаковой (приближающейся к 50 %) вероятностью появления как низкого, так и высокого тона. Задача испытуемых заключалась в том, чтобы нажать на кнопку правой рукой со временем реакции (ВР) не более 380 мс в ответ на предъявление пары высоко- или низкочастотных стимулов и не реагировать на пары сигналов, имеющих разную тональность. Всего значимых пар стимулов, требующих нажатия, было 13–17 из 30.

Производилась оценка правильности выполнения двустимульного теста: подсчитывалось количество пропусков значимых («низкий–низкий» или «высокий–высокий») пар стимулов – ошибки невнимательности, а также количество неправильных реакций при предъявлении незначимых, не требующих нажатия кнопки («низкий–высокий» или «высокий–низкий») пар стимулов – ошибки, связанные с импульсивностью. Помимо этого для каждого испытуемого определялось среднее ВР.

ВП регистрировали по общепринятой методике с помощью автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа, лабораторного интерфейса и компьютера. Рабочей программой была «ERP-2» (программист В. В. Арбатов). ЭЭГ-потенциалы отводили монополярно, в точках F3, F4, C3, C4, P3, P4, T3, T4, O1 и O2, согласно системе 10–20. Референтным электродом служили объединенные контакты над сосцевидными отростками. Частота оцифровки сигнала составляла  $500 \text{ с}^{-1}$ . Для регистрации УНВ использовали два дополнительных канала электроэнцефалографа (параллельное отведение от локусов C3 и C4). Эти каналы были модифицированы таким образом, чтобы расширить полосу пропускания усилителей.

Общий вид комплекса усредненных ВП, развивающихся при выполнении go/no-go-теста у одного из испытуемых, представлен на рис. 1. Компоненты P1, N1, P2, N1–P2 (вертекс-потенциал) и N2, рассматриваемые как длиннотентные компоненты экзогенных акустических ВП, регистрировали в случае предъявления всех предупредительных (первых в паре) сигналов (полоса пропускания усилителей от 0.53 до 70 Гц), потенциал P300 – при предъявлении всех зрительных сигналов обратной связи с использованием этой же полосы пропускания усилителей. УНВ, возникающую в интервале между предъявлениями двух стимулов (предупредительного и императивного) и отражающую процессы подготовки поведенческого акта, регистрировали с применением полосы пропускания усилителей от 0.016 до 70 Гц. В ходе анализа всех указанных компонентов комплекса ВП в процесс усреднения включали все реализации, в том числе и те, при которых задание было выполнено испытуемым неправильно (пропуск значимых пар стимулов, ложное нажатие при предъявлении незначимых пар стимулов либо превышение граничного значения ВР). Таким образом, усреднялись все реализации, не содержащие артефактов (обычно 25–27 из 30).

Максимумы анализируемых компонентов ВП соответствовали следующим временным интервалам: P1 – 50–100, N1 – 100–150, P2 – 150–250, N2 – 200–300 и P3 – 250–500 мс после предъявления сигналов. Рассчитывались амплитуды следующих фаз УНВ: интегральной (УНВ<sub>и</sub>) – в промежутке от 300 до 2000 мс с момента предъявления первого сигнала из пары сигналов, ориентировочной (УНВ<sub>о</sub>) – в промежутке от 300 до 1000 мс с момента предъявления первого сигнала из пары и терминальной (УНВ<sub>т</sub>), отражающей готовность к реакции на предъявление стимула, – в промежутке от 1000 до 2000 мс с момента предъявления первого сигнала из их пары.

Оценка показателей внимания проводилась с помощью следующих методик. Показатели «эффективность работы», «вработываемость», «психическая устойчивость» определялись с использованием методики таблиц Шульте. Согласно данной системе тестирования [8], чем ниже величины данных показателей, тем более развитым является внимание.

Для определения показателей «продуктивность внимания» и «точность внимания» применяли буквенный вариант корректурной пробы Бурдона [9].

Дети получали задание в течение 5 мин зачеркивать буквы «К» и «Р», размещенные в случайном порядке среди других букв алфавита. Данные показатели рассчитывались следующим образом: «продуктивность внимания» – количество знаков, рассмотренных за указанный временной интервал; «точность внимания» – отношение всех правильно вычеркнутых знаков к количеству знаков, которые необходимо вычеркнуть, выраженное в процентах. Очевидно, что чем выше значения указанных показателей, тем более развитым и эффективным является внимание испытуемого.

