

СКРИНИНГ ГРУПП РИСКА СДВГ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИГРОВОГО БИОУПРАВЛЕНИЯ

Джафарова О.А.¹, Гребнева О.Л.^{1, 2}, Столлер И.А.²

¹ НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАМН, г. Новосибирск

² Психолого-физиологический центр СДВГ на базе гимназии № 16, г. Новосибирск

РЕЗЮМЕ

С целью организации систематического отбора, формирования групп риска по нарушениям внимания разработан алгоритм скрининговой диагностики учащихся начальной школы на основе игрового биоуправления по частоте сердечных сокращений и времени реакции на внезапно появляющиеся стимулы – тест «Ралли». Предложены классификационные правила деления на группу риска, промежуточную группу и группу с удовлетворительными результатами тестирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: игровое биоуправление, скрининговая диагностика, время реакции, доля пропущенных стимулов, группа риска СДВГ.

Введение

Исследование синдрома дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) показывает, что самым слабым местом диагностики и последующей коррекции является система идентификации ранних (латентных) форм заболевания [8, 10]. Возникающие в дошкольном периоде эти ранние признаки для своего обнаружения требуют методов, обладающих высокой разрешающей способностью, опирающихся на тонкие механизмы жизнедеятельности и являющихся витальными для сохранения равновесия в организме. Такими механизмами служат механизмы саморегуляции, которые на ранней стадии СДВГ оказываются наиболее уязвимыми. Эти механизмы, т.е. тонкие взаимодействия между физиологическими системами, в первую очередь нарушаются при латентных, скрытых, ранних изменениях гомеостаза; биоуправление, особенно его игровые варианты, представляется технологией выбора обнаружения ранних нарушений, оно должно позволять при массовом отборе (скрининге) разделить детей, поступающих в школу, на потенциальную группу риска по нарушениям внимания и условную норму в зависимости от состояния их механизмов саморегуляции. В рамках этой доминирующей цели – организации систематического отбора, формирования групп риска по нарушениям внимания с последующим использованием мониторинга средствами

технологии биоуправления – был разработан алгоритм скрининговой диагностики учащихся начальной школы (1–4-е классы) на основе игрового биоуправления.

Материал и методы

Проведено экспериментальное обследование 160 учащихся 1-х и 2-х классов (средний возраст $8,2 \pm 0,9$ года) с использованием систем игрового биоуправления в условиях компьютерного класса в малых группах (по 10 человек). Использовались компьютерные тренажеры «БОС-Пульс» (рег. уд. № 29/03010300/0230-00 и № ФС 022a20000/1027-04, сертификат соответствия № РОСС RU.АЯ79.ВО3820), которые состояли из специальных приборов, регистрирующих частоту сердечных сокращений (ЧСС) фотоплетизмографическим способом с концевой фаланги указательного пальца тестируемого, и игровой соревновательной программы «Ралли» [4, 5]. Сюжетом игры являлись кольцевые шоссейные гонки, играющий управлял одним из автомобилей. Его скорость была обратно пропорциональна пульсу, регистрируемому с помощью прибора «БОС-Пульс». Дополнительно требовалось реагировать на стимулы – препятствия (камни) на дороге, появляющиеся через случайные интервалы времени (показательно распределенные со средним значением 9 000 мс), которые необходимо было объезжать при помощи своевременного нажатия клавиши «Пробел», что позволяло фиксировать время реакции испытуемого и следить за изменением уровня концентрации внимания в процессе тестирования.

✉ Джафарова Ольга Андреевна, 8 (383) 335-97-56;
e-mail: jafarova@soramn.ru

Испытуемый в течение 10–12 мин (четыре круга-попытки длительностью 2–3 мин) работал на игровом тренажере «Ралли», при этом на каждом круге ему встречалось в среднем 15–18 препятствий. Перед испытуемым ставилась задача реагировать на них максимально быстро и стремиться, чтобы машина не замедляла ход, т.е. пульс не учащался.

