

**Институт возрастной физиологии
Российской академии образования**



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№ 2(62) 2020

Выходит с 2001 г.

Периодичность издания - 4 номера в год
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-13217 от 29 июля 2002 г.

Главный редактор

Безруких Марьяна Михайловна

Заместитель главного редактора

Сонькин Валентин Дмитриевич

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Догадкина С.Б., к.б.н., Москва, РФ

(ответственный секретарь)

Морозова Л.В., д.б.н., проф.,

Архангельск, РФ

Лях В.И., д.б.н., проф.,

Краков, Польша

Криволапчук И.А., д.б.н.

Москва, РФ

Курганский А.В., д.б.н.

Москва, РФ

Соколова Л.В., д.б.н., проф

Москва, РФ

Губарева Л.Н., д.б.н.,

Ставрополь, РФ

Параничева Т.М., к.б.н.,

Москва, РФ

Адамовская О.Н., к.б.н.,

Москва, РФ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Безруких М.М., д.б.н., акад. РАО,

Москва, РФ

Фарбер Д.А., д.б.н., акад. РАО

Москва, РФ

Мачинская Р.И., д.б.н., член-корр. РАО

Москва, РФ

Левушкин С.П. д.б.н., проф.

Москва, РФ

Сонькин В.Д., д.б.н., проф.

Москва, РФ

Айзман Р.И., д.б.н., проф.

Новосибирск, РФ

Сельверова Н.Б., д.м.н., проф.

Москва, РФ

Князева М.Г., д.б.н.,

Женева, Швейцария

Соловьева Ю.В., PhD

Пуэбло, Мексика

СОСТАВИТЕЛЬ

Догадкина С.Б.

В статьях журнала представлена новая информация, отражающая результаты исследований в области возрастной физиологии, морфологии, биохимии, психофизиологии, антропологии, физического воспитания и культуры здоровья. В журнале публикуются работы, выполненные на животных, и результаты исследования детей.

Для специалистов в области возрастной морфологии, физиологии, психофизиологии, физического воспитания, школьной гигиены и педагогики.

ВНИМАНИЕ!!!

Журнал распространяется:

- через каталог «Роспечать» (подписной индекс 48656)
- путем прямой редакционной подписки

Почтовый адрес редакции: 119121 Москва, ул. Погодинская, д. 8, корп. 2,
тел./факс (499) 245-04-33; *тел.* (495) 708-36-83; *E-Mail:* almanac@mail.ru

«Новые исследования» - М.: Институт возрастной физиологии,
2020, № 1(61). - 138 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ШКОЛЕ

ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО КРОВОТОКА У ДЕТЕЙ 8-9 ЛЕТ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКИ НА РАЗНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ Адамовская О.Н., Орлов К.В., Безобразова В.Н.	5
--	---

ВЕГЕТАТИВНОЕ И ГОРМОНАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ (РАБОТА НА СМАРТФОНЕ) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ТИПА ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ АКТИВНОСТИ Догадкина С.Б., Ермакова И.В., Шарапов А.Н.	15
---	----

ХАРАКТЕР КРАТКОСРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО- СОСУДИСТОЙ И ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С РАЗНЫМИ ТИПАМИ КРОВООБРАЩЕНИЯ К КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКЕ, ВЫПОЛНЯЕМОЙ НА СМАРТФОНЕ Кмить Г.В., Рублева Л.В., Ермакова И.В., Шарапов А.Н.	33
--	----

ОТНОШЕНИЕ УЧАСТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА К ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ Параничева Т.М., Макарова Л.В., Тюрина Е.В., Лукьянец Г.Н., Орлов К.В., Лезжова Г.Н.	51
--	----

ФИЗИЧЕСКИЕ ТРЕНИРОВКИ И ЗДОРОВЬЕ

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ РЕАКЦИИ КОЖИ НА ПЕРЕМЕЖАЮЩЕЕСЯ ДЕЙСТВИЕ ХОЛОДА И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У ПОДРОСТКОВ-СПОРТСМЕНОВ 13–16-ЛЕТНЕГО ВОЗРАСТА Орлова Н.И., Васильева Р.М., Колесов А.Д., Пронина Т.С., Сонькин В.Д.	63
---	----

ДИНАМИКА ХРОНИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧАНИЯ В ВУЗЕ Блинков С.Н., Маркарян В.С., Левушкин С. П.	74
---	----

ОБЗОРЫ

ПЕРЕГРУЗКИ ОТ ОБЪЕМА ДВИЖЕНИЙ В ХОРЕОГРАФИИ И СПОРТЕ (СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ) ЧАСТЬ II. ИМПИНДЖМЕНТЫ И НЕСТАБИЛЬНОСТЬ Васильев О.С., Степаник И.А., Левушкин С.П., Рохлин А.В.	81
--	----

ПЕРЕГРУЗКИ ОТ ОБЪЕМА ДВИЖЕНИЙ В ХОРЕОГРАФИИ И СПОРТЕ (СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ). ЧАСТЬ III. ДИСПЛАЗИЯ ТАЗОБЕДРЕННЫХ СУСТАВОВ И ДИСПЛАСТИЧЕСКИЙ ТИП КОНСТИТУЦИИ Васильев О.С., Степаник И.А., Левушкин С.П., Рохлин А.В.	108
ОБЗОР МАТЕРИАЛОВ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СИМПОЗИУМА НА КОНФЕРЕНЦИИ «ПОДРОСТОК В МЕГАПОЛИСЕ» В АПРЕЛЕ 2020г. Ломакин Д.И.	131

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ШКОЛЕ

ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО КРОВОТОКА У ДЕТЕЙ 8-9 ЛЕТ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКИ НА РАЗНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ

О.Н. Адамовская¹, К.В. Орлов, В.Н. Безобразова
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

Методом биполярной реоэнцефалографии у детей 8-9 лет изучались гемодинамические изменения церебрального кровотока при выполнении умственной нагрузки с использованием разных электронных устройств и бумажного варианта. Выявлено три варианта реактивности мозгового кровообращения к умственной нагрузке: 1) увеличение артериального притока в лобных и затылочных областях головного мозга; 2) разнонаправленные изменения артериального притока в лобных и затылочных областях головного мозга (увеличение в одной области при снижении в другой); 3) снижение артериального притока и повышение тонуса крупных и средних мозговых артерий в лобных и затылочных областях головного мозга. Адаптация мозгового кровообращения к умственной нагрузке у детей с первым и вторым вариантами реакции не сопровождалась напряжением механизмов регуляции мозгового кровообращения, у детей с третьим вариантом реакции выявлен напряженный характер адаптации мозгового кровообращения при выполнении теста. Наименьшая частота встречаемости детей 8-9 лет с напряжением адаптации (группа 3) отмечена при выполнении теста на бумаге (36 %) по сравнению с электронными устройствами. Самая многочисленная группа детей 8-9 лет с напряжением адаптации (группа 3) отмечена при выполнении теста на смартфоне (74 %).

Ключевые слова: младшие школьники, мозговое кровообращение, умственная нагрузка, электронные устройства (ноутбук, планшет, смартфон), бумага.

Changes in cerebral blood circulation in 8-9-year-old children using different electronic devices to mental tasks. The method of bipolar rheoencephalography (REG) was used to study hemodynamic changes in cerebral blood flow in 8-9-year-old children performing mental tasks using various electronic devices or paper and pencil. There were revealed three types of brain circulation as a reaction to mental load: 1) increased arterial flow in the frontal and occipital lobes in the brain; 2) multidirectional changes of arterial flow in the frontal and occipital regions of the brain (an increase in one area and a decrease in the other); 3) reduced arterial flow and increased tone of the large and medium-sized cerebral arteries in the frontal and occipital lobes. Adaptation of cerebral circulation to mental load in children with the first and second responses was not accompanied by tension of the regulation mechanisms of cerebral circulation, whereas children with the third type of the reaction demonstrated tension in adaptation of the cerebral circulation during the test. The lowest frequency of adaptation stress (group 3) was observed in 8-9-year-old children performing the paper test (36 %) com-

Контакты: ¹ Адамовская О.Н. -E-mail: <krysyuk-19@yandex.ru>

pared to the one using electronic devices. The largest group of children with adaptation stress (group 3) was registered at test performance with a smartphone (74 %).

Keywords: *primary school students, cerebral circulation, mental load, electronic devices (laptop, tablet, smartphone), paper.*

DOI:10.46742/2072-8840-2020-62-2-5-14

Как свидетельствует целый ряд научных работ, применение компьютеров в учебном процессе вызывает большой интерес, а сам термин «компьютер» в наше время обозначает широкий круг устройств – от мейнфрейма и настольного компьютера до планшета с выходом в интернет [12]. В соответствии с Приказом Минобрнауки России от 30 марта 2016 г. № 336 «Об утверждении перечня средств обучения и воспитания, необходимых для реализации образовательных программ начального общего, основного общего и среднего общего образования...», все учебные помещения школ должны быть оснащены мультимедийными комплектами (компьютер/ноутбук, проектор, интерактивная доска/экран) и подключены к мобильному Интернету. В образовательном процессе также активно применяются электронные учебники на базе современных портативных электронных устройств.

Установлено, что на формирование позы ребенка при работе с портативной компьютерной техникой имеет большое значение угол зрения, расстояние от глаз до экрана, угол наклона головы, угол наклона туловища (вклад в формирование позы составляет 93,4 %; 84,5 %; 70,3 % и 43,6 %, соответственно) [13]. Портативные виды компьютерной техники имеют ряд особенностей: небольшой размер дисплея, его сочетание с клавиатурой (моноблочность), отсутствие возможности обеспечить перпендикулярное расположение экрана монитора к нормальной линии зрения, что затрудняет визуальное восприятие информации и приводит к принятию учеником вынужденной («передней») рабочей позы [8]. Всё это, несомненно, оказывает влияние на организм младшего школьника, находящегося в периоде интенсивных морфофункциональных перестроек и вызывает необходимость проведения исследований по изучению влияния работы на разных электронных устройствах на функциональное состояние организма детей.

В ряде работ рассматривается влияние портативных компьютерных средств на функциональное состояние зрительного анализатора, нервной системы, умственную работоспособность и здоровье ребенка [1; 7; 9; 10]. Однако изучение состояния кровообращения головного мозга при работе на разных электронных устройствах практически не проводилось. Известно, что умственная работоспособность детей в значительной степени зависит от нормального функционирования сердечно-сосудистой системы, в частности, от кровообращения головного мозга.

В связи с этим целью нашего исследования явилось изучение гемодинамических изменений церебрального кровотока младших школьников при выполнении умственной нагрузки с использованием разных электронных устройств и бумажного носителя.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 40 детей обоего пола, учащиеся 2-х классов

школ г. Москва, средний возраст - $8,90 \pm 0,06$ лет. Все дети, согласно данным медицинских карт, относились к I-II группам здоровья.

Изучение мозгового кровообращения проводили методом биполярной реоэнцефалографии (РЭГ) с помощью прибора «Рео-спектр» (Нейрософт, г. Иваново). В настоящем исследовании оценка мозгового кровообращения проводилась на основании ряда показателей реографического комплекса.

Арт., ом - амплитуда артериальной составляющей реографической волны, соответствует ее максимальной амплитуде. Характеризует величину пульсового кровенаполнения в исследуемом сосудистом бассейне, и косвенно указывает на функциональное состояние сосудов: снижается при повышении тонуса, и повышается - при снижении тонуса. **Альфа (а), сек** - время восходящей части волны, т.е. время от начала волны до Арт. **Ткардио (Т), сек** - время длительности пульсовой волны. **а/Т, %** - отношение длительности периода восходящей части волны (а, сек) к длительности всей реоволны (Т, сек). Это отношение показывает, какая часть пульсового притока крови (в процентах) тратится на преодоление упругого сопротивления стенок артерий крупного и среднего калибра, т.е. характеризует тонус сосудов крупного и среднего калибра. **di, %** - дикротический индекс. Величина дикротического индекса отражает тонус сосудов мелкого калибра, позволяет судить о периферическом сосудистом сопротивлении. **АЧП, у.е.** - амплитудно-частотный показатель. Величина АЧП отражает кровоток в единицу времени.

В ходе исследования, учащиеся выполняли тест «таблицы Шульце» на разных электронных устройствах: ноутбук hp rtl8723be (15,6 дюйма, разрешение 1366x768 пикселей, светодиодная подсветка с технологией LED), планшет iPad 3(9,7 дюйма, разрешение 2048x1536 пикселей при 264 ppi, светодиодная подсветка с технологией IPS), смартфон Honor 8X (6,5 дюйма, разрешение 2340x1080 пикселей, светодиодная подсветка с технологией IPS).

Испытуемому давали возможность адаптироваться к условиям исследования в течение 5 минут, после чего осуществляли регистрацию (в состоянии покоя) РЭГ. Затем испытуемый в течение 10 минут выполнял тестовое задание по таблицам Шульце. Повторная регистрация РЭГ (при выполнении умственной нагрузки) проводилась на 8-10 минуте выполнения задания.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерного пакета программы «SPSS Statistics, верс. 23». Выявление степени влияния фактора «тип устройства», «умственная нагрузка» осуществлялось при помощи дисперсионного анализа и анализа апостериорных сравнений с учетом поправки Бонферрони. Для проверки статистических гипотез исследования использовался t-тест Стьюдента для независимых и попарно сопряженных выборок, ANOVA. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Распределение у показателей отличалось от нормального слабо и дисперсии в группах были почти гомогенны, что обосновало применение указанных методов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Дисперсионный анализ (ANOVA) с межгрупповым фактором «вид электронного устройства» и повторнозамерным фактором «нагрузка» (до нагрузки vs во время нагрузки) выявил влияние фактора «нагрузка» на интенсивность кровотока

(АЧП, у.е.) и амплитуду артериальной волны (Аарт, Ом), а также на ЧСС (главный эффект для АЧП, FF_1 : $F=19.36$ ($df=1$), $p<0.001$, $Eta-sq=0.116$; для Аарт, FF_1 : $F=29.17$ ($df=1$), $p<0.001$, $Eta-sq=0.129$; для ЧСС: $F=26.52$ ($df=1$), $p<0.001$, $Eta-sq=0.152$.) Не обнаружено влияния вида устройства (главный эффект незначим) на показатели мозгового кровообращения.