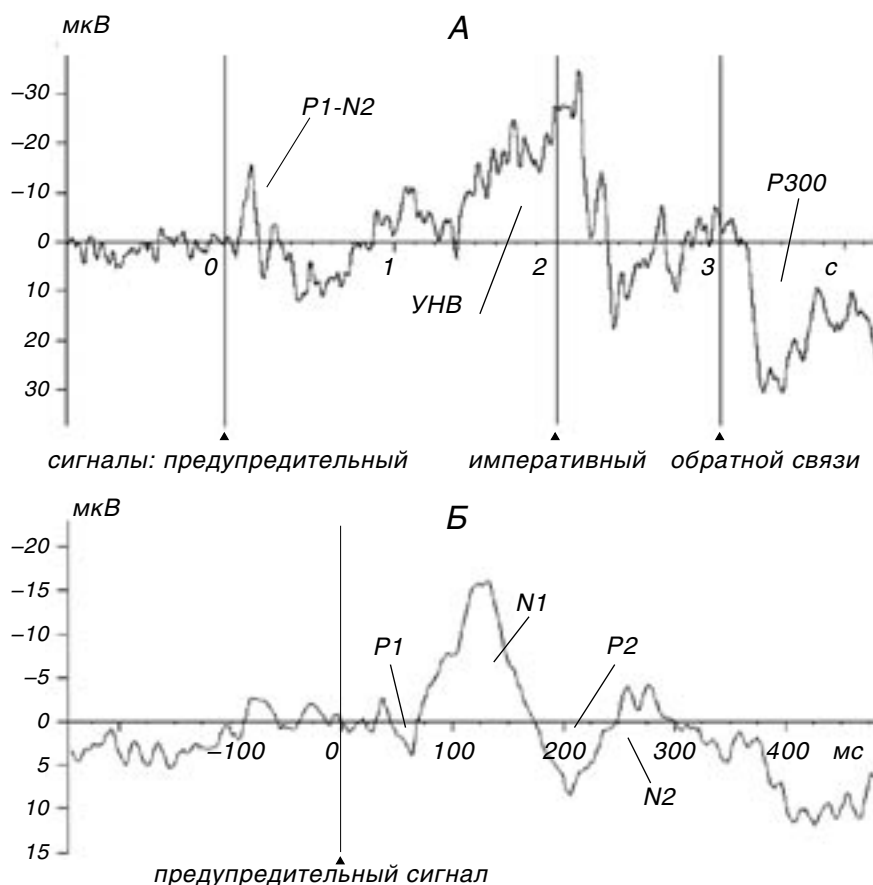
Данные электрофизиологического исследования и показатели психологических тестов количественно обрабатывались посредством стандартных методов вариационной статистики. Для расчета

корреляций использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Остальные подробности проведения экспериментов, в том числе расчет показателей внимания с использованием таблиц Шульте, были описаны ранее [5].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

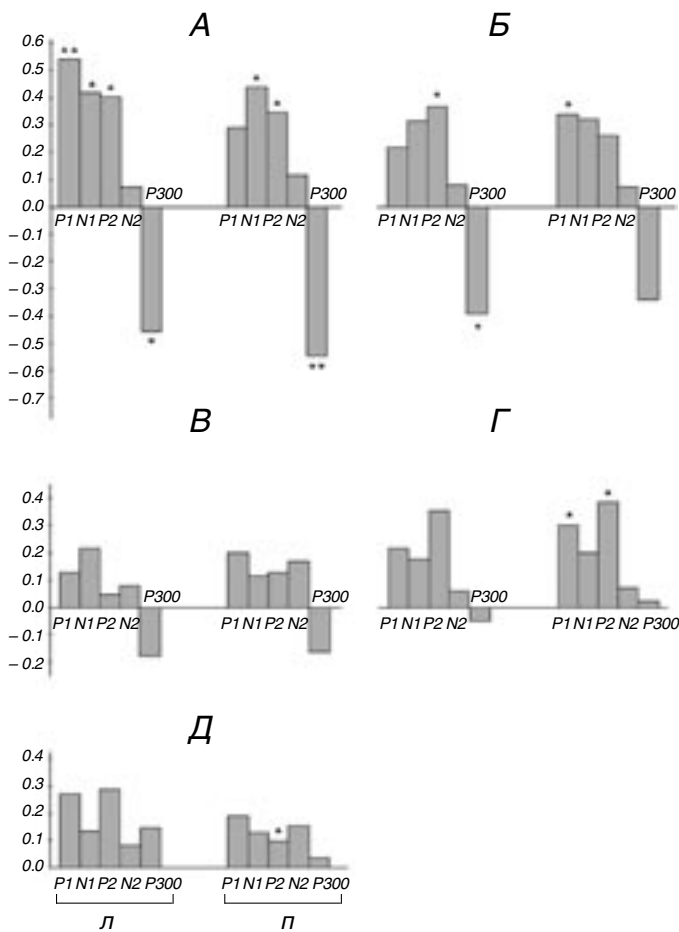
Среднее ВР в группе детей 12 лет составляло  $348.8 \pm 14.7$  мс (здесь и далее приведены средние значения  $\pm$  ошибка среднего). У мальчиков среднее ВР было  $315.8 \pm 12.1$  мс, в то время как у девочек данный показатель был значительно выше и равнялся  $381.9 \pm 18.4$  мс.