В анализе использовались только данные времени реакции RT (мс) – интервал времени от момента, когда камень (стимул) появлялся на дороге, до момента, когда играющий, заметив его, нажимал на клавишу «Пробел», по последним трем попыткам, первая попытка считалась обучающей. Для каждой попытки, включенной в анализ (i – номер попытки, $i = 1, 2, 3$), вычислялись следующие показатели: среднее время реакции RT_i , доля пропущенных стимулов за круг MS_i/S_i , где MS_i – количество пропущенных препятствий, а S_i – общее количество препятствий, предъявленных за i -ю попытку. Также рассчитывался относительный прирост RT по формуле $incr RT = \frac{(RT_3 - RT_1)}{RT_1}$ и прирост

доли пропущенных стимулов от первой тестовой попытки к последней $incr MS = \frac{MS_3}{S_3} - \frac{MS_1}{S_1}$. Попытка

считалась успешной по RT , если $RT_i \leq RT_{i-1}$, где i – номер попытки, $i = 1, 2, 3$. Меньшие значения приростов соответствовали более высоким результатам прохождения теста «Ралли».

Для выделения ведущих факторов и задачи многомерной классификации были использованы методы дискриминантного анализа [1, 7, 9]. Статистический анализ проводился с использованием систем Statistica 9.0 и MS Excel 2003.

Группа детей в количестве 27 человек, состоявшая из учеников 1-го класса «А» обследуемой школы, была подвергнута углубленному психологическому исследованию (таблицы Шульте, методика запоминания 10 слов (А.Р. Лурия)), врач-психотерапевт обследовал их на наличие признаков симптомокомплекса СДВГ (дефицита внимания, гиперактивности, импульсивности) в соответствии с МКБ-10 (адаптированный вариант под редакцией Б.В. Голланда и соавт.) и DSM-IV-TR.

Результаты и обсуждение

В группе детей (27 человек), подвергавшихся наиболее интенсивному изучению, признаки нарушения внимания по психологическим тестам были выявлены у 80% детей, более шести диагностических признаков симптомокомплекса СДВГ – у 48%. Этот класс, сформированный в 2006 г. как класс повышенной психоло-

гической комфортности, что, возможно, объясняет более высокие, чем общепринятые, проценты выявленных нарушений, был выбран второй экспериментальной площадкой для интеграции программы коррекции группы риска по СДВГ в условиях школы (об опыте первой экспериментальной площадки см. [3]).

По данным времени реакции и доли пропущенных стимулов при проведении теста «Ралли» в этой группе был проведен разведочный анализ с целью выделить подгруппы, отличающиеся по успешности его прохождения. В первую очередь по каждой попытке были построены двумерные точечные диаграммы, отражающие соотношения этих признаков. На этих графиках не было выявлено каких-либо устойчивых подгрупп (скопления точек, повторяющихся от попытки к попытке). С целью оценки динамики параметров внимания, которые по гипотезе исследования должны отражать различия характеристик его концентрации, был построен ранговый ряд из признака «прирост времени реакции», на котором были проанализированы приросты доли пропущенных стимулов, а именно учеников 1-го класса «А» упорядочили по убыванию признака $incr RT$. Успешным результатом считалось отрицательное значение прироста от первой попытки к третьей ($incr RT < 0$), поскольку в этом случае участнику удалось уменьшить время реакции на стимулы, сохранить концентрацию внимания в течение 10 мин по крайней мере не хуже, чем в первые 2–3 мин. Такой результат показали 12 человек из 27.

Следует отметить, что среди них у одного участника был выявлен $incr MS = +24\%$, т.е. в последней попытке количество пропущенных стимулов возросло на четверть по сравнению с начальной, что свидетельствовало о нарушении концентрации внимания в процессе работы. Поэтому данного участника исключили из подгруппы с хорошим результатом тестирования, обозначенной «1А+», в нее вошли 11 человек (40,7%). Оставшаяся часть группы состояла из 16 человек, в ней была выделена подгруппа с неудовлетворительным результатом тестирования, характеризующимся увеличением доли пропущенных камней одновременно с увеличением (ухудшением) времени реакции в последней попытке, эту подгруппу, обозначенную «1А–», составили 6 человек (22,3%). Остальные ученики 1-го класса «А» (10 человек, 37%) образовали подгруппу удовлетворительных результатов тестирования «1А».

Таким образом, было получено следующее распределение по тесту «Ралли»: первая подгруппа (1А–) – 6 человек (22,3%); вторая подгруппа (с удовлетворительными результатами) (1А) – 10 человек (37%);

подгруппа с хорошими результатами тестирования (1А+) – 11 человек (40,7%).

На рис. 1 представлена соответствующая точечная диаграмма.