В ходе анализа выявлены корреляции между фоновыми значениями АЧП, у.е.; Аарт, Ом и значениями этих показателей при выполнении умственной нагрузки, это часто наблюдаемый физиологический факт: чем ниже значения показателя в исходном состоянии, тем они сильнее изменяются в ответ на нагрузку (рис. 1.).

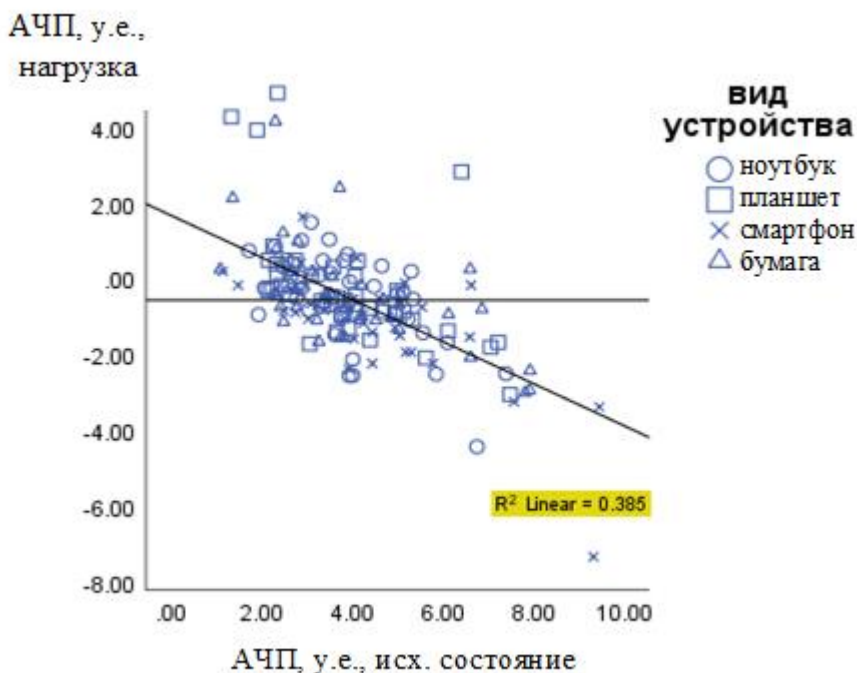


Рис. 1. Корреляция значений АЧП, у.е. в исходном состоянии и при выполнении умственной нагрузки

Анализ динамики показателей кровообращения позволил выявить 3 варианта реактивности: 1) достоверное увеличение АЧП, у.е. Аарт, Ом в бифронтальном и биокципитальном отведениях и ЧСС; 2) увеличение АЧП, у.е. и Аарт, Ом в одной из областей головного мозга, при снижении АЧП и Аарт в другой; 3) уменьшение величин АЧП, у.е. и Аарт, Ом в бифронтальном и биокципитальном отведениях и повышение значений ЧСС.

У испытуемых с первым вариантом реактивности (группа 1 - 30 % испытуемых) отмечено существенное увеличение артериального притока, снижение тонуса мозговых артерий крупного и среднего калибра в лобных и затылочных обла-

стях головного мозга, увеличение ЧСС, что отвечает выполняемой организмом нагрузке.

Таблица 1

Показатели церебрального кровообращения детей 8-9 лет
в зависимости от типа реактивности на умственную нагрузку ($M \pm m$)

тип реакции	период исследования	ЧСС	АЧП, у.е		Аарт	
			FF ₁	OO ₁	FF ₁	OO ₁
1	Исх. состояние	89,85± 2,15	3,14± 0,21	1,97± 0,27	0,21± 0,01	0,13± 0,01
	Нагрузка	93,65± 2,01*	4,04± 0,26***	2,70± 0,32**	0,26± 0,01***	0,17± 0,02*
2а	Исх. состояние	84,54± 2,28	4,39± 0,44	1,54± 0,22	0,29± 0,03	0,23± 0,12
	Нагрузка	88,19± 3,08	3,42± 0,40**	2,68± 0,33*	0,23± 0,02*	0,16± 0,02
2в	Исх. состояние	90,50± 2,50	2,62± 0,24	3,31± 0,56	0,15± 0,02	0,22± 0,03
	Нагрузка	92,5± 4,20	3,98± 0,47*	2,25± 0,42*	0,24± 0,03	0,14± 0,02*
3	Исх. состояние	93,30± 1,17	4,42± 0,19	2,67± 0,19	0,28± 0,01	0,17± 0,01
	Нагрузка	97,25± 1,20***	3,28± 0,12***	1,90± 0,14***	0,20± 0,007***	0,12± 0,01**

Примечания: *** - значимые различия показателей по сравнению с исходным состоянием ($p < 0,0001$); ** - значимые различия показателей по сравнению с исходным состоянием ($p < 0,001$); * - значимые различия показателей по сравнению с исходным состоянием ($p < 0,05$); FF₁ – бифронтальное отведение РЭГ; OO₁ – биокципитальное отведение РЭГ.

Известно, что активно работающему мозгу необходимо увеличение интенсивности кровотока. Эта функциональная потребность реализуется путем активных сосудистых реакций, обеспечивающих кровоснабжение мозговой ткани, адекватное ее возросшим метаболическим потребностям. Взаимосвязь между функциональной активностью и интенсивностью кровоснабжения ткани головного мозга объясняется тем, что в мозге отсутствуют как резервы кислорода, так и депо окисляемого субстрата, поэтому рост функциональной активности мозга требует немедленного притока питательных веществ [2; 15; 16].

У испытуемых со вторым типом реактивности (группы 2а – 8,2 % испытуемых и 2в – 10 % испытуемых) краткосрочная адаптация мозгового кровообращения к умственной нагрузке характеризовалась разнонаправленными изменениями артериального притока в лобных и затылочных областях головного мозга (увеличение в одной области при снижении в другой). Повышение артериального при-

тока сопровождалось снижением тонического напряжения мозговых артерий большого и среднего калибра соответствующей области головного мозга. Аналогичные результаты о перераспределении артериального притока при выполнении умственной нагрузки дошкольниками и младшими школьниками были получены другими авторами [3].

Известно, что активные состояния человека (включая интеллектуальную деятельность) характеризуются развитием процесса активации в соответствующих нервных центрах, где формируются доминантные очаги. В этом случае нет необходимости в увеличении суммарного мозгового кровотока, поскольку осуществляется внутримозговое перераспределение кровотока в пользу активно работающих областей мозга. Эта функциональная особенность реализуется путем активных сосудистых реакций, развивающихся в пределах соответствующих областей мозга [2].

По нашему мнению, второй тип реактивности мозгового кровообращения является наиболее благоприятным, однако частота его встречаемости среди детей 8-9 лет меньше, чем первого типа реактивности. Это может быть связано, во-первых, с качественной перестройкой системы зрительного восприятия, характеризующейся заменой генерализованного однотипного реагирования на регионарно-специфический анализ и переработку стимула в разных зонах коры головного мозга [11] и зрительно-пространственной рабочей памяти: у детей 9-10 лет по сравнению с детьми 7-8 лет отмечается большее вовлечение префронтальной коры в ее реализацию [4], и во-вторых, с индивидуальными особенностями пространственно-временной организации активности головного мозга при умственной деятельности, что подтверждается данными комплексных электро- и реоэнцефалографических исследований у детей школьного возраста [5,6].

У детей с третьим типом реактивности (группа 3 - 51,8 % испытуемых) краткосрочная адаптация мозгового кровообращения к умственной нагрузке характеризовалась снижением артериального притока, повышением тонуса мозговых артерий крупного и среднего калибра в лобных и затылочных областях головного мозга. Мы полагаем, что выявленное повышение тонического напряжения церебральных артерий является проявлением действия нейрогенного механизма регуляции мозгового кровообращения, направленного на поддержание постоянства мозгового кровотока при существенных изменениях параметров центральной гемодинамики [14; 16]. Эти изменения указывают на напряженный характер адаптации мозгового кровообращения к умственной нагрузке.

Анализ динамики ЧСС показал, что достоверные изменения данного параметра (табл. 1) отмечены у детей, относящихся к 1 и 3 группам. Значимое возрастание ЧСС указывает на более генерализованный характер реакции сердечно-сосудистой системы этих детей в условиях умственной деятельности по сравнению с детьми группы 2.

Наименьшая частота встречаемости детей 8-9 лет с напряжением адаптации (группа 3) отмечена при выполнении теста на бумаге (36 %) и чаще встречается при работе на электронных устройствах (45,5-74 %). Несомненно, что бумажный вариант более привычен для детей, т.к. в начальной школе цифровые технологии ещё недостаточно включены в учебный процесс. Кроме того, работа на портативных электронных устройствах сопровождается вынужденной «передней» рабочей по-

зой, которая не является физиологической и вызывает в организме детей ряд функциональных нарушений: ограничение угла зрения, уменьшение объема аккомодации, удаление от глаза ближайшей точки ясного видения; зрительное и нервное утомление, а также функциональные нарушения вегетососудистой и опорно-двигательной систем (дистония, сколиоз) [8].

Таблица 2

Распределение детей 8-9 лет по типам реактивности при выполнении умственной нагрузки на разных электронных устройствах и бумажном носителе (%)

тип реактивности	ноутбук	планшет	смартфон	бумага
1	35	32,5	14	37
2	14,5	22	12	27
3	50,5	45,5	74	36

По нашим данным, наибольшая частота встречаемости третьего типа реактивности отмечена при выполнении теста на смартфоне (у 74 % детей), что может быть связано с большим напряжением системы кровообращения головного мозга вследствие самого маленького размера экрана этого гаджета по сравнению с другими электронными устройствами.

ВЫВОДЫ

1. Выявлено три варианта реактивности мозгового кровообращения к умственной нагрузке у детей 8-9 лет:

- 1) увеличение артериального притока в лобных и затылочных областях головного мозга;
- 2) разнонаправленные изменения артериального притока в лобных и затылочных областях головного мозга (увеличение в одной области при снижении в другой);
- 3) снижение артериального притока и повышение тонуса крупных и средних мозговых артерий в лобных и затылочных областях головного мозга.

2. Адаптация мозгового кровообращения к умственной нагрузке у детей с первым и вторым вариантами реакции не сопровождалась напряжением механизмов регуляции мозгового кровообращения, у детей с третьим вариантом реакции выявлен напряженный характер адаптации мозгового кровообращения при выполнении теста.

3. Наименьшая частота встречаемости детей 8-9 лет с напряжением адаптации (группа 3) отмечена при выполнении теста на бумаге (36 %) по сравнению с электронными устройствами.

4. Самая многочисленная группа детей 8-9 лет с напряжением адаптации (группа 3) отмечена при выполнении теста на смартфоне (74 %).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова, И.Э. О взаимосвязи показателей утомляемости учащихся с факторами урока и школьного расписания / И.Э. Александрова // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 8 (293). – С. 24-26.
2. Бабиянц А.Я., Хананашвили Я.А. Мозговое кровообращение: физиологические аспекты и современные методы исследования // Журнал фундаментальной медицины и биологии. – 2018. – № 3. – С. 46-54.
3. Безобразова В.Н. краткосрочная адаптация мозгового кровообращения к умственной нагрузке у детей 7-8 лет / В.Н. Безобразова // Новые исследования. – 2011. – №2. – С. 90-95.
4. Безруких, М.М., Фарбер, Д.А. Актуальные проблемы физиологии развития ребенка / М.М. Безруких, Д.А. Фарбер // Новые исследования. – 2009. – № 3. – С. 4-19.
5. Бурых, Э.А. Соотношения между ЭЭГ и реографическими показателями мозгового кровотока у детей на северо-востоке России / Э.А. Бурых // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2015. – № 101 (9). – С. 1066-1078.
6. Князева, М.Г. Взаимосвязь возрастных характеристик биоэлектрической активности и мозгового кровотока / М.Г. Князева, И.О. Тупицын // Физиология человека. – 1984. – Т. 10. – № 3. – С. 411-416.
7. Кучма В.Р. Психофизиологическое состояние детей в условиях информатизации их жизнедеятельности и интенсификации образования / В.Р. Кучма, Е.А. Ткачук, И.Ю. Тармаева // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (12). – С. 1183-1188.
8. Полька, Н.С. Наукове обґрунтування гігієнічних регламентів використання планшетів та ноутбуків у школі / Полька Н.С., Платонова А.Г., Яцковська Н.Я. [и др.] // Гігієна населених місць: Зб. наук. пр. – К., 2015. – Вип. 65 – С. 208–218.
9. Степанова М.И. Гигиеническая регламентация использования электронных образовательных ресурсов в современной школе / Степанова М.И., Александрова И. Э., Сазанюк З.И., Воронова Б.З., Лашнева И.П., Шумкова Т.В., Березина Н.О. // Гигиена и Санитария. – 2015. – № 7. – С. 64-68.
10. Степанова М.И. О гигиенической целесообразности использования ноутбука в начальной школе Текст научной статьи по специальности «Науки о здоровье» / Степанова М.И., Сазанюк З.И., Александрова И.Э., Лапонова Е.Д., Шумкова Т.В. // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 8. – С. 27-29.
11. Фарбер, Д.А., Бетелева, Т.Г. Формирование системы зрительного восприятия в онтогенезе / Д.А. Фарбер, Т.Г. Бетелева // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. № 5. – С. 26-36.
12. Хэтти Д. Видимое обучение. – М.: Национальное образование, 2017. – 496 с.
13. Яцковская, Н.Я. Особенности формирования позы школьников при работе с планшетом и ноутбуком / Н.Я. Яцковская, С.Н. Джуриная, Е.С. Шкарбан // Вопросы школьной университетской медицины и здоровья. – 2014. – № 3. – С. 60-61.

14. Edvinsson L. Perivascular Neurotransmitter Regulation of Cerebral Blood Flow, in *Primer on Cerebrovascular Diseases (Second Edition)*, 2017 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803058-5.00013-8>

15. Florence G. La physiologie de la circulation cérébrale. *Physiology of cerebral circulation // Bull. Acad. Vét. France.* – 2004. – Vol. 157, № 3. – P. 19-30.