**Р и с. 1.** Общий вид комплекса усредненных вызванных потенциалов (ВП), зарегистрированных при отведении от центральной области левого полушария в условиях выполнения go/no-go-теста у одного из испытуемых (А), а также потенциалы, развивающиеся в ответ на предъявление предупредительного акустического сигнала (Б).

Общее число реализаций – 27. P1, N1, P2, N2 – компоненты ВП, связанные с предупредительным акустическим стимулом, УНВ – условная негативная волна, P300 – волна, связанная с восприятием сигнала обратной связи. Внизу указаны моменты предъявления акустических предупредительного и императивного сигналов и визуального сигнала обратной связи.

**Р и с. 1.** Загальний вигляд комплексу усереднених викликаних потенціалів, зареєстрованих при відведенні від центральної ділянки лівої півкулі в умовах виконання go-no-go-тесту в одного з випробуваних (А), а також потенціали, що розвиваються у відповідь на пред'явлення попереджувального акустичного сигналу (Б).



**Р и с. 2.** Средние значения коэффициентов корреляции показателя «ошибки пропуска значимых стимулов» с величиной латентных периодов компонентов вызванных потенциалов, зарегистрированных при отведении от лобных (А), центральных (Б), височных (В), теменных (Г) и затылочных (Д) зон левого (л) и правого (п) полушарий у 30 детей 12 лет. Звездочками отмечен уровень значимости коэффициентов корреляции: \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ .

**Р и с. 2.** Середні значення коефіцієнтів кореляції показника „похибки пропуску значущих стимулів” з величиною латентних періодів компонентів викликаних потенціалів, зареєстрованих при відведенні від лобових (А), центральних (Б), скроневих (В), тім’яних (Г) і потиличних (Д) зон лівої (л) та правої (п) півкуль у 30 дітей 12 років.

Показатель «продуктивность внимания» у мальчиков составлял  $850 \pm 32$  знака, «точность внимания» –  $94 \pm 0.9$  %, «эффективность работы» –  $51.6 \pm 3.2$  с, «вработывание» –  $1.02 \pm 0.05$ , «психическая устойчивость» –  $0.99 \pm 0.04$ , «ошибки пропуска значимых стимулов» –  $0.9 \pm 0.6$ , ложные (неправильные) реакции –  $12.2 \pm 5.3$ . У девочек эти показатели были следующими: «продуктивность внимания» –  $815.0 \pm 27.1$  знака, «точность вни-

мания» –  $96.5 \pm 0.5$  %, «эффективность работы» –  $44.2 \pm 1.2$  с, «вработывание» –  $1.03 \pm 0.04$ , «психическая устойчивость» –  $0.99 \pm 0.04$ , «ошибки пропуска значимых стимулов» –  $0.3 \pm 0.3$ , ложные (неправильные) реакции –  $7.9 \pm 3.2$ . Полученные данные свидетельствуют о том, что хотя девочки несколько медленнее выполняли задания, чем мальчики, концентрация внимания у девочек была выше.