На рис. 1 видно, что выделенные подгруппы по успешности прохождения теста «Ралли» образовали непересекающиеся области на плоскости и могут быть разделены прямыми линиями, на рисунке прямая $y = -0,71x + 0,45$ отделяет подгруппу 1А–.

Участники продемонстрировали различные варианты реагирования на стимулы в процессе тестирования: среднее время реакции в лучшей группе уменьшалось, хотя вначале было более 1 000 мс, а в остальных оно нарастало (табл. 1). Доля пропущенных камней в подгруппе 1А+ составляла около 16–17% и оставалась неизменной в процессе тестирования, тогда как в других подгруппах она увеличивалась, причем в подгруппе 1А– более чем в 3 раза. Такая тенденция может свидетельствовать о дифференцировке динамики показателей внимания.

Из табл. 1 видно, что деление на подгруппы по степени успешности прохождения теста «Ралли» достаточно точно отражает выраженность симптоматики СДВГ, в первую очередь нарушений внимания, и, сле-

довательно, может быть положено в основу классификационного алгоритма для предварительного выделения соответствующей группы риска, кроме того, возможность использования этих данных в качестве обучающей выборки для линейного дискриминантного анализа подтверждается отделимостью подмножеств на точечной диаграмме.

Следует отметить, что в этой группе признаки нарушения внимания по психологическим тестам были выявлены у 80% детей, более шести диагностических признаков симптомокомплекса СДВГ – у 48%. Этот класс, сформированный в 2006 г. как класс повышенной психологической комфортности, что, возможно, объясняет более высокие, чем общепринятые, проценты выявленных нарушений, был выбран второй экспериментальной площадкой для интеграции программы коррекции группы риска по СДВГ в условия школы (об опыте первой экспериментальной площадки см. [3]).

При скрининговом исследовании 160 младших школьников (1-й класс – 88 человек, 55%; 2-й класс – 72 человека, 45%) с помощью теста «Ралли» была получена следующая динамика первичных показателей (табл. 2).

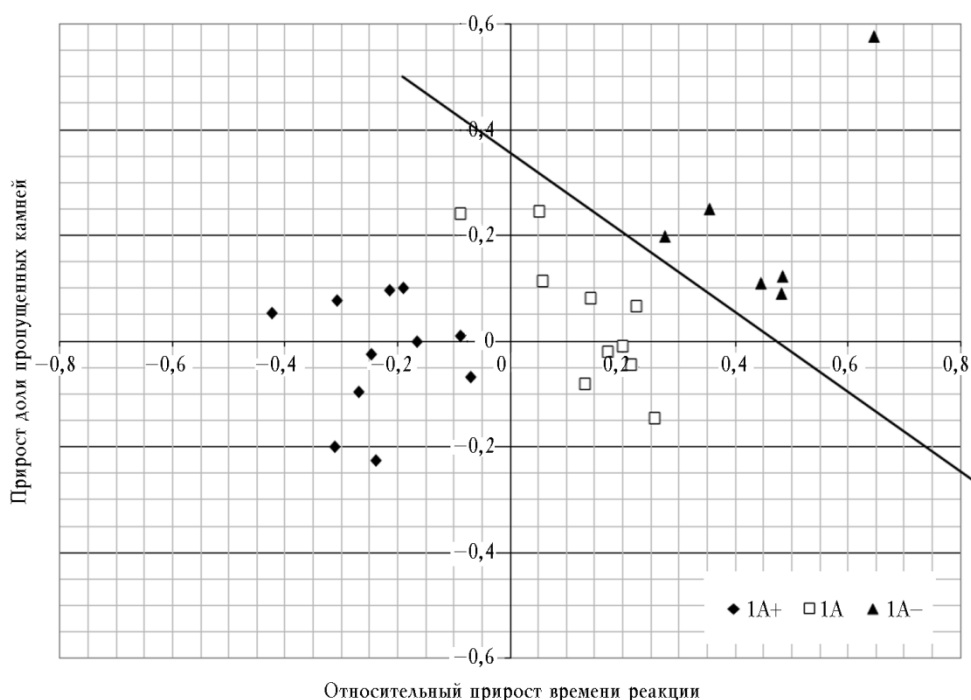


Рис. 1. Результаты диагностического обследования (тест «Ралли», три попытки) в группе углубленного исследования