16. Ozturk E.D., Tan C.O. Human cerebrovascular function in health and disease: insights from integrative approaches// *J. of physiological anthropology.* – 2018. – № 37(1) DOI: 10.1186/s40101-018-0164-z

REFERENCES

1. Aleksandrova, I.E. O vzaimosvyazi pokazatelej utomlyaemosti uchaschihsya s faktorami uroka i shkol'nogo raspisaniya / I.E. Aleksandrova // *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya.* - 2017. – № 8 (293). – S. 24-26.

2. Babiyanc A.Ya., Hananashvili Ya.A. Mozgovoe krovoobrashchenie: fiziologicheskie aspekty i sovremennyye metody issledovaniya // *ZHurnal fundamental'noj mediciny i biologii.* – 2018. – № 3. – S. 46-54.

3. Bezobrazova V.N. kratkosrochnaya adaptatsiya mozgovogo krovoobrashcheniya k umstvennoj nagruzke u detej 7-8 let / V.N. Bezobrazova // *Novye issledovaniya.* – 2011. – №2. – S. 90-95.

4. Bezrukih, M.M., Farber, D.A. Aktual'nye problemy fiziologii razvitiya rebenka / M.M. Bezrukih, D.A. Farber // *Novye issledovaniya.* – 2009. – № 3. – S. 4-19.

5. Buryh, E.A. Sootnosheniya mezhdru EEG i reograficheskimi pokazatelyami mozgovogo krovotoka u detej na severo-vostoke Rossii/ E.A. Buryh // *Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. I.M. Sechenova.* – 2015. – № 101 (9). – S. 1066-1078.

6. Knyazeva, M.G. Vzaimosvyaz' vozrastnyh harakteristik bioelektricheskoy aktivnosti i mozgovogo krovotoka / M.G. Knyazeva, I.O. Tupicy'n // *Fiziologiya cheloveka.* – 1984. – T. 10. – № 3. – S. 411-416.

7. Kuchma V.R. Psihofiziologicheskoe sostoyanie detej v usloviyah informatizacii ih zhiznedeyatel'nosti i intensivizacii obrazovaniya / V.R. Kuchma, E.A. Tkachuk, I.YU. Tarmaeva // *Gigiena i sanitariya.* – 2016. – № 95 (12). – S. 1183-1188.

8. Pol'ka, N.S. Naukove obruntuvannya gigienichnih reglamentiv vikoristannya planshetiv ta noutbukiv u shkoli / Pol'ka N. S., Platonova A. G., YAckov's'ka N. YA. [i dr.] // *Gigiena naselenih misc': Zb. nauk. pr. – K., 2015. – Vip. 65 – S. 208–218.*

9. Stepanova M.I. Gigienicheskaya reglamentatsiya ispol'zovaniya elektronnyh obrazovatel'nyh resursov v sovremennoj shkole / Stepanova M.I., Aleksandrova I. E., Sazanyuk Z.I., Voronova B.Z., Lashneva I.P., SHumkova T.V., Berezina N.O. // *Gigiena i Sanitariya.* – 2015. – № 7. – S. 64-68.

10. Stepanova M.I. O gigienicheskoy celesoobraznosti ispol'zovaniya noutbuka v nachal'noj shkole *Tekst nauchnoj stat'i po special'nosti «Nauki o zdorov'e»* / Stepanova M.I., Sazanyuk Z.I., Aleksandrova I.E., Laponova E.D., SHumkova T.V. // *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya.* – 2012. – № 8. – S. 27-29.

11. Farber, D.A., Beteleva, T.G. Formirovanie sistemy zritel'nogo vospriyatiya v ontogeneze / D.A. Farber, T.G. Beteleva // *Fiziologiya cheloveka.* – 2005. – T. 31, № 5. – S. 26-36.

12. Hetti D. Vidimoe obuchenie, M: «Nacional'noe obrazovanie», 2017, 496 s.

13. Yackovskaya, N.Ya. Osobennosti formirovaniya pozy shkol'nikov pri rabote s planshetom i noutbukom / N.Ya. Yackovskaya, S.N. Dzhurinskaya, E.S. Shkarban // Voprosy shkol'noj universitetskoj mediciny i zdorov'ya. – 2014. – № 3. – S. 60–61.
14. Edvinsson L. Perivascular Neurotransmitter Regulation of Cerebral Blood Flow, in . – 2017 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803058-5.00013-8>
15. Florence G. La physiologie de la circulation cérébrale. Physiology of cerebral circulation// Bull. Acad. Vét. France, 2004, Vol. 157, № 3, P. 19-30.
16. Ozturk E.D., Tan C.O. Human cerebrovascular function in health and disease: insights from integrative approaches// J. of physiological anthropology. – 2018. – № 37(1) DOI: 10.1186/s40101-018-0164-z

ВЕГЕТАТИВНОЕ И ГОРМОНАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ (РАБОТА НА СМАРТФОНЕ) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ТИПА ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ АКТИВНОСТИ

С.Б. Догадкина¹, И.В. Ермакова, А.Н. Шарипов
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

Проведена оценка вегетативного и гормонального обеспечения выполнения когнитивного теста на смартфоне в зависимости от типа вегетативной нервной активности и психологических особенностей. Оценивали личностную тревожность по шкале явной тревожности СМАС (адаптация А.М. Прихожан) и уровень нейротизма (тест Г. Айзенка), а также вычисляли социометрические индексы по данным социометрии. Реакцию эндокринной системы оценивали по концентрации кортизола в нестимулированной слюне. Состояние вегетативной нервной системы оценивали по частотно-временным показателям вариабельности сердечного ритма. Результаты исследования позволили выделить два типа перестроек вегетативной регуляции сердечного ритма, связанных с характером вегетативной нервной активности. Установлено, что 29 % детей младшего школьного возраста имеют повышенный уровень личностной тревожности, а 45 % – эмоционально неустойчивы. У детей с высоким уровнем тревожности и нейротизма концентрация кортизола в слюне выше, чем у нетревожных и эмоционально устойчивых сверстников как в состоянии относительного покоя, так и после когнитивной нагрузки. У детей с преобладанием симпатических влияний отмечается повышенный и высокий уровень личностной тревожности и нейротизма

Ключевые слова: дети, когнитивная нагрузка, смартфон, тревожность, нейротизм, вариабельность сердечного ритма, тип вегетативной нервной регуляции, кортизол.

Vegetative and hormonal support of children's cognitive activity (using a smartphone) depending on psychological characteristics and the type of autonomic nervous activity. The article presents the assessment of vegetative and hormonal support of the cognitive test performance with a smartphone, depending on the type of vegetative nervous activity and psychological characteristics. We assessed personal anxiety using СМАС scale of explicit anxiety (adaptation of A. M. Prikhojan) and the level of neuroticism (G. Eysenck test), and also calculated sociometric indices based on sociometry data. The response of the endocrine system was assessed by the concentration of cortisol in unstimulated saliva. To assess the state of the autonomic nervous system frequency-time indicators of heart rate variability were used. The results of the study allowed us to distinguish two types of rearrangements of vegetative regulation of heart rate associated with the nature of autonomic nervous activity. It was found that 29 % of primary school children have an increased level of personal anxiety, and 45 % are emo-

Контакты: ¹ Догадкина С.Б. – E-mail: <almanac@mail.ru>

tionally unstable. Children with high levels of anxiety and neuroticism demonstrate higher level of the cortisol concentration in saliva in comparison with non-anxious and emotionally stable peers, both in the state of relative rest and after cognitive load. Children with the predominantly sympathetic influences have an increased and high level of personal anxiety and neuroticism.

Keywords: *children, cognitive load, smartphone, anxiety, neuroticism, heart rate variability, type of autonomic nervous regulation, cortisol.*

DOI:10.46742/2072-8840-2020-62-2-15-32

Основным видом деятельности школьников в современном мире является учебная, включающая динамичные когнитивными процессы. Обучение в школе сопряжено со значительным интеллектуальными и эмоциональными нагрузками, поэтому очень важно учитывать индивидуально-психологические особенности детей в образовательном процессе [4]. Младший школьный возраст – период интенсивного когнитивного развития и становления личности. Психологическими особенностями этих детей является впечатлительность, импульсивность, эмоциональность, неуверенность в себе [32], у многих из них наблюдается повышенный уровень личностной тревожности и нейротизма. Стоит отметить, что психологические особенности личности сказываются на протекании когнитивных процессов [14; 24; 47], тем самым влияя на академическую успеваемость. По данным ряда авторов, успеваемость школьников зависит от уровня нейротизма и тревожности [5, 18; 29]. Эти проблемы становятся ещё более острыми в связи с цифровизацией учебного процесса и частичным переходом на дистанционное обучение.

Самым популярным электронным устройством у учащихся начальной школы является смартфон, который они чаще всего используют в развлекательных целях [15; 30]. Причем, этот гаджет становится основным средством доступа к интернету [23]. Применение технологических возможностей смартфона в образовательном процессе начальной школы осложняется такими негативными эффектами, как снижение концентрации внимания, памяти, успеваемости [15], а во внеурочное время – его проблемным использованием и угрозой формирования зависимости [46]. Особую обеспокоенность вызывает то, что дети пользуются смартфоном в вечернее время и перед сном. Известно, что голубой свет, излучаемый электронным устройством, изменяет цикл сна и бодрствования, а снижение активности вегетативной нервной регуляции сердца после пробуждения может влиять на дневную активность [42].

По-прежнему малоизученным остается вопрос о влиянии смартфонов на функциональное состояние и адаптационные возможности детского организма. Существенный вклад в организацию адаптационных процессов и поддержание внутреннего гомеостаза оказывает вегетативная нервная (ВНС) и эндокринная системы.

Гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось оказывает свое влияние посредством высвобождения и действия стероидных гормонов. Индикаторами функциональной активности этих двух систем является вариабельность сердечного ритма (ВСР) и уровень кортизола [43].

Регулируемый ВНС ритм сердечных сокращений чутко реагирует на любые стрессорные воздействия и несет информацию о состоянии адаптационно-

приспособительных механизмов регуляции. Это дает основание проводить анализ ВСР в качестве информативного неинвазивного метода оценки состояния общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции сердца, соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС. Динамика variability сердечного ритма в ответ на какую-либо деятельность отражает адаптивные возможности и может служить прогностическим маркером успешности достижения результата [9; 12; 22; 26; 34; 40].

Вегетативная нервная система (ВНС) обеспечивает согласованное действие органов и систем при различных неблагоприятных воздействиях. В ходе онтогенеза она также претерпевает существенные структурно-функциональные изменения. В физиологических условиях усиление воздействий одного из отделов ВНС приводит к компенсаторному напряжению регуляторных механизмов другого, что переводит систему на новый уровень функционирования, восстанавливая соответствующие гомеостатические параметры.

Особое значение имеет тип вегетативной нервной регуляции, определяемый преобладанием симпатических или парасимпатических нервных влияний. Предполагается, что тип вегетативной нервной регуляции организма стойко сохраняется с возрастом [7; 25; 33]. Считается, что при парасимпатическом типе регуляции достигается наиболее экономное функционирование сердечно-сосудистой системы, а дети с преобладанием активности ПНС опережают сверстников по степени зрелости регуляторных систем [33; 36; 39]. Существует взаимосвязь психологических особенностей детей и подростков с типом вегетативной нервной регуляции [8; 13; 19; 20]. Во время интеллектуальной деятельности активируются не только определённые области мозга, но и вегетативные регуляторные механизмы [14]. Характер адаптации к когнитивной деятельности в зависимости от типа вегетативной нервной регуляции и личностных особенностей детей может различаться.

Цель исследования – выявить особенности вегетативного и гормонального обеспечения интеллектуальной деятельности детей младшего школьного возраста с разным типом регуляции сердечного ритма и уровнем тревожности и нейротизма при тестировании на смартфоне.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие 38 учащихся 2-классов школ г. Москва (50 % девочек; средний возраст - $8,89 \pm 0,06$ лет). Все дети, согласно данным медицинских карт, относились к I-II группам здоровья. От родителей участников было получено письменное информированное согласие на обследование.

Предварительно оценивали личностную тревожность по шкале явной тревожности СМАС (адаптация А.М. Прихожан) [27] и уровень нейротизма по опроснику Г. Айзенка [28], а также вычисляли социометрические индексы по данным социометрии (модификация А.Я. Каплана). Эмоциональное состояние участников до и после эксперимента оценивали по шкале Ликерта (от 1 балла – совсем не волнуюсь до 5 баллов – очень сильно волнуюсь).

С целью анализа variability сердечного ритма проводилась регистрация ЭКГ во II стандартном отведении с помощью прибора Поли-Спектр-12 (Иваново, 2002).

Состояние вегетативной нервной системы оценивали по частотно-временным показателям variability сердечного ритма (BCP). Для оценки симпатопарасимпатического баланса использовали отношение мощностей низкочастотного и высокочастотного диапазонов спектра (коэффициент LF/HF) [22; 41].

Реакцию эндокринной системы оценивали по концентрации кортизола в нестимулированной слюне. Уровень гормона определяли иммуноферментным методом (ИФА) на анализаторе «Stat Fax 2100» (США), используя стандартные диагностические наборы фирмы «DRG International, Inc.» и выражали в нг/мл. Все анализы были сделаны в соответствии с протоколом наборов, контрольные показатели были в рамках принятых пределов.