Результаты корреляционного анализа взаимосвязей латентных периодов ВП с показателем «ошибки пропуска значимых стимулов» представлены на рис. 2. Положительные корреляции свидетельствуют о том, что для испытуемых с недостаточной концентрацией внимания характерны наибольшие значения латентных периодов пиков волн P1, N1, P2. Значения латентных периодов волны P300 в лобных областях обоих полушарий, а также в центральной области левого полушария отрицательно коррелировали с указанным выше показателем. Таким образом, результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что для испытуемых с хорошей концентрацией внимания в общем характерны малые значения латентных периодов комплекса волн P1–N2 и увеличенные значения латентного периода потенциала P300.

Следует отметить, что при регистрации ВП с применением odd-ball-парадигмы рядом исследователей были получены противоположные результаты [10–12]: с высоким уровнем развития когнитивных процессов были связаны малые значения латентного периода потенциала P300, развивающегося в ответ на предъявление целевого стимула. Как известно, ключевым элементом указанной парадигмы является регистрация так называемых эндогенных компонентов ВП, которые развивались в ответ на редкие целевые сигналы, предъявленные на фоне относительно частого восприятия нецелевых сигналов. Следует, однако, учесть, что в рамках классической odd-ball-парадигмы волна P300 отражает процесс оценки сигнала, приводящей к принятию решения – выполнять или не выполнять моторное действие. Таким образом, относительно малые значения латентного периода потенциала P300 указывают на способность индивидуума быстро обрабатывать информацию. В нашей же экспериментальной парадигме потенциал P300 развивался в ответ на предъявление сигнала обратной связи. Поэтому латентный период потенциала P300 характеризовал время, необходимое для осознания, оценки результатов теста. Очевидно, что в данных условиях чем меньше латентный период

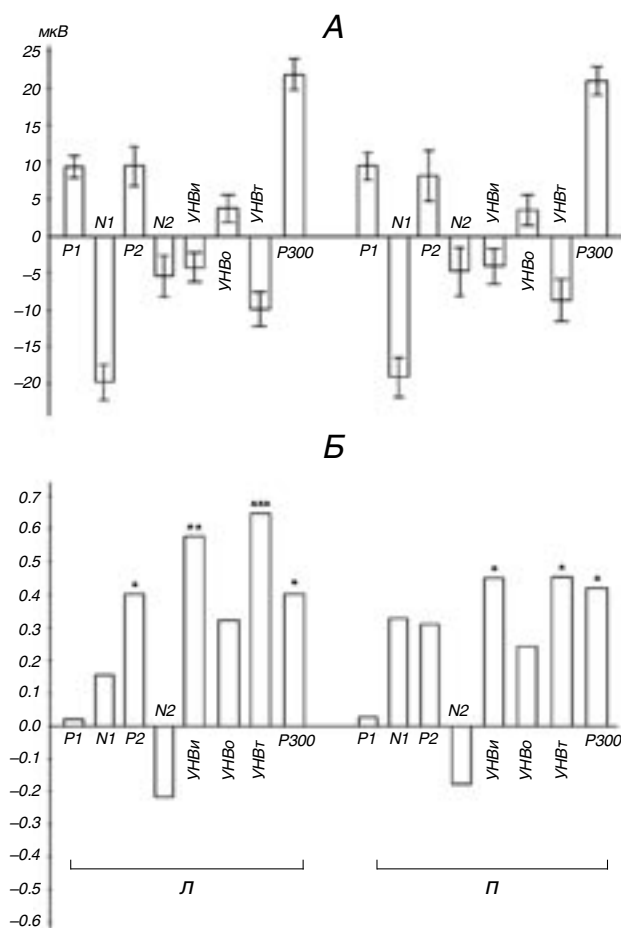
волны P300, тем менее полно учитывается информация о результатах своих действий, получаемая в виде сигнала обратной связи и используемая для корректировки и учета ресурсов внимания, которые выделяются на реализацию поставленной задачи. Испытуемые с более низкими значениями латентного периода указанной волны, видимо, менее склонны анализировать информацию, получаемую в виде обратной связи, и хуже распределяют свои ментальные ресурсы.

Все изучаемые компоненты ВП были наиболее четко выражены в центральных отведениях. Диаграмма амплитуд компонентов ВП, зарегистрированных в этих отведениях, представлена на рис. 3, А. При отведении от центральной области левого полушария амплитуда компонента P2, связанного с восприятием предупредительного сигнала, отрицательно коррелировала с показателем «эффективность работы» и, следовательно, была позитивно связана с уровнем произвольного внимания (Б). Наши результаты согласуются с данными исследований слуховых ВП у детей разных возрастных групп в условиях odd-ball-парадигмы. Согласно этим данным [13], амплитуда компонента P2 положительно связана со степенью зрелости головного мозга. Подобная зависимость была также выявлена при регистрации ВП в рамках парадигмы определения времени простой сенсо-моторной реакции [5].