Таблица 1

Динамика исходных показателей, отражающих концентрацию внимания, в процессе тестирования							
Группа	Доля пропущенных препятствий			Среднее время реакции, мс			Доля лиц с шестью и более признаками СДВГ, %
	1-я попытка	2-я попытка	3-я попытка	1-я попытка	2-я попытка	3-я попытка	

1A+	0,18	0,16	0,15	1003,45	783,64	765,55	18
1A	0,26	0,21	0,31	934,90	944,10	1063,80	60
1A-	0,10	0,24	0,32	719,33	990,17	1038,33	83

Таблица 2

Динамика исходных показателей, отражающих концентрацию внимания, в процессе тестирования 160 школьников 1-х и 2-х классов

Группа	Доля пропущенных препятствий			Среднее время реакции, мс		
	1-я попытка	2-я попытка	3-я попытка	1-я попытка	2-я попытка	3-я попытка
1-й класс «А» (27 человек)	0,20	0,19	0,25	922,64	875,25	981,22
1-й класс (88 человек)	0,22	0,22	0,21	1 003,80	907,34*	965,02
2-й класс (72 человека)	0,20	0,16* $p_{1-2} < 0,05$	0,18	1 008,85	850,59** $p_{1-2} < 0,01$	888,15* $p_{1-3} < 0,05$

Примечание. p_{1-2} , p_{1-3} – значимость t -критерия Стьюдента для парных сравнений данных 1-й и 2-й или 1-й и 3-й попыток.

Из табл. 2 видно, что группы достаточно однородны, различие между 1-м и 2-м классами выявлено только по доле пропущенных камней во второй попытке ($p < 0,05$; t -критерий Стьюдента для независимых выборок), хотя динамика внутри групп различается и отражает, вероятно, возрастные изменения. Отметим, что по выбранным показателям учащиеся 1-го класса «А» достоверно не отличались от остальных участников тестирования, что еще раз подтверждает необходимость раннего выявления группы риска по нарушениям внимания, так как они характерны практически для половины школьников начальных классов, а своевременная коррекция позволит предотвратить возникающие проблемы в обучении и социализации детей.

Точечная диаграмма по приростам, построенная аналогично предыдущему случаю, к сожалению, не дает возможности строго отделить группы, отличающиеся по признакам нарушения внимания (рис. 2). Хотя определенные оценки сделать можно: группа, продемонстрировавшая возрастание пропусков стимулов и увеличение времени реакции от первой попытки к третьей тестовой, расположенная над линией $y = -0,71x + 0,45$ в верхнем правом углу диаграммы, отделившей на рис. 1 группу риска (1A-), состоит из 23 человек, что от общей выборки из 160 человек учащихся 1-х и 2-х классов составляет 14,3%. Этим детям должно быть уделено особое внимание, проведено углубленное обследование для выявления синдрома нарушения внимания. Как известно, частота встречаемости СДВГ в российской популяции детей у разных авторов варьирует от 2 до 47%. Так, по данным Ю.С. Шевченко [10], диапазон колебаний составляет 24–40%, по материалам Н.Н. Заваденко [9], от 4 до 9,5%. Полученная в данном исследовании оценка группы риска СДВГ с использованием теста «Ралли» 14% представляется не завышенной, а вполне реалистичной.

Для анализа структуры диагностических признаков теста «Ралли» и создания алгоритма определения

групп риска для дальнейшего углубленного обследования учащихся на предмет выделения ранних (латентных) форм СДВГ был проведен канонический дискриминантный анализ следующих показателей динамики теста «Ралли»: доля пропущенных камней по попыткам и время реакции на стимулы, усредненное за каждую попытку, на обучающей выборке учащихся 1-го класса «А» (27 человек), классификация с использованием линейного дискриминантного анализа проводилась на результатах учащихся 1-го и 2-го классов (88 человек, из них 27 человек – обучающая выборка, и 72 человека соответственно). Использовался стандартный алгоритм анализа (все переменные были включены в модель). Первая каноническая дискриминантная функция обеспечила 95% разделения групп, основной вклад в нее внесли признаки: время реакции за первую попытку и доля пропущенных камней за последнюю; также с высокими значениями в нее вошли время реакции за третью попытку и доля пропущенных камней за вторую. Вторую дискриминантную функцию, также статистически значимую, определяла доля пропущенных стимулов в первой попытке.