Запись ЭКГ осуществлялись в положении исследуемого сидя в покое (фон) и во время выполнения тестового задания (нагрузка). В качестве когнитивной нагрузки использовали тест «таблицы Шульте», выполняемый на смартфоне Honor 8X (экран 6,5 дюйма, разрешение 2340x1080 пикселей при 397 ppi, светодиодная подсветка с технологией IPS). Испытуемые последовательно находили числа от 1 до 25, отмечая их нажатием пальцем на сенсорный экран электронного устройства. В случае правильного выбора предьявлялась следующая таблица. Слюну собирали в пластиковые одноразовые пробирки до и после теста.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерного пакета программ «Statistica 12.0» и «SPSS-23». При нормальном распределении анализируемых признаков вычисляли среднее значение (M) и стандартную ошибку среднего (m). Для проверки статистических гипотез исследования использовался t-тест Стьюдента для независимых и попарно сопряженных выборок, F-критерий ANOVA. В связи с тем, что подавляющее большинство параметров сердечного ритма не имеют нормального распределения, использовали методы непараметрической статистики с вычислением медианы и межквартильного размаха от 25 до 75 перцентиля. Попарное сравнение сопряженных выборок проводили с помощью критерия Уилкоксона, для сравнения независимых выборок использовали критерий Краскала-Уолиса, критерий Манна-Уитни. Оценку тесноты статистической связи между показателями осуществляли с помощью корреляционного анализа (коэффициент Спирмена). Проводили иерархический кластерный анализ. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве когнитивной нагрузки использовали компьютеризированный тест «таблицы Шульте», выполняемый на смартфоне - простое задание, применяемое для изучения показателей внимания у детей и подростков [2; 11; 21]. За время эксперимента испытуемые просматривали в среднем $3,51 \pm 0,90$ таблиц, при этом, половых различий не наблюдалось ($p=0,427$). Эффективность внимания (среднее время выполнения теста Шульте) составила $54,76 \pm 2,40$ сек. и была примерно одинаковой как у мальчиков, так и у девочек ($p=0,588$). Полученные нами значения показателя эффективности внимания у учащихся 2 класса превышают аналогичные данные других авторов [17], приближаясь к результатам учеников средней школы.

Поскольку этот эксперимент был одним из этапов проекта, во время которого участники последовательно выполняли когнитивное задание на электронных устройствах (ноутбук, планшет, смартфон) и бумаге в разные дни, очередность проведения теста у каждого ребенка не была одинаковой. Так, 34 % детей выполняли тест «таблицы Шульте» впервые; 34 % – повторно; 21 % – в третий и 11 % – в четвертый раз. У девочек, но не у мальчиков установлена отрицательная связь очередности выполнения теста с эмоциональным состоянием до когнитивной нагрузки ($r=-0,62$; $p<0,01$), хотя половых различий в субъективной оценке психоэмоционального состояния не обнаружено ($p=0,690$). Важно, что очередность выполнения тестового задания на смартфоне не оказывала влияние на показатели variability сердечного ритма и уровня кортизола до и после когнитивной деятельности, а также на их динамику ($p=0,088 \dots 0,915$).

Активность вегетативной системы, обеспечивающей адаптацию организма к когнитивной деятельности, оценивали по показателям временного и спектрального анализа ВСР. Данные представлены в табл. 1.

Спектральный и временной анализ ВСР у детей 9 лет не выявил значимых половых различий в значениях исследованных показателей, в связи с чем оценка реакции вегетативной регуляции сердечного ритма (СР) проводилось в общей группе.

Выполнение когнитивного задания (таблицы Шульте) на смартфоне привело к изменению состояния ВНС у детей 9 лет, а именно, к снижению плотности общей мощности спектра (TP, SDNN), сдвигу вегетативной нервной активности в сторону симпатических влияний (увеличение показателя LF/HF). Отмечено увеличение симпатической активности (мощность низкочастотных колебаний) и снижение парасимпатической активности (мощность высокочастотных колебаний, RMSSD, pNN50 %) (см. табл. 1). Выявленное увеличение низкочастотных колебаний спектра составило 16-20,75 %, снижение высокочастотных колебаний составило 14-20 %, при этом показатель LF/HF увеличился на 30-50,7 %. Временной анализ показателей ВСР при выполнении тестового задания на смартфоне выявил достоверное снижение SDNN (на 15-19,25 %), RMSSD (24-28 %) и pNN50 (на 42-45,4 %), что свидетельствует об уменьшении парасимпатической активности в регуляции СР.

Для более точной оценки характера адаптации организма ребенка к выполнению тестового задания, проведен анализ реакции ВСР в зависимости от типа вегетативной нервной регуляции. Результаты анализа представлены в таблице 1.

В группах детей со сбалансированной регуляцией СР и с преобладанием парасимпатической активности в исходном состоянии отмечена достоверно более высокая активность парасимпатического отдела ВНС и низкая активность симпатического отдела ВНС (LFnu) по сравнению с детьми с преобладанием симпатических влияний на СР. Суммарная активность нейрогуморальных влияний на СР характеризуется более высокими значениями у детей с преобладанием парасимпатической активности и у «нормотоников» по сравнению с «симпатотониками» (табл. 1).

Таблица 1

Показатели вариабельности сердечного ритма у детей с разным типом вегетативной нервной регуляции ($M \pm m$)

показатели	проба	ТИП ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ			значимость различий	
		«парасимпатотоники»	«нормотоники»	«симпатотоники»	1-2	1-3
TP, мс ²	фон	7171,5 ±219,57	3442±286,25	2708 ±222,61	0,025	0,020
	нагрузка	3655,5±182,71	2102±230,15	2284 ±252,10		
	Тф (ф-н)	6	19	34		
VLF, мс ²	фон	915 ±175,70	1163,5± 247,32	1069± 247,05	0,022	0,058
	нагрузка	1306±248,04	963,5±147,32	487,4±152,94		
	Тф (ф-н)	9	19	24		
LF, мс ²	фон	1374 ±282,04	1676,5±347,32	1341,5± 315	0,271	0,135
	нагрузка	1244± 284,05	1269±365,14	733,5±218		
	Тф (ф-н)	18	47	0,575		
HF, мс ²	фон	4882 ±254,77	2368,5±218,71	1244,9±227,70	0,039	0,030
	нагрузка	3447 ±331,20	1110±179,07	940,5±294,25		
	Т (ф-н)	1	15	24		
LFnu	фон	22,65±1,38	43,1±1,371	61,65±2,83	0,043	0,034
	нагрузка	27,55±1,61	51,85±1,47	54,9±4,71		
	Т(ф-н)	3	19	31		
HFnu	фон	77,35±2,38	56,9±2,37	38,35±3,83	0,044	0,031
	нагрузка	75±2,62	48,15±1,47	45,05±3,43		
	Т (ф-н)	63	19	22		
LF/HF, у.е.	фон	0,547±0,061	0,842 ±0,054	1,86 ±0,062	0,041	0,016
	нагрузка	0,689±0,044	1,180 ±0,023	1,12 ±0,075		
	Т (ф-н)	3	12	37		
RRNN, мс	фон	726 ±3,29	703 ±3,625	651± 2,375		0,018
	нагрузка	698,5 ±4,89	628,5±6,12	624 ±5,18		
	Т (ф-н)	1,5	1	6		
SDNN, мс	фон	77±3,52	64,5 ±4,12	45,5± 5,58	0,026	0,015
	нагрузка	68,5 ±4,95	46,5 ±10,1	35,5 ± 19,2		
	Т(ф-н)	6	22	29		
RMSSD, мс	фон	98 ±5,14	62,5 ±12,7	35,5 ±9,1	0,026	0,010
	нагрузка	78 ±10,8	39,5 ±6,6	29,5 ±9,7		
	Т (ф-н)	6	25	31		
pNN50, %	фон	55,25 ±6,9	35,75 ±6,6	18,72±5,4	0,031	0,013
	нагрузка	46,4± 8,6	11,2±7,3	13,08±4,8		
	Т (ф-н)	1	25	23		

Примечание: Тф - критерий Вилкоксона (статистически значимые различия фон-нагрузка выделены жирным шрифтом). Межгрупповые различия оценивались по критерию Манна-Уитни (статистически значимые различия - $p < 0,05$)

Эффективность решения когнитивных задач по критериям времени, правильности решения и количеству выполненной работы практически не различалась в выделенных группах.

Выполнение когнитивной нагрузки у всех детей привело к изменению показателей ВСП (табл. 1). Показано, что при выполнении когнитивной нагрузки у детей 1 группы («парасимпатотоники») происходит снижение SDNN (на 12 %), RMSSD (на 26 %) и TP (20 %), что свидетельствует о снижении суммарной активности нейрогуморальных влияний на СР. У «нормотоников» SDNN снижается на 28 %, RMSSD – на 58 % и TP - на 59 %. У детей с повышенной активностью симпатического отдела ВНС отмечено незначительное снижение SDNN и RMSSD и существенное снижение TP (70 %), т.е. суммарная активность нейрогуморальных влияний снижается в большей степени у детей с сбалансированным типом регуляции и у детей с преобладанием симпатических влияний на СР. Вместе с тем показатель парасимпатической активности HF также снижается во всех группах, в 1 и 2 группах соответственно на 40 %, 110 % и в меньшей степени (статистически не значимо) в группе «симпатотоников» (24 %).

LF в абсолютных величинах во всех группах достоверно не изменяется. Значение низкочастотного компонента ВСП в нормализованных единицах (LFnu) повышается в 1 и 2 группах (соответственно на 21,6; 34,2 %) и снижается в группе «симпатотоников» на 80 %.

Младшим школьникам присущи такие психологические особенности, как личностная тревожность и нейротизм. Тревожность - это устойчивое личностное образование, проявляющееся как эмоциональный дискомфорт, предчувствие некой опасности [27]. Нейротизм - личностная черта, которая проявляется в беспокойстве, тревожности и эмоциональной неустойчивости, склонности испытывать негативные эмоции [35].

В целом по группе (n=38) значение показателя личностной тревожности составило $7,47 \pm 0,31$ балла; при этом, 47 % детей имели средний уровень личностной тревожности, 24 % - повышенный и 29 % - высокий. Среднее значение показателя нейротизма было $13,82 \pm 0,83$ балла; причем, 26 % детей отличались высокой эмоциональной устойчивостью, 29 % - средней, а 24 % и 21 % школьников показали высокую и очень высокую эмоциональную неустойчивость, что вполне согласуется с литературными данными [6; 31; 32]. Статистически значимых различий по уровню личностной тревожности и нейротизма между мальчиками и девочками не выявлено ($p=0,499$ и $p=0,331$, соответственно), что позволило объединить участников в одну группу. Между этими психологическими показателями обнаружена тесная положительная корреляционная связь ($r=0,83$ при $p<0,01$), которая отмечается в других исследованиях [44; 47; 49]. Также установлена отрицательная связь личностной тревожности с социометрическим индексом «Статус» ($r=-0,33$ при $p<0,05$), т.е. чем менее тревожен ребенок, тем более высокий социальный статус он имеет среди одноклассников, и наоборот. Такую же закономерность при изучении эмоционально-личностных особенностей младших школьников выявили другие авторы [1; 16].

Используя данные по личностной тревожности и нейротизму, с помощью иерархического кластерного анализа, было сформировано 3 группы: 1-я (n=10) – дети со средним уровнем тревожности и низким уровнем нейротизма ($5,20 \pm 0,36$ балла и $7,20 \pm 0,61$ балла); 2-я (n=20) – с повышенным уровнем тревожности и средним уровнем нейротизма ($7,70 \pm 0,25$ балла и $14,30 \pm 0,44$ балла); 3-я группа

(n=8) – с высоким уровнем тревожности и нейротизма ($9,75 \pm 0,16$ балла и $20,87 \pm 0,51$ балла).

Отличительной чертой детей 3-й группы было большее значение показателя социометрического индекса «Фрустрация» по сравнению со 2-й группой ($0,28 \pm 0,07$ против $0,09 \pm 0,03$ балла; $p=0,033$), т.е. им в большей степени было присуще состояние подавленности.

Интересно, что испытуемые с разным уровнем тревожности и нейротизма не различались по степени эмоционального состояния до и после когнитивной деятельности ($p=0,568$ и $p=0,712$). Однако дети 3-й группы больше волновались перед тестированием по сравнению с менее тревожными участниками, но различия не были статистически значимыми.

Распределение детей с разным исходным уровнем вегетативного баланса по их психологическим характеристикам представлено в таблице 2.

В группе детей с преобладанием симпатической активности в основном отмечается повышенная тревожность и средний уровень нейротизма и высокий уровень тревожности и нейротизма. Примерно у 40 % детей 2-ой и 3-ей преобладает симпатическая активность. У 50 % детей 1-ой группы преобладают парасимпатические влияния на СР (см. табл. 2). Таким образом, дети с преобладанием симпатической активности проявляют повышенную тревожность.

Таблица 2

Распределение детей с разным исходным уровнем вегетативного баланса согласно их психологическим особенностям (%)

тип вегетативного статуса	уровень личностной тревожности и нейротизма		
	1 группа	2 группа	3 группа
«парасимпатотоники»	50	20	25
«нормотоники»	40	40	37,5
«симпатотоники»	10	40	37,5

Примечание: 1-я группа – средний уровень тревожности и низкий уровень нейротизма; 2-я группа – немного повышенная тревожность и средний уровень нейротизма; 3-я группа – высокий уровень тревожности и нейротизма.

Проведен анализ показателей вегетативного статуса в выделенных согласно уровню тревожности и нейротизму группах (табл. 3).

В первую группу вошли практически все дети с преобладанием парасимпатических влияний на СР и со сбалансированным типом регуляции. Во второй и третьей группах появляются дети с преобладанием симпатической активности (см. табл. 2). Отмечены достоверные межгрупповые различия по суммарной нейровегетативной активности (ТР), с высокими значениями ТР у детей 1 группы (преимущественно парасимпатотоники) и низкими значениями ТР в 3 группе. Парасимпатическая активность снижается от 1 к 3 группе, а симпатическая активность достоверно не изменяется. Такая же динамика ТР и HF отмечена и при делении детей по типам вегетативной регуляции.

У испытуемых 3-й группы концентрация кортизола в слюне до и после когнитивной деятельности была статистически значимо выше, чем в 1-й группе ($p=0,021$ и $p=0,004$, соответственно) и во 2-й группе ($p=0,042$ и $p=0,029$). Наши результаты не противоречат литературным данным. Так, в исследовании Rietschel L. и др. (2016) [45] обнаружена умеренная, но значимая связь кортизола с нейротизмом у подростков-близнецов, которая, по мнению авторов, является генетически обусловленной. У детей с высоким уровнем тревожности, по сравнению с менее тревожными сверстниками, концентрация кортизола в слюне выше как в стрессовых, так и в обычных школьных условиях [38].

Таким образом, динамика вариабельности сердечного ритма во время выполнения когнитивного теста на смартфоне отражает адаптивные возможности и может служить прогностическим маркером успешности достижения результата.