Лучшие показатели устойчивости внимания (наименьший индекс «психическая устойчивость») обнаруживались у испытуемых с минимальным латентным периодом компонента N1 в центральных отведениях от левого и правого полушарий ( $r = 0.43$ ,  $P < 0.05$ ;  $r = 0.47$ ,  $P < 0.05$  соответственно).

Для латентного периода компонента P2, отводимого от правого полушария в центральной и височной областях, была характерна положительная взаимосвязь с показателем «психическая устойчивость» (С4:  $r = 0.4$ ,  $P < 0.05$ ; Т4:  $r = 0.48$ ,  $P < 0.05$ ). Амплитуда вертекс-потенциала N1–P2, регистрируемого в височной области правого полушария, отрицательно коррелировала с показателем «психическая устойчивость» ( $r = -0.44$ ,  $P < 0.05$ ), т. е. большие значения амплитуды вертекс-потенциала были связаны с высокими характеристиками работоспособности.

Для амплитуды волны N2 в лобной и центральной областях правого полушария, а также в теменной области левого полушария были получены отрицательные корреляции с таким показателем,



**Р и с. 3.** Диаграмма амплитуд компонентов вызванных ЭЭГ-потенциалов (ВП), зарегистрированных при отведении от центральной области левого (л) и правого (п) полушарий у 30 детей 12 лет (А), и величины их коэффициентов корреляции с уровнем развития произвольного внимания у 30 детей 12 лет (Б).

На А указаны значения средних  $\pm$  ошибка среднего по группе; на Б – коэффициент корреляции амплитуд ВП с показателем «эффективность работы»; негативные значения коэффициентов корреляции отложены вверх, так как им соответствует положительная связь амплитуд ВП с уровнем развития произвольного внимания. Звездочками отмечены случаи значимости коэффициентов корреляции: \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$ . Остальные обозначения те же, что и на рис. 2.

**Р и с. 3.** Діаграма амплітуд компонентів викликаних ЕЕГ-потенціалів, зареєстрованих при відведенні від центральної ділянки лівої (л) і правої (п) півкуль у 30 дітей 12 років (А), та величин їх коефіцієнтів кореляції з рівнем розвитку довільної уваги у 30 дітей 12 років (Б).

как «точность внимания» (F4:  $r = -0.44$ ,  $P < 0.05$ ; С4:  $r = -0.51$ ,  $P < 0.01$ ; P3:  $r = -0.45$ ,  $P < 0.05$ ). Считается, что развитие волны N2 связано с активностью механизмов селекции информации. Чем более развито селективное внимание, тем меньше ампли-

туда данной волны [12, 14]. Кроме того, имеются работы, в которых отмечается взаимосвязь характеристик данного компонента и процессов категоризации информации. В частности, Оадес [15] считает, что амплитуда компонента N2, связанного с категоризацией стимулов, уменьшается с развитием концентрации внимания. Поэтому полагают, что для индивидов с выраженной волной N2 характерна некоторая расфокусировка внимания.

С оптимальными характеристиками внимания были связаны также большие значения амплитуд волны P300, УНВ<sub>и</sub> и УНВ<sub>т</sub> в центральных отведениях левого и правого полушарий, а также большие значения амплитуды волны P300 в теменной области левого полушария (P3:  $r = -0.43$ ,  $P < 0.05$ ). Для ВП, зарегистрированных в этих отведениях, были характерны отрицательные корреляции указанных выше компонентов с показателем «эффективность работы» (рис. 3, Б). Известно, что наибольшая амплитуда волны P300 наблюдается у тех испытуемых, которые лучше справляются с заданием и обладают большей когнитивной зрелостью [16].