На рис. 3 приведен результат классификации в проекции на плоскость первой и второй канонических дискриминантных функций. Качество классификации на три группы – 100% на основании сравнения *a priori* и *posthoc* результатов классификации обучающей выборки, все элементы выборки отнесены к тем же классам, что и до начала процедуры. Следовательно, можно предложить классификационные функции для определения группы риска по нарушениям внимания.

$$C_1 = -30,151 \cdot MS_1 + 0,002 \cdot RT_1 + 5,894 \cdot MS_2 + 0,009 \cdot RT_2 + 20,257 \cdot MS_3 + 0,010 \cdot RT_3 - 15,488;$$

$$C_2 = -23,359 \cdot MS_1 + 0,043 \cdot RT_1 + 20,909 \cdot MS_2 - 0,003 \cdot RT_2 - 20,084 \cdot MS_3 - 0,004 \cdot RT_3 - 13,717;$$

$$C_3 = -58,409 \cdot MS_1 + 0,120 \cdot RT_1 + 63,275 \cdot MS_2 - 0,019 \cdot RT_2 - 83,180 \cdot MS_3 - 0,029 \cdot RT_3 - 41,495;$$

где MS_i – доля пропущенных камней, а RT_i – среднее время реакции за i -ю тестовую попытку соответственно, $i = 1, 2, 3$.

Алгоритм классификации следующий: объект относят к тому классу, вероятность попадания в который (C_1, C_2, C_3) наибольшая.

На основе выделения подгрупп с помощью процедуры классификации дискриминантного анализа получено следующее процентное соотношение подгрупп: первая подгруппа (группа риска) (1-2-) – 27

человек (16,9%); вторая подгруппа (промежуточная) (1-2) – 61 человек (38,1%); подгруппа с хорошими результатами тестирования (1-2+) – 72 человека (45%).

Как видно, полученная классификация является несколько более строгой, чем визуальная. Теперь к первой подгруппе отнесено почти 17% выборки в сравнении с 14% при «разведочном» предварительном анализе, также сократился объем группы удовлетворительных результатов. Динамика исходных показателей, использованных в анализе, соответствует динамике, наблюдаемой

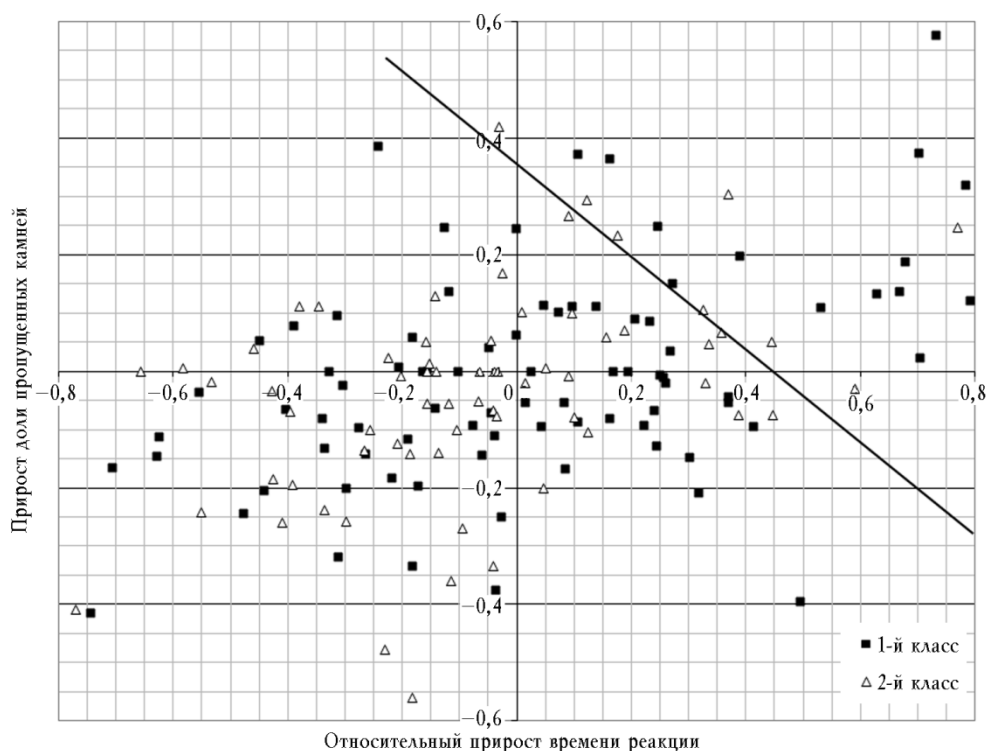


Рис. 2. Результаты диагностического обследования (тест «Ралли», три попытки) учащихся 1-го и 2-го классов (160 человек)