Полученные результаты позволяют предположить, что типология вегетативной адаптации по характеру перестроек в управлении сердечным ритмом значима для оптимизации выполнения задания с учетом индивидуальных физиологических и психологических особенностей ребенка. Дети с преобладанием симпатической активности в регуляции сердечного ритма и характеризующиеся повышенной тревожностью, в отличие от детей с преобладанием парасимпатической активности и со сбалансированным типом регуляции при выполнении того же объема работы реагируют существенным снижением симпатической активности, повышением парасимпатической активности. Для детей с преобладанием симпатических влияний на СР было характерно увеличение доли парасимпатических влияний и снижение уровня симпатических влияний на сердечный ритм в процессе работы. С этим согласуется и изменение других индексов в данной группе во время когнитивной деятельности. Данный факт свидетельствует об уменьшении симпатических влияний на сердечный ритм в группе «симпатотоников», что, вероятно, обусловлено снижением психоэмоционального напряжения и вработыванием к концу выполнения задания.

При этом адаптация к деятельности у испытуемых с преобладанием симпатической активности сопровождалась снижением суммарной спектральной мощности регуляторных влияний, что свидетельствует, в том числе, и об активации психофизиологических ресурсов. В этом состоянии ВСР максимальна, а ЧСС и доля низкочастотных волн в суммарной спектральной мощности регуляторных влияний ниже по сравнению с исходным состоянием.

У исследуемых с преобладанием симпатических влияний на СР ЧСС была относительно высокой не только во время нагрузки, но и перед ней, что характеризует умеренно повышенную активность симпатического отдела. Такая активность этих детей необходима для экономичной регуляции СР во время нагрузки, и высокая активность симпатического отдела ВНС может быть предстартовой.

У исследуемых первой и второй группы парасимпатическая активность во время выполнения теста снижалась по сравнению с исходным состоянием, а низкочастотные колебания в нормализованных единицах повышались, при этом суммарная спектральная мощность снижалась, что, по-видимому, связано со снижением активности нейрогуморальных влияний на сердечный ритм. Это возможно связано с уменьшением интенсивности ориентировочной реакции и вработыванием.

Таблица 3

Характеристика показателей variability сердечного ритма и уровня кортизола при когнитивной деятельности у детей с разным уровнем личностной тревожности и нейротизма (медиана и межквартильный размах: 25-75 процентиля)

показатели	проба	уровень личностной тревожности и нейротизма			значимость различий	
		1 группа (n=10)	2 группа (n=20)	3 группа (n=8)	1-2	1-3
ЧСС, уд/мин	фон	74,50 (69,7; 86,2)	87,00 (82; 94,7)	85,00 (82,5; 93)	0,017	0,032
	нагрузка	80,50 (79; 88)	93,00 (87; 99,5)	96,00 (86,75; 102)	0,004	0,008
	р (ф-н)	0,024	0,003	0,051		
TP, мс ²	фон	7027,5 (3931; 10490)	3442 (1479; 6546)	2708 (1838; 4051)	0,025	0,020
	нагрузка	4308,5 (2922; 6191)	2102 (1097; 3940)	2284 (1192; 3656)	0,026	0,035
	р (ф-н)	0,007	0,019	0,0263		
VLF, мс ²	фон	2144 (1177; 4994)	1037 (523; 1666)	1214 (685; 1859)	0,022	0,058
	нагрузка	1304 (862; 1967)	642 (332; 1403)	529 (286; 1157)	0,068	0,121
	р (ф-н)	0,022	0,038	0,036		
LF, мс ²	фон	1116,5 (843; 2971)	1017 (474; 1995)	544 (415; 1091)	0,271	0,135
	нагрузка	999,0 (783; 1877)	791 (422; 1240)	810 (411; 1396)	0,226	0,460
	р (ф-н)	0,445	0,296	0,575		
HF, мс ²	фон	2652 (1572; 4468)	1066 (552; 3054)	885 (391; 1426)	0,039	0,030
	нагрузка	1924,5 (1163; 2783)	578 (342; 1593)	527 (244; 1409)	0,015	0,018
	р (ф-н)	0,009	0,014	0,208		
LF/HF, у.е.	фон	0,547 (0,425; 0,75)	0,842 (0,578; 1,507)	0,63 (0,432; 1,29)	0,041	0,116
	нагрузка	0,689 (0,469; 0,997)	1,180 (0,695; 1,845)	1,12 (1,002; 1,78)	0,026	0,031
	р (ф-н)	0,386	0,204	0,017		
RRNN, мс	фон	709 (679; 765,7)	683 (601; 729)	617 (580; 668)	0,140	0,018
	нагрузка	691 (666; 738)	618 (590; 675,7)	589 (547; 638)	0,037	0,013
	р (ф-н)	0,007	0,000	0,035		
SDNN, мс	фон	73,5 (59,7; 94,7)	53 (29,7; 71)	44 (35; 59)	0,026	0,015
	нагрузка	57 (51; 68)	39 (29; 62)	38 (29; 50)	0,050	0,031
	р (ф-н)	0,007	0,033	0,176		
RMSSD, мс	фон	71 (56; 88,75)	48 (24; 68)	35 (22; 48)	0,026	0,010
	нагрузка	52 (47; 70)	31 (19; 56)	29 (18; 36)	0,071	0,030
	р (ф-н)	0,007	0,031	0,068		
pNN50, %	фон	42 (33,6; 56,9)	27 (4,3; 38,8)	15,2 (3,95; 15,2)	0,031	0,013
	нагрузка	32 (24,7; 47,6)	9,8 (2,12; 25,6)	6,16 (2,01; 13,8)	0,021	0,011
	р (ф-н)	0,013	0,004	0,036		
CV, %	фон	10,75 (7,82; 13,30)	7,98 (5,57; 9,93)	6,96 (5,55; 8,82)	0,020	0,027
	нагрузка	8,16 (7,21; 10,17)	6,29 (4,74; 8,95)	6,47 (4,79; 8,00)	0,090	0,109
	р (ф-н)	0,007	0,191	0,362		
кортизол, нг/мл	фон	3,25 (2,83; 3,59)	3,77 (3,22; 4,71)	5,11 (4,15; 7,89)	0,113	0,021
	нагрузка	3,14 (2,59; 3,75)	3,73 (3,37; 4,48)	5,18 (4,16; 8,23)	0,033	0,004
	р (ф-н)	0,333	0,911	0,575		

Примечание: 1-я группа – средний уровень тревожности и низкий уровень нейротизма; 2-я группа – немного повышенный уровень тревожности и средний уровень нейротизма; 3-я группа – высокий уровень тревожности и нейротизма. Значения статистически значимы по сравнению с р (1-2) и р (1-3) - различия между 1-й и 2-й; между 1-й и 3-й группами соответственно. р (ф-н) - различия между фоном и нагрузкой.

Высокий уровень ЧСС и снижение выраженности парасимпатических влияний (по показателю SDNN, RMSD, HF) в 1 и 2 группах обеспечивает возможность длительно сохранять высокий темп работы [37]. Это свидетельствует о возможности достижения у детей с преобладанием парасимпатической активности и с сбалансированным типом регуляции оптимального баланса симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм, когда, как показано у других авторов [9; 48 и др.], человек может работать с высокой скоростью и минимальным количеством ошибок.

Таким образом, функциональное состояние у обследованных из выделенных групп определяется различными механизмами вегетативного обеспечения когнитивной деятельности.

ВЫВОДЫ

1. Выделены два типа перестроек вегетативной регуляции сердечного ритма во время когнитивной нагрузки.

2. Первый тип характеризуется снижением выраженности парасимпатических влияний на сердечный ритм при когнитивной нагрузке наряду с увеличением симпатических регуляторных влияний на ритм сердца. Этот тип перестроек наблюдается у детей с преобладанием парасимпатической активности и, в большей степени, у детей со сбалансированным типом регуляции сердечного ритма.

3. Второй тип характеризуется увеличением парасимпатической активности и снижением симпатических влияний на ритм сердца. При этом происходит существенное снижение суммарной спектральной мощности регуляторных влияний. Этот тип регуляции отмечается у детей с преобладанием симпатических влияний на ритм сердца.

4. У детей с преобладанием симпатических влияний отмечается повышенный и высокий уровень личностной тревожности и нейротизма

5. Установлено, что 29 % детей младшего школьного возраста имеют повышенный уровень личностной тревожности, а 45 % – эмоционально неустойчивы

6. У детей с высоким уровнем тревожности и нейротизма концентрация кортизола в слюне выше, чем у нетревожных и эмоционально устойчивых сверстников как в состоянии относительного покоя, так и после когнитивной нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева Е.Е., Созинова А.Г. Эмоционально-личностные особенности младших школьников (9-11 лет) с разным социометрическим статусом // Психолого-педагогическое сопровождение образования детей в контексте ФГОС дошкольного и начального общего образования: сборник научных статей / Чуваш. гос. пед. ун-т; отв. ред. Н.Н. Васильева. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2016. – 202 с.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26116087>

2. Ахутина Т.В., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю. Развитие функций программирования и контроля у детей 7-9 лет // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2016. – № 1. – С. 42-63.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26020341>

3. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Довгалевский П.Я., Кукушкин Ю.А., Миронова Т.Ф., Прилуцкий Д.А., Семенов А.В., Федоров В. Ф., Флейшман А.Н., Медведев М.М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (Часть 1) // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 65—87.

4. Байкин Н.О., Погонишева И.А. Психофизиологические особенности младших школьников г. Нижневартовска // Научный диалог: Вопросы медицины. – 2017. – С. 28-31.

DOI: <https://doi.org/10.18411/spc-15-12-2017>

5. Боравова А.И., Галкина Н.С., Фокин В.Ф. Соотношение показателей функциональной межполушарной асимметрии, темперамента и успеваемости школьников в раннем подростковом возрасте // Асимметрия. – 2007. – Т. 1, № 1. – С. 37-44.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16380201>

6. Гилева О.Б. Психофизиологические основы успешности учебной деятельности: монография. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2012. – 271 с.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20116359>

7. Глазачев О.С. Закономерности мультипараметрического взаимодействия функциональных систем у детей в радиоэкологически неблагоприятной среде: дисс... докт. мед. наук. – М., 1997. – 284 с.

8. Горбачева М.В., Голубева И.Ю., Кузнецова Т.Г. Диагностика психофизиологического состояния дошкольников с разным уровнем тревожности на основе анализа сердечного ритма // Гигиена и санитария. – 2013. – Т. 92, № 2. – С. 95-98.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18986650>

9. Дегтярев В.П., Раевская О.С., Шишелова А.Ю., Климина Н.В., Алексанян О.В. Физиология трудовой деятельности: учеб. пособие. – М.: ВНУМЦ, 2009. – 56 с.

10. Детский вариант шкалы явной тревожности (CMAS)

URL:

https://nsportal.ru/sites/default/files/2011/11/14/metodika_detskiy_variant_shkaly_yavnoy_trevozhnosti_cmas.pdf

11. Джафарова О.А., Даниленко Е.Н. Нейробиоуправление в коррекции синдрома дефицита внимания и гиперактивности школьников // Открытое образование. – 2016. – № 2. – С. 93-96.

DOI: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2016-2-93-96>

12. Догадкина С.Б. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у детей 5-10 лет // Новые исследования. – 2018. – Т. 54, №1. – С. 35-43.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35295111>

13. Ефимова Н.В., Мильникова И.В. Влияние личностной тревожности на показатели variability ритма сердца у подростков при функциональных нагрузках // Журнал медико-биологических исследований. – 2017. – Т. 5, № 4. – С.

21–30.

DOI: <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2017.5.4.21>

14. Игнатова Ю.П., Макарова И.И., Аксенова А.В. Психофизиологические и некоторые функциональные маркеры умственной нагрузки у юношей // Физиология человека. – 2018. – Т. 44, № 4. – С. 26–31.

DOI: <https://doi.org/10.1134/S0131164618040057>

15. Карпова Е.Е. Образовательная ценность личного смартфона для ученика начальной школы. Педагогический потенциал смартфона // Сб. статей XXIII межд. науч.-практ. конф. «World science: problems and Innovations» (Пенза, 30 августа 2018). – Пенза: Изд-во «Наука и Просвещение», 2018. – С. 235-239.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35433444>

16. Кобзева В.Е. Взаимосвязь уровня тревожности младшего школьника и его социального статуса в классном коллективе // Мат. VII межд. науч.-практ. конф. «Инновации в медицине, психологии и педагогике / под ред. М.Г. Чухровой, О.А. Белобрыкиной. (Вьетнам, Муй Нэ, 27 апреля-07 мая 2016). – Новосибирск: Изд-во ООО «Немо Пресс», 2016. – С. 162-166.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27364797>

17. Кожемов А.А., Коноплева А.Н. Повышение эффективности психофизического развития учащихся 1-8 классов на уроках физической культуры в условиях применения игры пигербаскет // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2014. – № 2. – С. 30-33.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21819479>

18. Кузьменкова О.В., Завьялова Е.Н. Особенности школьной тревожности у младших школьников с высокой академической успеваемостью // Сб. ст. VI Межд. науч.-практ. конф. «Приоритеты педагогики и современного образования» (Пенза, 10 мая, 2019). – Пенза: Изд-во «Наука и Просвещение», 2019. – С. 169-171.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37400195>

19. Куличенко А.М., Михайлова А.А., Дягилева Ю.О., Орехова Л.С., Павленко В.Б. Взаимосвязи характеристик темперамента и показателей вариации сердечного ритма детей раннего возраста // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2016. Т. 2 (68), № 3. – С. 11–27.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28130357>

20. Манчук В.Т., Солдатова О.Г., Потылицына В.Ю. Особенности функционального состояния и регуляции кардиореспираторной системы у детей с разными ВП-типами темперамента // Бюллетень СО РАМН. – 2009. – Т. 29, № 5. – С. 53-60.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13017289>

21. Мереченкова И.В., Догадина С.В., Чернышева Г.А. Профилактика утомления обучающихся в школе // Здоровье и образование в XXI веке. – 2014. – Т. 16, № 4. – С. 202-205.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22600149>

22. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.

23. Мухаметзянов И.Ш. Обучаемый с телефоном в школе. Подходы к решению проблемы // Мат. XII межд. науч. конф. «Шуйская сессия студентов,

аспирантов, педагогов, молодых учёных» (Шуя, 04-05 июля 2019). – Шуя: Изд-во ИвГУ, 2019. – С. 22-24.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41329883>

24. Николаева Е.Н., Колосова О.Н., Васильева Л.Э., Васильев А.А. Внимание как когнитивная функция в зависимости от личностно-эмоциональных параметров организма // Образовательный вестник «Сознание». – 2019. – Т. 21, № 8. – С. 33-38.