Считается, что УНВ<sub>т</sub> связана с подготовкой к моторному действию и активностью механизмов предстимульного антиципирующего внимания. Под антиципацией понимают предвосхищение, преднастройку, т. е. возникновение представления о результате того или иного процесса, которое появляется ранее реального достижения такого результата. Функциональное значение данного феномена, видимо, состоит в облегчении и ускорении опознания цели [13]. Контроль и управление процессами преднастройки осуществляются при участии префронтальной коры, которая является одной из основных структур, ответственных за произвольное внимание [17]. Таким образом, данные эндогенные компоненты ВП выступают в качестве основных нейрофизиологических показателей, характеризующих уровень развития произвольного внимания и антиципации.

Следует отметить, что выявленные в настоящем исследовании корреляции параметров УНВ и волны P300 с характеристиками внимания достигали уровня статистической значимости. Это отличает полученные данные от результатов нашей предыдущей работы [5], в которой ВП регистрировались при определении времени простой сенсо-моторной реакции. Указанный факт может объясняться тем, что в рамках go/no-go-парадигмы испытуемому необходимо избирательно реагировать на предъявляемые пары сигналов: в одних случаях инициировать

моторный акт (нажатие на кнопку), а в других – активно подавлять уже подготовленное ответное действие. Такая задача требует большего участия процессов произвольного внимания. В отличие от данного подхода регистрация ВП при определении времени простой сенсо-моторной реакции не позволяет в полной мере диагностировать особенности избирательного внимания испытуемого, в большей степени оценивая лишь скорость когнитивных процессов. Однако следует учесть, что основные проблемы нарушения внимания связаны именно с несостоятельностью или недостаточным развитием механизмов выделения определенных программ и инициации либо подавления их запуска, что особенно характерно для лиц с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью [12, 14, 15].

Примененная нами экспериментальная ситуация близка к odd-ball-парадигме, но отличается от нее большим содержанием (вероятностью предъявления) целевых сигналов, требующих моторной реакции. Благодаря этому go/no-go-парадигма обуславливает определенную степень стереотипизации моторных ответов, что требует особенно значительных усилий для избежания ошибочных реакций на предъявление незначимых сигналов. Данное обстоятельство позволяет рассматривать такую экспериментальную постановку как ситуацию, в существенной степени связанную с функционированием лобной коры [18]. Результаты исследований с применением томографических методов показали, что условием активации фронтальных отделов коры, т. е. структур, управляющих произвольным вниманием, является избирательное произвольное реагирование на строго определенный признак объекта. Это можно наблюдать как при реакции выбора (go/no-go), так и при более сложных задачах, когда признаки объекта, к которым привлекается внимание, конкурируют с нерелевантными свойствами [19, 20]. Такая стратегия позволяет определять нарушение функций контроля, выявляя невнимательность и импульсивность, которые связаны с недостаточностью торможения сенсорных и когнитивных действий, а также слабость избирательного реагирования на предъявление релевантных стимулов.

Согласно результатам настоящей работы, показатели внимания обнаруживают определенную связь с характеристиками ЭЭГ-феноменов. Оптимальные характеристики внимания были выявлены у детей с максимальными амплитудами волн P2, P300, УНВ, минимальной амплитудой компонен-

та N2 и малыми значениями латентных периодов комплекса волн P1–N1–P2. Мы полагаем, что регистрация ВП в условиях go/no-go-парадигмы может быть достаточно эффективно использована для получения объективных показателей, характеризующих процессы внимания. Она позволяет, в частности, более полно диагностировать состояние сферы внимания, чем регистрация ВП при определении времени простой сенсо-моторной реакции.

М. В. Луцюк<sup>1</sup>, Е. В. Эйсмонт<sup>1</sup>, В. Б. Павленко<sup>1</sup>

#### ЗВ'ЯЗОК ХАРАКТЕРИСТИК ВИКЛИКАНИХ ЕЕГ-ПОТЕНЦІАЛІВ, ЗАРЕЄСТРОВАНІХ В УМОВАХ ПАРАДИГМИ GO/NO-GO, З ПОКАЗНИКАМИ УВАГИ У ДІТЕЙ

<sup>1</sup>Таврійський національний університет ім. В. І. Вернадського, Сімферополь (АР Крим, Україна).