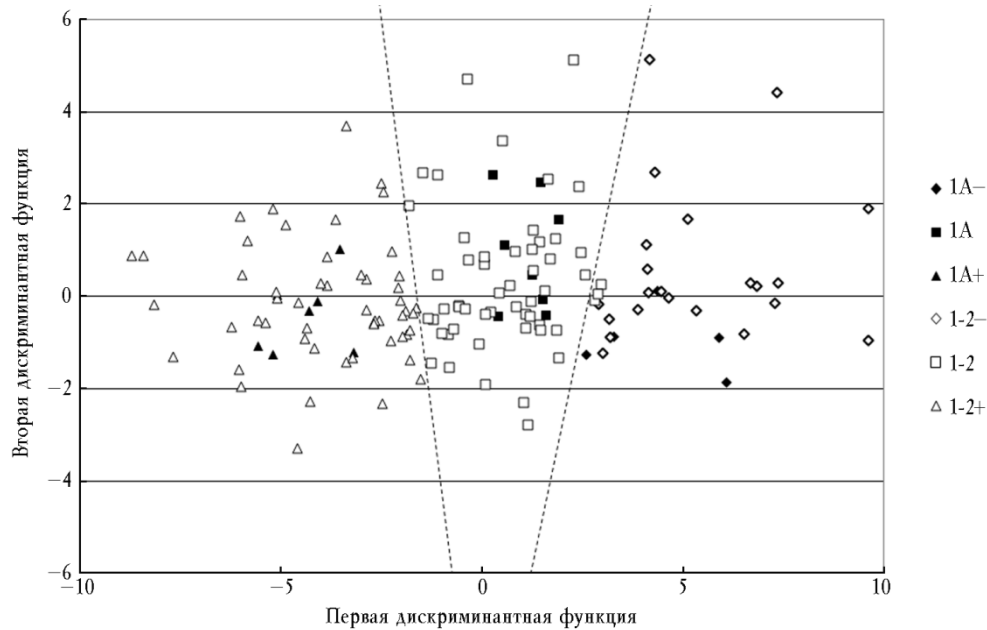


Рис. 3. Классификация учащихся 1-го и 2-го классов на плоскости первой и второй канонических дискриминантных функций: 1A-, 1A и 1A+ – подгруппы обучающей выборки; 1-2-, 1-2, 1-2+ – подгруппы, полученные в результате классификации объектов

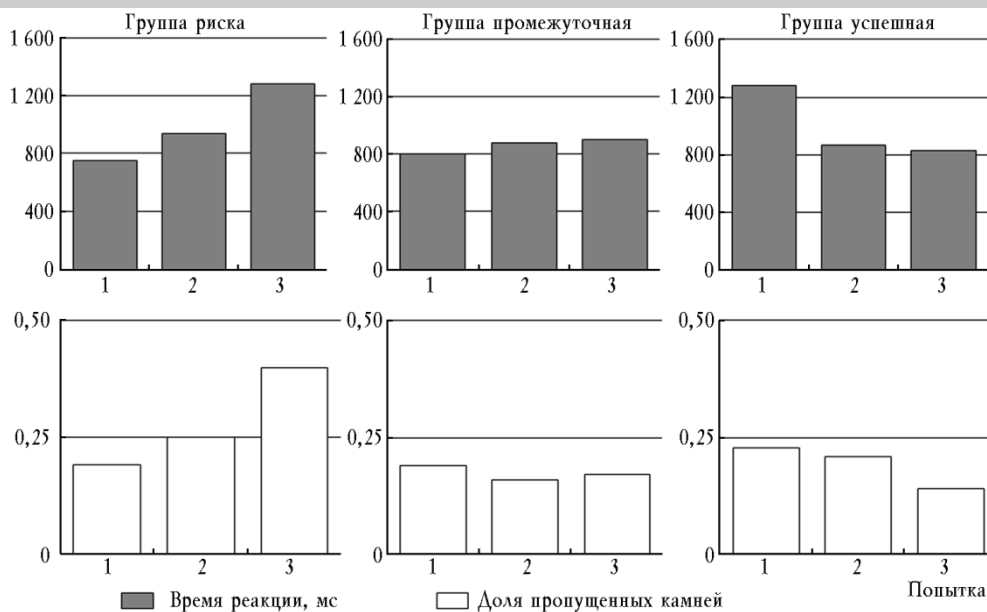


Рис. 4. Особенности динамики показателей, отражающих концентрацию внимания, в группах, выделенных при классификации