DOI: <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6846-2019-21-8-33-38>

25. Осадшая Л.Б. Системные механизмы оптимизации и адаптации кардиогемодинамики человека: Автореф. дис ... докт. мед. наук – Москва, 1997. – 39 с.

26. Пономарева Т.А. Срочная адаптация кровообращения предплечья и головного мозга к работе на компьютере: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Москва, 2005. – 20 с.

27. Прихожан А.Н. Изучение тревожности как переживания в контексте культурно-исторической концепции // Вестник РГГУ. Серия: Психология. Педагогика. Образование. – 2006. – № 1. – С. 95-115.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15119035>

28. Рогов Е.И. Настольная книга практического психолога в 2 ч. Часть 1. Система работы психолога с детьми разного возраста: практич. пособие / Е.И. Рогов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 412 с.

29. Сидорова А.А., Филатьева Я.Б. Особенности темперамента и успеваемость учащихся четвёртого класса // Царскосельские чтения. – 2017. – Т. II. – С. 366-369.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-temperamenta-i-uspevaemost-uchaschihsya-chetvyortogo-klassa>

30. Солдатова Г.У., Теславская О.И. Особенности использования цифровых технологий в семьях с детьми дошкольного и младшего школьного возраста // Национальный психологический журнал. – 2019. – Т. 36, № 4. – С. 12-27.

DOI: <http://npsyj.ru/articles/detail.php?article=8259>

31. Тимашова Л.В., Трофимова А.О. Исследование тревожности младших школьников // Мат. III Регион. науч.-практ. конф. «Весенние психолого-педагогические чтения» / сост. И.А. Еремичкая, О.А. Халифаева (Астрахань, 19 апреля 2019 г.). – Астрахань: Изд-во «Астраханский университет», 2019. – С. 113-117.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39450512>

32. Шатохина Л.В., Калашникова М.М. Возрастные изменения свойств темперамента // Сетевой научный журнал «личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие». – 2019 – Т. 7, № 3 (26). – С. 538-548.

URL: <https://humjournal.rzgm.ru/art&id=340>.

33. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография. – Ижевск: Изд-во: Удмуртский ун-т, 2009. – 255 с.

34. Шлык Н.И. Управление тренировочным процессом спортсменов с учетом индивидуальных характеристик вариабельности ритма сердца // Физиология человека. – 2016. – Т. 42, № 6. – С. 81-91.

DOI: <https://doi.org/10.7868/S0131164616060187>

35. Andrés M.L., Richaud de Minzi M.C., Castañeiras C., Canet-Juric L., Rodríguez-Carvajal R. Neuroticism and Depression in Children: The Role of Cognitive Emotion Regulation Strategies // *J. Genet. Psychol.* – 2016. – Vol. 177, № 2. – P. 55-71.
DOI: <https://doi.org/10.1080/00221325.2016.1148659>
36. Bertsch K., Hagemann D., Naumann E., Schächinger H., Schulz A. Stability of heart rate variability indices reflecting parasympathetic activity // *Psychophysiology.* – 2012. – Vol. 49, № 5. – P. 672-682.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01341.x>
37. Capuana L.J., Dywan J., Tays W.J., Elmers J.L., Witherspoon R., Segalowitz, S.J. Factors influencing the role of cardiac autonomic regulation in the service of cognitive control // *Biol. Psychol.* – 2014. – Vol. 102. – P. 88-97.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.07.015>
38. Kapsdorfer D., Hlavacova N., Vondrova D., Argalasova L., Sevcikova L., Jezova D. Neuroendocrine response to school load in prepubertal children: focus on trait anxiety // *Cell. Mol. Neurobiol.* – 2018. – Vol. 38, № 1. – P. 155-162.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10571-017-0544-7>
39. Koenig J., Rash J.A., Campbell T.S., Thayer J.F., Kaess M. A meta-analysis on sex differences in resting-state vagal activity in children and adolescents // *Front. Physiol.* – 2017. – Vol. 24, № 8: 582.
DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00582>
40. Malliani A. Association of heart rate variability components with physiological regulatory mechanisms. In: Malik M., Camm A.J., eds. *Heart Rate Variability*. Armonk, N.Y.: Futura, Publishing Company Inc. – 1995. – P. 173-188.
41. Montano N., Porta A., Cogliati C., Costantino G., Tobaldini E., Casali K.R., Iellamo F. Heart rate variability explored in the frequency domain: a tool to investigate the link between heart and behavior // *Neurosci. Biobehav. Rev.* – 2009. – Vol. 33, № 2. – P. 71–80.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.07.006>
42. Nose Y., Fujinaga R., Suzuki M., Hayashi I., Moritani T., Kotani K., Nagai N. Association of evening smartphone use with cardiac autonomic nervous activity after awakening in adolescents living in high school dormitories // *Childs. Nerv. Syst.* – 2017. – Vol. 33, № 4. – P. 653-658.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00381-017-3388-z>
43. Pawan C., Chwo S.M., Li I. Saliva cortisol and heart rate variability as biomarkers in understanding emotional reaction and regulation of young children – a review // *Psychology.* – 2013. – Vol. 4., № 6A2. – P. 19-26.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/psych.2013.46A2004>
44. Pop-Jordanova N. Different Clinical Expression of Anxiety Disorders in Children and Adolescents: Assessment and Treatment // *Pril. (Makedon. Akad. Nauk. Umed. Odd. Med.Nauki).* – 2019. – Vol. 40, № 1. – P. 5-40.
DOI: <https://doi.org/10.2478/prilozi-2019-0001>
45. Rietschel L., Streit F., Zhu G., McAloney K. et al. Hair cortisol and its association with psychological risk factors for psychiatric disorders: a pilot study in adolescent twins // *Twin. Res. Hum. Genet.* – 2016. – Vol. 19, № 5. – P. 438-446.
DOI: <https://doi.org/10.1017/thg.2016.50>

46. Sohn S., Rees P., Wildridge B., Kalk N.J., Carter B. Prevalence of problematic smartphone usage and associated mental health outcomes amongst children and young people: a systematic review, meta-analysis and GRADE of the evidence // *BMC Psychiatry*. – 2019. – Vol. 19, № 1.:356.

DOI: <https://doi.org/10.1186/s12888-019-2350-x>

47. Studer-Luethi B., Bauer C., Perrig W.J. Working memory training in children: Effectiveness depends on temperament // *Mem. Cognit.* – 2016. – Vol. 44, № 2. – P. 171-186.

DOI: <https://doi.org/10.3758/s13421-015-0548-9>

48. Thayer J.F., Lane R.D. Claude Bernard and the heart-brain connection: further elaboration of a model of neurovisceral integration // *Neurosci. Biobehav. Rev.* – 2009. – Vol. 33, № 2. – P. 81-88.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.08.004>

49. Wauthia E., Lefebvre L., Huet K., Blekic W., El Bouragui K., Rossignol M. Examining the Hierarchical Influences of the Big-Five Dimensions and Anxiety Sensitivity on Anxiety Symptoms in Children // *Front. Psychol.* – 2019. – Vol. 10, № 4:1185.

DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01185>

REFERENCES

1. Alekseeva E.E., Sozinova A.G. Jemocional'no-lichnostnye osobennosti mladshih shkol'nikov (9-11 let) s raznym sociometricheskim statusom // *Psihologo-pedagogicheskoe soprovozhdenie obrazovanija detej v kontekste FGOS doshkol'nogo i nachal'nogo obshhego obrazovanija: sbornik nauchnyh statej / Chuvash. gos. ped. un-t; otv. red. N.N. Vasil'eva. – Cheboksary: Chuvash. gos. ped. un-t, 2016. – 202 s.*

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26116087>

2. Ahutina T.V., Korneev A.A., Matveeva E.Ju. Razvitie funkcij programmirovaniya i kontrolja u detej 7-9 let // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 14. Psihologija.* – 2016. – № 1. – S. 42-63.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26020341>

3. Bajkin N.O., Pogonyшева I.A. Psihofiziologicheskie osobennosti mladshih shkol'nikov g. Nizhnevartovska // *Nauchnyj dialog: Voprosy mediciny.* – 2017. – S. 28-31.

DOI: <https://doi.org/10.18411/spc-15-12-2017>

4. Boravova A.I., Galkina N.S., Fokin V.F. Sootnoshenie pokazatelej funkcional'noj mezhpolusharnoj asimmetrii, temperamenta i uspevaemosti shkol'nikov v rannem podrostkovom vozraste // *Asimmetrija.* – 2007. – T. 1, № 1. – S. 37-44.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16380201>

5. Gileva O.B. Psihofiziologicheskie osnovy uspešnosti uchebnoj dejatel'nosti: monografija. – Ekaterinburg: Izd-vo UrGUPS, 2012. – 271 s.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20116359>

6. Gorbacheva M.V., Golubeva I.Ju., Kuznecova T.G. Diagnostika psihofiziologičeskogo sostojanija doshkol'nikov s raznym urovnem trevožnosti na osnove analiza serdechnogo ritma // *Gigiena i sanitarija.* – 2013. – T. 92, № 2. – S. 95-98.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18986650>

7. Detskij variant shkaly javnoj trevožnosti (CMAS)

URL:

https://nsportal.ru/sites/default/files/2011/11/14/metodika_detskiy_variant_shkaly_yavn_oy_trevozhnosti_cmas.pdf

8. Dzhafarova O.A., Danilenko E.N. Nejrobioupravlenie v korrekcii sindroma deficita vnimanija i giperaktivnosti shkol'nikov // Otkrytoe obrazovanie. – 2016. – № 2. – S. 93-96.

DOI: <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2016-2-93-96>

9. Efimova N.V., Myl'nikova I.V. Vlijanie lichnostnoj trevozhnosti na pokazateli variabel'nosti ritma serdca u podrostkov pri funkcional'nyh nagruzkah // Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovanij. – 2017. – T. 5, № 4. – S. 21–30.

DOI: <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2017.5.4.21>

10. Ignatova Ju.P., Makarova I.I., Aksenova A.V. Psihofiziologicheskie i nekotorye funkcional'nye markery umstvennoj nagruzki u junoshej // Fiziologija cheloveka. – 2018. – T. 44, № 4. – S. 26–31.

DOI: <https://doi.org/10.1134/S0131164618040057>

11. Karpova E.E. Obrazovatel'naja cennost' lichnogo smartfona dlja uchenika nachal'noj shkoly. Pedagogicheskij potencial smartfona // Sb. statej XXIII mezhd. nauch.-prakt. konf. «World science: problems and Innovations» (Penza, 30 avgusta 2018). – Penza: Izd-vo «Nauka i Prosveshhenie», 2018. – S. 235-239.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35433444>

12. Kobzeva V.E. Vzaimosvjaz' urovnja trevozhnosti mladshago shkol'nika i ego social'nogo statusa v klassnom kollektive // Mat.VII mezhd. nauch.-prakt. konf. «Innovacii v medicine, psihologii i pedagogike / pod red. M.G. Chuhrovoj, O.A. Belobrykinnoj. (V'etnam, Muj Nje, 27 aprolja-07 maja 2016). – Novosibirsk: Izd-vo OOO «Nemo Press». – 2016. – S. 162-166.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27364797>

13. Kozhemov A.A., Konopleva A.N. Povyshenie jeffektivnosti psihofizicheskogo razvitiija uchashhihsja 1-8 klassov na urokah fizicheskoj kul'tury v uslovijah primenenija igry piterbasket // Fizicheskaja kul'tura, sport – nauka i praktika. – 2014. – № 2. – S. 30-33.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21819479>

14. Kuz'menkova O.V., Zav'jalova E.N. Osobennosti shkol'noj trevozhnosti u mladshih shkol'nikov s vysokoj akademicheskoy uspevaemost'ju // Sb. st. VI Mezhd. nauch.-prakt. konf. «Prioritety pedagogiki i sovremennogo obrazovanija» (Penza, 10 maja, 2019). – Penza: Izd-vo «Nauka i Prosveshhenie», 2019. – S. 169-171.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37400195>

15. Kulichenko A.M., Mihajlova A.A., Djagileva Ju.O., Orehova L.C., Pavlenko V.B. Vzaimosvjazi harakteristik temperamenta i pokazatelej variacii serdechnogo ritma detej rannego vozrasta // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologija. Himija. – 2016. – T. 2 (68), № 3. – S. 11–27.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28130357>

16. Manchuk V.T., Soldatova O.G., Potylicyna V.Ju. Osobennosti funkcional'nogo sostojanija i reguljacii kardiorespiratornoj sistemy u detej s raznymi VP-tipami temperamenta // Bjulleten' SO RAMN. – 2009. – T. 29, № 5. – S. 53-60.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13017289>

17. Merechenkova I.V., Dogadina S.V., Chernysheva G.A. Profilaktika utomlenija obuchajushhijhsja v shkole // Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. – 2014. – T. 16, № 4. – C. 202-205.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22600149>

18. Muhametzjanov I.Sh. Obuchaemyj s telefonom v shkole. Podhody k resheniju problemy // Mat. III mezhd. nauch. konf. «Shujskaja sessija studentov, aspirantov, pedagogov, molodyh uchjonyh» (Shuja, 04-05 ijulja 2019). – Shuja: Izd-vo IvG, 2019. – S. 22-24.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41329883>

19. Nikolaeva E.N., Kolosova O.N., Vasil'eva L.Je., Vasil'ev A.A. Vnimanie kak kognitivnaja funkcija v zavisimosti ot lichnostno-jemocional'nyh parametrov organizma // Obrazovatel'nyj vestnik «Soznanie». – 2019. – T. 21, № 8. – S. 33-38.

DOI: <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6846-2019-21-8-33-38>

20. Prihozhan A.N. Izuchenie trevozhnosti kak perezhivanija v kontekste kul'turno-istoricheskoi koncepcii // Vestnik RGGU. Serija: Psihologija. Pedagogika. Obrazovanie. – 2006. – № 1. – S. 95-115.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15119035>

21. Rogov E.I. Nastol'naja kniga prakticheskogo psihologa v 2 ch. Chast' 1. Sistema raboty psihologa s det'mi raznogo vozrasta: praktich. posobie / E.I. Rogov. – 4-e izd., pererab. i dop. – M.: Izdatel'stvo Jurajt, 2014. – 412 s.