#### Резюме

Вивчали взаємозв'язок основних параметрів викликаних ЕЕГ-потенціалів (ВП) та показників уваги у 30 дітей 12 років. ВП реєстрували відповідно до двостимульної парадигми go/no-go з вимірюванням часу реакції. Показники уваги визначали з використанням тесту Бурдона (коректурна проба) та таблиць Шульте. Отримані характеристики уваги були виявлені у дітей з максимальними амплітудами хвиль P2, P300 та умовної негативної хвилі, мінімальною амплітудою компонента N2 та малими значеннями латентних періодів комплексу хвиль P1–N1–P2.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Е. В. Касатикова, Н. П. Ларионов, И. П. Брызгунов, "Исследование распространенности показателей внимания и факторов риска для развития синдрома дефицита внимания с гиперактивностью у школьников", *Педиатрия*, № 5, 73-75 (1999).
2. В. В. Гнездицкий, *Вызванные потенциалы мозга в клинической практике*, Таганрог. радиотехн. ун-т, Таганрог (1997).
3. Э. М. Рутман, *Вызванные потенциалы в психологии и психофизиологии*, Наука, Москва (1979).
4. С. Miniussi, E. L. Wilding, J. T. Coull, and A. C. Nobre, "Orienting attention in time. Modulation of brain potentials," *Brain*, **122**, 1507-1518 (1999).

5. В. Б. Павленко, Н. В. Луцюк, М. В. Борисова, "Связь характеристик вызванных ЭЭГ-потенциалов с индивидуальными особенностями внимания у детей", *Нейрофизиология/Neurophysiology*, **36**, № 4, 313-321 (2004).
6. В. А. Пономарев, О. В. Кропотов, Ю. Д. Кропотов, Ю. И. Поляков, "Десинхронизация и синхронизация ЭЭГ подростков, вызванные стимулами, запускающими или запрещающими сенсомоторную реакцию", *Физиология человека*, **36**, № 3, 5-12 (2000).
7. Ю. Д. Кропотов, В. А. Гринь-Яценко, Л. С. Чутко и др., "Лечение детей с синдромом нарушения внимания с гиперактивностью при помощи метода ЭЭГ-биологической обратной связи", *Рос. вестн. перинатологии и педиатрии*, № 3, 37-40 (2002).
8. Л. Н. Кулешова, *Внимание. Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии*, Питер, СПб. (2000).
9. Е. И. Рогов, *Настольная книга практического психолога в образовании*, Москва (1995).
10. J. Polich, C. Ladish, and T. Burns, "Normal variation of P300 in children: age, memory span, and head size," *Int. J. Psychophysiol.*, **9**, 237-248 (1990).
11. J. Polich and A. Kok, "Cognitive and biological determinants of P300: an integrative review," *Biol. Psychol.*, **41**, 103-146 (1995).
12. R. J. Barry, S. J. Johnstone, and A. R. Clarke, "A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: II. Event-related potentials," *Clin. Neurophysiol.*, **114**, 184-198 (2003).
13. Р. Наатанен, *Внимание и функции мозга*, Изд-во МГУ, Москва (1998).
14. S. J. Johnstone, R. J. Barry, and J. W. Anderson, "Tomographic distribution and developmental time-course of event-related potentials in two subtypes of attention hyperactivity disorder," *Int. J. Psychophysiol.*, No. 42, 73-94 (2001).
15. K. D. Oades, "Frontal, temporal and lateralized brain function in children with attention-deficit hyperactivity disorder: a psychophysiological and neuropsychological viewpoint on development," *Behav. Brain Res.*, **94**, 83-95 (1998).
16. S. J. Johnstone, R. J. Barry, J. W. Anderson, and S. F. Coyle, "Age-related changes in child and adolescent event-related potential component morphology, amplitude and latency to standard and target stimuli in an auditory odd-ball task," *Int. J. Psychophysiol.*, No. 24, 223-238 (1996).
17. R. A. Sieb, "A brain mechanism for attention," *Med. Hypoth.*, **33**, 145-153 (1990).
18. H. S. Levin, K. A. Culhane, and J. Hartmann, "Developmental changes in performance on tests of purported frontal lobe functioning," *Dev. Neuropsychol.*, **7**, 377 (1991).
19. A. Dove, S. Pollmann, and T. Schubert, "Prefrontal cortex activation in task switching: an event related fMRI study," *Brain Res. Cogn. Brain Res.*, **9**, 103-119 (2000).
20. M. T. Banich, M. P. Milham, and R. A. Atchley, "Prefrontal regions play a predominant role in imposing an Attentional 'set': evidence from fMRI," *Brain Res. Cogn. Brain Res.*, **10**, 1-9 (2000).