в обучающей выборке (см. табл. 1). Интересно отметить, что наряду со средним временем реакции в первой попытке, намного большим в группе 1-2+ ($RT_1 = 1283,16$ мс), чем в остальных двух ($RT_{1(1-2-)} = 747,47$ мс, $RT_{1(1-2)} = 798,27$ мс; $p < 0,001$; F -критерий Фишера), входящим в число основных дискриминирующих признаков, наибольшее различие между успешной группой, промежуточной и группой риска выявлено по третьей тестовой попытке ($MS_{3(1-2-)} = 0,40$, $MS_{3(1-2)} = 0,17$, $MS_{3(1-2+)} = 0,14$; $p < 0,001$, $RT_{3(1-2-)} = 1279,05$ мс, $RT_{3(1-2)} = 898,10$ мс, $RT_{3(1-2+)} =$

$= 826,72$ мс; $p \ll 0,001$; F -критерий Фишера). Группа риска характеризуется резким увеличением доли пропущенных стимулов и времени реакции ($p_{1-3} \ll 0,001$ по обоим показателям, t -критерий Стьюдента для парных сравнений), что свидетельствует о неспособности удерживать высокий уровень концентрации внимания в процессе выполнения достаточно монотонного задания: тест «Ралли» – это 12 мин шоссейных гонок по однообразной кольцевой трассе. В промежуточной группе нарастание времени реакции не столь значительное, хотя и достоверное по сравнению с начальной попыткой, а

процент пропуска стимулов остается почти неизменным, что может свидетельствовать о меньшей отвлекаемости испытуемого от задания. Наиболее успешно прошедшие тест учащиеся, наоборот, значительно снизили и время реакции, и долю пропущенных стимулов от первой тестовой попытки к последней (рис. 4).

Можно выдвинуть гипотезу, что тест «Ралли» хорошо выделяет особенности, связанные с нарушениями внимания, а не гиперактивностью, импульсивностью, хотя характер теста провоцирует испытуемого на проявление и этих реакций. Следует учитывать также возможность гипердиагностики, так как к группе риска, а особенно к промежуточной группе, в которой процент проявления симптомокомплекса СДВГ составляет 60% по обучающей выборке, на основе упомянутых выше признаков и психологического обследования может быть отнесен широкий круг состояний, сходных с СДВГ лишь по внешним проявлениям [6], хотя и вызывающих нарушения внимания, и сопутствующие проблемы в обучении и социализации детей в школе.

Выводы

Проведение тестирования учащихся младших классов на основе технологии игрового биоуправления в условиях компьютерного класса школы позволило предложить алгоритмы определения группы риска по нарушениям внимания. Сопоставление полученных результатов с клиническими исследованиями по раннему выявлению симптомокомплекса СДВГ – задача дальнейших исследований. Следует отметить

простоту и увлекательность предложенного подхода для детей, а также отнести к его преимуществам возможность проведения группового объективного исследования.

Литература

1. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. М.: Мир, 1982. 488 с.
2. Бихевиорально-когнитивная психотерапия детей и подростков / под ред. проф. Ю.С. Шевченко. СПб., 2003.
3. Гребнева О.Л., Джафарова О.А., Даниленко Е.Н. Нарушения внимания у детей и подростков. Диагностика и коррекция с использованием технологии компьютерного нейробиоуправления // Вестн. практ. психологии образования. 2005. № 4 (5). С. 53–57.
4. Гребнева О.Л., Джафарова О.А., Лазарева О.Ю. Игровое компьютерное биоуправление в школе. Опыт практического применения // Бюл. СО РАМН. 2004. № 3. С. 71–73.
5. Джафарова О.А., Донская О.Г., Зубков А.А., Штарк М.Б. Игровое биоуправление и стрессзависимые состояния // Бюл. СО РАМН. 2004. № 3. С. 53–61.
6. Заваденко Н.Н. Гиперактивность и дефицит внимания в детском возрасте. М.: Академия, 2005. 256 с.
7. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности: справ. изд. / под ред. С.А. Айвазяна. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.
8. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ): этиология, патогенез, клиника, течение, прогноз, терапия, организация помощи: экспертный доклад. М., 2007. 64 с.
9. Статистические методы для ЭВМ / под ред. К. Энслейна, Э. Рэлстона, Г.С. Уилфа. М.: Наука, 1986. 460 с.
10. American Academy of Pediatrics. Clinical practice guideline: diagnosis and evaluation of the child with attention-deficit/hyperactivity disorder // Pediatrics. 2000. 105. P. 1158–1170.