22. Sidorova A.A., Filat'eva Ja.B. Osobennosti temperamenta i uspevaemost' uchashhijhsja chetvortogo klassa // Carskosel'skie chtenija. – 2017. – T. II. – C. 366-369.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-temperamenta-i-uspevaemost-uchashhijhsya-chetvortogo-klassa>

23. Soldatova G.U., Teslavskaja O.I. Osobennosti ispol'zovanija cifrovych tehnologij v sem'jah s det'mi doskol'nogo i mladshego skol'nogo vozrasta // Nacional'nyj psihologicheskij zhurnal. – 2019. – T. 36, № 4. – S. 12-27.

DOI: <http://npsyj.ru/articles/detail.php?article=8259>

24. Timashova L.V., Trofimova A.O. Issledovanie trevozhnosti mladshih skol'nikov // Mat. III Region. nauch.-prakt. konf. «Vesennie psihologo-pedagogicheskie chtenija» / sost. I.A. Eremickaja, O.A. Halifaeva (Astrahan', 19 aprelja 2019 g.). – Astrahan': Izd-vo «Astrahanskij universitet», 2019. – S. 113-117.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39450512>

25. Shatohina L.V., Kalashnikova M.M. Vozrastnye izmenenija svojstv temperamenta // Setevoj nauchnyj zhurnal «lichnost' v menjajushhemsja mire: zdorov'e, adaptacija, razvitie». – 2019. – T. 7, № 3 (26). – S. 538-548.

URL: <https://humjournal.rzgm.ru/art&id=340>.

ХАРАКТЕР КРАТКОСРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С РАЗНЫМИ ТИПАМИ КРОВООБРАЩЕНИЯ К КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКЕ, ВЫПОЛНЯЕМОЙ НА СМАРТФОНЕ

Г.В. Кмить¹, Л.В. Рублева, И.В. Ермакова, А.Н. Шаранов
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

Методами электрокардиографии, измерением артериального давления, иммуноферментным методом определения кортизола в слюне обследовано 40 детей 2-х классов. Определены типы кровообращения. Показано, что в состоянии относительного покоя у детей с гипокинетическим типом кровообращения (ГТК) выявлены значительно более высокие величины ДАД и удельного периферического сосудистого сопротивления. Самые высокие величины ЧСС, УО, МОК и амплитуды зубца Р, а также меньшая величина амплитуды зубца Т отмечены у детей с гиперкинетическим типом (ГрТК).

Изучение характера краткосрочной адаптации сердечно-сосудистой системы к умственной нагрузке, выполняемой на смартфоне, показало, что самая благоприятная адаптация наблюдается у детей с ГТК, а напряжение механизмов регуляции на нагрузку отмечено в группе детей с ГрТК.

Показано, что тест «таблицы Шульце», выполняемый на смартфоне, по направленности изменения концентрации кортизола в слюне вызывал: повышение (I тип реакции) или понижение (II тип реакции) уровня гормона. Вне зависимости от типа реакции на умственную нагрузку после 15-минутного восстановительного периода у большинства детей наблюдалось понижение (I тип восстановления), у меньшинства – повышение (II тип восстановления) уровня кортизола. Статистически значимых различий в реакции кортизола на нагрузку в зависимости от типа кровообращения не выявлено. Установлена положительная корреляционная связь уровня кортизола с личностной тревожностью и нейротизмом.

Ключевые слова: дети, смартфон, умственная нагрузка, биоэлектрические функции миокарда, артериальное давление, ударный объем крови, кортизол.

Studying short-term adaptation of the cardiovascular and endocrine systems of primary school children with different types of blood circulation to cognitive tasks performed with a smartphone. Forty second-grade students were examined using electrocardiography, blood pressure measurement, and enzyme immunoassay to determine cortisol in saliva. The types of blood circulation were defined. It is shown that in the state of relative rest children with hypokinetic type of blood circulation (HTB) demonstrate significantly higher diastolic blood pressure and peripheral vascular resistance. The highest values of heart rate, stroke volume (SV), cardiac output (CO), and the amplitude of the P-wave, as well as a smaller value of the T-wave were observed in children with the hyperkinetic type.

Контакты:¹ Кмить Г.В. – E-mail: <galkmit@mail.ru>

The study of the short-term adaptation of the cardiovascular system to the cognitive load performed on a smartphone showed that the most favorable adaptation is observed in children with hypokinetic type of blood circulation, whereas the stress of the regulation mechanisms was noted in the group of children with hyperkinetic type.

It is shown that the "Schulte table" test performed on the smartphone, in terms of changes in the concentration of cortisol in saliva, caused the following: increase (type I reaction) or decrease (type II reactions) of the hormone levels. Regardless of the type of response to mental stress, after a 15-minute recovery period, most children experienced a decrease (type I recovery), while a minority experienced an increase (type II recovery) in cortisol levels. There were no significant differences in the cortisol response to the cognitive load depending on the type of blood circulation. There is a positive correlation between cortisol levels and personal anxiety and neuroticism.

Keywords: children, smartphone, mental load, myocardial bioelectric functions, blood pressure, stroke volume, cortisol.

DOI:10.46742/2072-8840-2020-62-2-33-50

Смартфон - это мобильный телефон, обладающий возможностями персонального компьютера и включающий множество функций, таких, как игры, доступ в Интернет, обмен сообщениями, видео, мультимедиа, навигация и др. Он стал необходимостью повседневной жизни, мощным источником информации, а не только средством коммуникации. Расширение доступа к мобильным технологиям и овладение ими подрастающим поколением является отличительной чертой XXI века.

Самым популярным гаджетом у младших школьников является смартфон [8; 20; 26]. Это электронное устройство очень рано входит в жизнь современных детей. По данным зарубежных и отечественных авторов возраст начала пользования смартфоном и цифровыми ресурсами составляет 6-8 лет [24; 26; 28]. При этом, 40 % 7-9-летних детей имеют личный смартфон, а к 8-12 годам их число увеличивается до 70-85 % [8; 36; 45]. Учащиеся начальной школы применяют смартфон для игр, просмотра мультфильмов и видео, общения с родными посредством мессенджеров, поиска информации, фото и музыки [7; 8; 20]. Подавляющее большинство детей часто или периодически пользуются смартфоном, в среднем 4-5 дней в неделю [24; 28]. Время пользования гаджетом составляет от 30 минут до 1,5 и более часов [7; 8; 24; 26; 28; 36; 41].

Однако технологические преимущества смартфона при чрезмерном его использовании порождают неблагоприятные побочные эффекты. Прежде всего, такие проблемы со здоровьем, как избыточный вес, связанный со снижением физической активности [27; 41], нарушение сна, ухудшение зрения, головная боль и утомляемость [25; 40; 45]. Кроме того, частое и длительное времяпровождение детей за смартфоном может привести к привыканию, а в дальнейшем к развитию проблемного использования и зависимости [5; 24; 34; 36].

Однако, учитывая интерес школьников к смартфону, можно эффективно использовать этот гаджет в учебной деятельности. В педагогической среде активно обсуждается вопрос формирования информационно-образовательного пространства с возможностью применения смартфонов в обучении школьников [3; 11]. Противники использования гаджетов в учебном процессе указывают на снижение

когнитивных способностей учащихся, отрицательную зависимость академической успеваемости детей от времени пользования смартфоном [4; 8; 24]. Сторонники, напротив, считают, что использование различных приложений для смартфона существенно повышает эффективность усвоения школьниками знаний за счёт познавательной мотивации, наглядности учебного материала, а также развивает память, мышление, внимание, формирует навык самостоятельного поиска информации [21] и призывают к активной интеграции смартфона в обучение [12].

Между тем, за рамками дискуссии остается вопрос о том, какое влияние оказывает когнитивная деятельность, осуществляемая с помощью смартфона, на функциональное состояние организма школьников. В немногочисленных исследованиях, в основном, рассматривается влияние «экранного времени», а следовательно, сидячего образа жизни на артериальное давление детей [29; 31; 39]. Реакция кортизола слюны на пробуждение была ниже у 10-летних школьников, использующих информационно-коммуникационные технологии более 3 часов в день [43].

В целом ряде физиологических исследований показано, что реакция сердечно-сосудистой системы на нагрузки разного характера (физическая, ортостатическая, умственная, эмоциональный стресс) определяется типом кровообращения. У лиц с разными типами кровообращения адаптационные возможности различны и, соответственно, различна степень устойчивости к воздействиям. По мнению большинства исследователей, изучавших типы кровообращения у здоровых людей, при гипокинетическом типе сердце работает в экономичном режиме, и диапазон компенсаторных возможностей этого типа широкий [10; 13; 17; 19; 23].

Исходя из вышеизложенного, целью нашего исследования явилась оценка характера краткосрочной адаптации центрального отдела сердечно-сосудистой и эндокринной систем организма к когнитивной нагрузке, выполняемой на смартфоне, у детей 9 лет в зависимости от типа кровообращения.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось в апреле-мае 2019 года на базе одной из школ г. Москвы с информированного согласия родителей. В исследовании приняли участие 40 учащихся 2-х классов: 20 мальчиков и 20 девочек. Возраст испытуемых – 8-10 лет (среднее значение $8,90 \pm 0,06$ лет); средний рост – $133,30 \pm 0,91$ см; средний вес – $32,03 \pm 1,32$ кг.

В качестве когнитивной нагрузки использовали тест «таблицы Шульте», который заключался в следующем: на экране смартфона Hopo 8X (экран 6,5 дюйма, разрешение 2340x1080 пикселей при 397 ppi, светодиодная подсветка с технологией IPS) предьявлялась таблица с расположенными случайным образом от 1 до 25 числами. Испытуемые последовательно находили числа от 1 до 25, отмечая их, нажимая пальцем на сенсорный экран смартфона. В случае правильного выбора предьявлялась следующая таблица. Время выполнения задания составляло 5 минут.

Состояние центрального отдела сердечно-сосудистой системы оценивали по показателям систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления, пульсового давления (ПД), частоте сердечных сокращений (ЧСС), ударно-

го (УО) и минутного объемов кровообращения (МОК). Давление и частота пульса измерялись с помощью цифрового аппарата AND модель UA-777 (Япония) с использованием детской манжеты. Пульсовое давление определяли по формуле ПД = САД - ДАД. Ударный объем вычисляли по модифицированной формуле Старра для детей 8-14 лет [18] $УО = 80 + 0,5 \times ПД - 0,6 \times Д д. - 2 \times \text{возраст}$. МОК определяли по формуле: $МОК = УО \times ЧСС$. Сердечный индекс вычислялся по формуле $СИ = МОК / S$ п.т., где Sп.т. – площадь поверхности тела. Удельное периферическое сосудистое сопротивление (УПСС) определяли по формуле $УПСС = (САД + S$ п.т.) / МОК. Данные показатели регистрировались в состоянии относительного покоя и на 5 минуте тестового задания.

Возбудимость и проводимость миокарда изучались с помощью метода электрокардиографии. Амплитуда и длительность зубцов ЭКГ определялись в 12 общепринятых отведениях, длительность интервалов и амплитуда зубцов ЭКГ определялась по данным II стандартного отведения.

Реакцию эндокринной системы учащихся на тестовое задание, выполняемое на смартфоне, оценивали по концентрации кортизола в нестимулированной слюне, которую собирали пластиковые одноразовые пробирки до и после теста, а также после 15-минутного восстановительного периода. Пробы слюны до проведения анализа хранили в морозильной камере при температуре -20°C . Концентрацию кортизола в слюне определяли иммуноферментным методом (ИФА), используя стандартные диагностические наборы реагентов фирмы DRG на ИФА-анализаторе «StatFax 2100» (США) и выражали в нг/мл. Все анализы были сделаны в соответствии с протоколом наборов, контрольные показатели были в рамках принятых пределов.

Личностную тревожность оценивали с помощью шкалы явной тревожности СМАС (адаптация А.М. Прихожан), нейротизм - по опроснику Г. Айзенка.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием компьютерного пакета программы «Statistica 6.0» и «SPSS 23». Для проверки статистических гипотез исследования использовался t-тест Стьюдента для независимых и попарно сопряженных выборок, F-критерий ANOVA. Оценку тесноты статистической связи между показателями осуществляли с помощью корреляционного анализа (коэффициент Пирсона). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате проведенного исследования все обследованные дети были разделены на 3 группы по типам кровообращения в соответствии с величиной сердечного индекса. Дети с величиной СИ от 2,75 до 3,50 л/мин/м² были отнесены к эукинетическому типу гемодинамики (ЭТК); с величиной СИ < 2,75 – к гипокинетическому типу (ГТК); с величиной СИ > 3,5 – к гиперкинетическому типу (ГрТК). Школьники с эукинетическим типом составили 47,5 % всех обследованных, с гипокинетическим – 25,0 %, и с гиперкинетическим – 27,5 %. Полученные результаты по распределению типов кровообращения у обследованных детей были близки к данным других исследователей у детей [9] и молодых взрослых [14; 15; 22].

Для оценки влияния типа кровообращения на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у детей разных групп был проведён дисперсионный анализ (ANOVA). Межгрупповым фактором являлся тип кровообращения. Зависимыми переменными были систолическое, диастолическое, пульсовое давление, ЧСС, ударный и минутный объёмы кровообращения, удельное периферическое сосудистое сопротивление, а также временные (RR, PQ, QT) и амплитудные (P, R, T) показатели ЭКГ. Дисперсионный анализ позволил установить, что в состоянии относительного покоя дети с разными типами кровообращения существенно различаются по показателям центральной гемодинамики и биоэлектрическим характеристикам миокарда (табл. 1).