Поступила в редакцию 22.11.2012 г.

Утверждена к печати 07.12.2012 г.

Джафарова Ольга Андреевна (✉) – канд. физ.-мат. наук, руководитель лаборатории компьютерных систем биоуправления НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАМН (г. Новосибирск).

Гребнева Ольга Леонидовна – канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории компьютерных систем биоуправления НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАМН (г. Новосибирск).

Столлер Ирина Александровна – тренер нейробиоуправления психолого-физиологического центра СДВГ на базе гимназии № 16 (г. Новосибирск).

✉ Джафарова Ольга Андреевна, тел. 8 (383) 335-97-56; e-mail: jafarova@soramn.ru

ADHD GROUP RISK SCREENING BASED ON GAME BIOFEEDBACK

Jafarova O.A.¹, Grebneva O.L.¹, Stoller I.A.²

¹ Institute for Molecular Biology and Biophysics, SB RAMS, Novosibirsk, Russian Federation

² Psychological-Physiological Center of ADHD Based on the Gymnasium № 16, Novosibirsk, Russian Federation

ABSTRACT

To organize the systematic selection and formation of risk groups regarding attention disorder, the algorithm of screening diagnostics for primary school students was developed using game biofeedback based on heart rate and time of response to suddenly appearing stimuli (test "Rally").

Proposed are classification rules for including the subjects into the risk group, the intermediate group, and the group with satisfactory test results.

KEY WORDS: game biofeedback, screening diagnostics, missed stimuli percentage, ADHD risk group.

Bulletin of Siberian Medicine, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 154–160

References

1. Afify A., Aithen S. *The statistical analysis. Approach with the use of computer*. Moscow, Mir Publ., 1982. 488 p. (in Russian).
 2. *Behavioral-cognitive psychotherapy for children and adolescents*. Ed. Yu.S. Shevchenko. St. Petersburg, 2003. (in Russian).
 3. Grebneva O.L., Jafarova O.A., Danilenko Yu.N. // *Herald of Practical Psychology of Education*, 2005, no 4 (5), pp. 53–57. (in Russian)
 4. Grebneva O.L., Jafarova O.A., Lazareva O.Yu. // *Bulletin of the Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences*, 2004, no 3, pp. 71–73. (in Russian)
 5. Jafarova O.A., Donskaya O.G., Zubkov A.A., Shtark M.B. // *Bulletin of the Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences*, 2004, no 3, pp. 53–61. (in Russian)
 6. Zavadenko N.N. *Hyperactivity and attention deficit in children*. Moscow: Academy Publ., 2005. 256 p. (in Russian).
 7. *Applied statistics: Classification and dimensionality reduction*. Ed. S.A. Aivazyan. Moscow, Finance and statistics, 1989. 607 p. (in Russian).
 8. *Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): etiology, pathogenesis, clinic, course, prognosis, therapy, the organization of assistance: expert report*. Moscow, 2007. 64 p. (in Russian).
 9. *Statistical methods for computer*. Moscow, Science Publ., 1986. 460 p. (in Russian).
 10. American Academy of Pediatrics. Clinical practice guideline: diagnosis and evaluation of the child with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*, 2000, 105, pp. 1158–1170.
- Jafarova Olga A.** (✉), the Laboratory of the Biofeedback Computer System, the Institute for Molecular Biology and Biophysics, SB RAMS, Novosibirsk, Russian Federation.
- Grebneva Olga L.**, Ph.D., the Laboratory of the Biofeedback Computer System, the Institute for Molecular Biology and Biophysics, SB RAMS, Novosibirsk, Russian Federation.
- Stoller Irina A.**, psychological-physiological center of ADHD based on the gymnasium № 16, Novosibirsk, Russian Federation.
- ✉ **Jafarova Olga A.**, Ph. +5 (383) 335-97-56; e-mail: jafarova@soramn.ru