Таблица 1

Показатели центрального отдела сердечно-сосудистой системы школьников 9 лет с разными типами кровообращения в состоянии относительного покоя ($M \pm m$)

показатели	гипокинетический	эукинетический	гиперкинетический
САД, мм.рт.ст.	99,00± 2,43	92,72± 2,56	89,18± 3,98
ДАД, мм.рт.ст.	70,30± 2,59 *	60,78± 1,29	58,00± 2,38
ЧСС, уд/мин	79,40± 5,45	82,28± 1,52	92,54± 3,65 *
ПД, мм.рт.ст.	29,1± 1,41	28,7± 1,38	32,0± 1,67
УО, мл	34,17± 2,11	41,73± 0,76	43,34± 1,24*
МОК, л/мин	2,63± 0,16	3,42± 0,06	3,99± 0,16*
УПСС, дин*с-1 *см-5 /м ²	45,77± 2,05 *	29,46± 0,98	22,07± 1,34
RR, с	0,792± 0,0124	0,672± 0,0132	0,647± 0,0111*
PQ, с	0,131± 0,0018	0,130± 0,0013	0,125± 0,0013
QT, с	0,365± 0,0026	0,357± 0,0029	0,342± 0,0018
P, мм	1,040± 0,0438	1,19± 0,0622	1,445± 0,0519*
R, мм	10,87± 0,6673	10,02± 0,6343	11,081± 0,5573
T, мм	4,09± 0,1706	3,49± 0,1716	3,018± 0,1678*

Примечание: * – обозначены статистически значимые различия показателей между разными типами кровообращения в состоянии относительного покоя

У детей с гипокинетическим типом кровообращения выявлены значительно более высокие величины ДАД ($F=9,163$, $p<0,001$) и удельного периферического

сосудистого сопротивления ($F=11,316$, $p<0,000$) по сравнению с данными показателями двух других групп. Также в этой группе отмечены самые низкие величины ЧСС ($F=3,93$, $p<0,029$), УО ($F=12,369$, $p<0,000$) и МОК ($F=27,799$, $p<0,000$) по сравнению с ЭТК и ГрТК. Самые высокие величины ЧСС, УО и МОК отмечены у детей с гиперкинетическим типом. Эукинетический тип по показателям сердечно-сосудистой системы занимал промежуточное положение. Подобная закономерность отмечена в работах, посвященных изучению особенностей типов гемодинамики у детей и молодых взрослых [1; 9; 13; 17; 19].

Для более полного представления о функциональном состоянии миокарда у всех детей регистрировалась электрокардиограмма и были определены основные амплитудные и временные характеристики ЭКГ (табл. 1). Выявлено, что у детей с гиперкинетическим типом кровообращения в состоянии покоя наблюдаются достоверно более низкие величины длительности сердечного цикла ($F=2,839$, $p<0,05$) и увеличенная амплитуда зубца Р ($F=3,012$, $p<0,05$), а также меньшие величины амплитуды зубца Т ($F=2,543$, $p<0,05$) по сравнению с гипокинетическим типом.

Поскольку данная работа проводилась в рамках комплексного исследования, включавшего также и оценку вегетативной регуляции сердечного ритма (ВРС) [6], было проанализировано процентное соотношение детей, имевших разные типы ВРС в соотношении к типам кровообращения. Было установлено, что наибольший процент детей с преобладанием симпатических влияний в ВРС наблюдался при гиперкинетическом типе, а в группах ГТК и ЭТК всего лишь в 20 и 13 % соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение типов вегетативной регуляции сердечного ритма и типов кровообращения у детей 9 лет (в %)

типы ВРС	типы кровообращения		
	гипокинетический	эукинетический	гиперкинетический
«ваготоники»	40	13	18
«нормотоники»	40	74	18
«симпатотоники»	20	13	64

Известно, что преобладание симпатических влияний в регуляции сердечного ритма усиливает хроно- и инотропную функции миокарда и таким образом обеспечивает повышенные значения ЧСС, УО, МОК, а также уменьшение длительности сердечного цикла и увеличение амплитуды зубцов R и P у детей с гиперкинетическим типом по сравнению с другими типами. Выявленные низкие значения амплитуды зубца Т у детей с гиперкинетическим типом реакции могут свидетельствовать о недостаточности метаболического обеспечения деятельности миокарда уже в состоянии покоя.

Следовательно, выявленные особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы у детей с разными типами кровообращения могут объ-

ясняться преобладанием отдельных звеньев ВРС и активностью сосудистого компонента в регуляции системы кровообращения.

В результате проведенного исследования были получены данные о реакции центрального отдела сердечно-сосудистой системы детей 9 лет с разными типами кровообращения на умственную нагрузку, выполняемую на смартфоне (табл. 3). Анализ проводился для каждой группы детей отдельно, достоверность показателей между состоянием относительного покоя и нагрузки определяли по критерию Стьюдента, различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Таблица 3

Динамика показателей центрального отдела сердечно-сосудистой системы под влиянием умственной нагрузки, выполняемой на смартфоне, у школьников 9 лет с разными типами кровообращения ($M \pm m$)

показатели	гипокинетический		эукинетический		гиперкинетический	
	покой	нагрузка	покой	нагрузка	покой	нагрузка
САД, мм.рт.ст.	99,00± 2,43	101,80± 4,42	92,72± 2,56	92,83± 2,83	89,18± 3,98	91,64± 3,40
ДАД, мм.рт.ст.	70,30± 2,59	73,60± 3,16	60,78± 1,29	66,89± 1,67 *	58,00± 2,38	62,64± 2,89 *
ЧСС, уд/мин	79,40± 5,46	84,30± 5,17	82,28± 1,52	89,28± 2,02 *	92,54± 3,65	96,45± 3,46 *
ПД, мм.рт.ст.	28,70± 1,81	28,20± 3,10	31,94± 1,61	25,94± 2,03	31,18± 2,27	29,00± 2,94
УО, мл.	29,00± 2,94	31,94± 2,45	41,73± 0,76	35,06± 1,35 *	43,34± 1,24	39,46± 1,46 *
МОК, л/мин	2,63± 0,16	2,65± 0,22	3,42± 0,06	3,12± 0,12 *	3,99± 0,16	3,79± 0,26
УПСС, дин*с-1 *см-5/м2	45,77± 2,05	50,08± 6,47	29,46± 0,98	33,08± 1,72	22,07± 1,34	25,10± 2,63
RR, с	0,792± 0,0124	0,714±* 0,0122	0,672± 0,0132	0,631±* 0,0112	0,647± 0,0111	0,631± 0,0136
PQ, с	0,131± 0,0018	0,128± 0,0014	0,130± 0,0013	0,128± 0,0020	0,125± 0,0013	0,125± 0,0015
QT, с	0,365± 0,0026	0,355± 0,0030	0,357± 0,0029	0,352± 0,0021	0,342± 0,0018	0,342± 0,0019
P, мм	1,040± 0,0438	1,190±* 0,0528	1,193± 0,0622	1,263± 0,0511	1,445± 0,0519	1,463± 0,0488
R, мм	10,873± 0,6673	11,182± 0,6523	10,021± 0,6343	9,970± 0,6293	11,081± 0,5573	10,972± 0,5973
T, мм	4,091± 0,1706	4,112± 0,1546	3,491± 0,1716	3,332± 0,1486	3,018± 0,1678	2,800± 0,1654

*Примечание: * – обозначены статистически значимые различия показателей в нагрузке по сравнению с состоянием относительного покоя.*

В группе детей с гипокинетическим типом кровообращения в ответ на нагрузку наблюдались закономерные изменения ЭКГ, связанные с усилением

влияния на миокард симпатической нервной системы – укорочение длительности сердечного цикла и увеличение амплитуды зубца Р, отражающего интенсификацию деятельности предсердий. Существенных изменений со стороны всех видов артериального давления, ударного и минутного объемов кровообращения не отмечено. Следовательно, краткосрочная адаптация сердечно-сосудистой системы у детей этого типа носила благоприятный характер. По мнению ряда авторов, гипокINETический тип кровообращения наиболее экономичен, и сердечно-сосудистая система при этом типе кровообращения обладает большим диапазоном адаптационных возможностей [9; 10; 13].

У детей с эукинетическим типом кровообращения на нагрузку выявлено увеличение ЧСС, диастолического давления и снижение ударного объема крови. В то же время, как и в группе детей с гипокINETическим типом кровообращения, изменения биоэлектрических характеристик миокарда носили адекватный нагрузке характер и проявлялись в достоверном укорочении длительности сердечного цикла и некотором увеличении амплитуды зубца Р, отражающего интенсификацию деятельности предсердий.

Следовательно, у детей данной группы, адаптация, в целом, носила благоприятный характер с незначительным напряжением механизмов регуляции системы кровообращения на нагрузку.

При гиперкинетическом типе реакция на нагрузку вызывала увеличение ЧСС, диастолического давления и снижение ударного объема крови. Необходимо особо отметить еще большее, по сравнению с покоем, уменьшение амплитуды зубца Т. Это может свидетельствовать о неадекватном метаболическом обеспечении миокарда при выполнении нагрузочного теста и напряжении адаптации. Это согласуется с результатами исследований, показавших, что подобная реакция системы кровообращения при выполнении умственной работы расценивается как стрессорная [13; 25; 32; 44].

Функциональное состояние эндокринной системы при выполнении теста «таблицы Шульте» на смартфоне оценивали по уровню кортизола в слюне до, после и на 15 минуте восстановления. Парное сравнение уровня кортизола до и после теста не выявило статистически значимого различия между изучаемыми показателями ($t=0,450$; $p=0,655$). Однако в ходе индивидуального анализа направленности изменения концентрации кортизола (δ , %) установили, что тест «таблицы Шульте» вызывал повышение уровня гормона у 30,77 % детей при работе на смартфоне (рис. 1) в среднем на $29,72 \pm 6,09$ % (I тип реакции). Понижение уровня кортизола при выполнении задания выявлено у 46,15 % детей в среднем на $-18,52 \pm 2,33$ % (II тип реакции), у 23,08 % испытуемых реакция на тест отсутствовала. Исходный уровень кортизола у детей с I типом реакции оказался ниже, чем со II типом реакции, но различия наблюдались на уровне тенденции ($t=1,666$; $p=0,063$). Обнаружена корреляционная связь между уровнем гормона до теста и его приростом после когнитивного задания как у детей с I типом, так и со II типом реакции ($r=0,68$ и $r=-0,53$; при $p<0,01$, соответственно). При этом дети с I и II типом реакции не различались ни по количеству просмотренных таблиц, ни по эффективности работы ($p=0,647$ и $p=0,335$, соответственно). Таким образом, примерно половина детей реагировала на тест понижением уровня кортизола, согласно закону «исходного уровня», что наблюдали и другие авторы у детей в возрасте

7-11 лет [30], объясняя упреждающее возбуждение эндокринной системы сниженной регуляторной способностью [35].

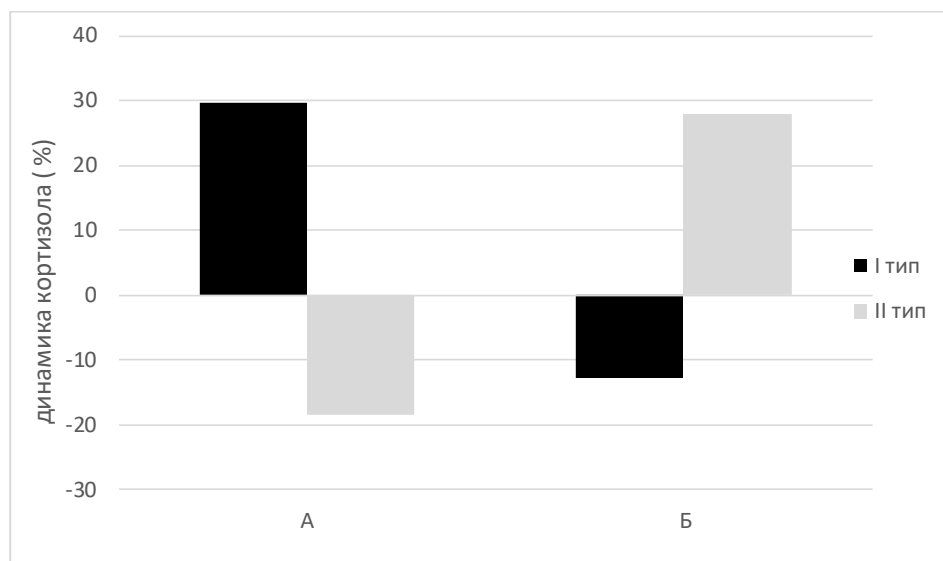


Рис. 1. Динамика изменения концентрации кортизола у детей в зависимости от А – типа реакции на тест «таблицы Шульте», выполненного на смартфоне; Б – типа восстановления после теста.

Среди детей со II типом реакции на когнитивное задание уровень кортизола до и после теста был выше у лиц с высоким уровнем личностной тревожности (шкала СМАС) по сравнению со средним уровнем ($F=6,52$ при $p=0,009$ и $F=6,32$ при $p=0,01$, соответственно). Аналогичную картину наблюдали в этой группе у детей с очень высоким уровнем нейротизма (тест Г. Айзенка) по сравнению с низким уровнем ($F=5,51$ при $p=0,01$ – до и $F=6,16$ при $p=0,007$ – после теста). В целом по группе выявлена тесная корреляционная связь уровня личностной тревожности с нейротизмом ($r=0,83$ при $p=0,01$); уровня кортизола с личностной тревожностью ($r=0,35$ – до и $r=0,43$ – после теста; $p=0,05-0,01$) и нейротизмом ($r=0,46$ – до и $r=0,48$ – после теста; $p=0,01$). Полученные результаты согласуются с данными других исследователей о связи личностных характеристик подростков с уровнем кортизола [33; 42]. У 10-летних детей с высоким уровнем тревожности отмечается более высокий уровень кортизола во время учебной деятельности как в ситуации стресса (экзамен), так и в обычных школьных условиях по сравнению с их нетревожными одноклассниками [38].

Индивидуальный анализ направленности изменения концентрации кортизола (δ , %) после 15-минутного периода восстановления показал (рис. 1), что примерно у половины детей (56,41 %) после выполнения теста на смартфоне, независимо от типа реакции на задание, происходило снижение уровня гормона в среднем на $12,88 \pm 2,16$ % (I группа). Меньшее число детей (23,08 %) показало повышение

концентрации кортизола в среднем на $27,97 \pm 5,07$ % после работы на смартфоне (II группа). У 20,51 % испытуемых концентрация кортизола после восстановительного периода осталась на прежнем уровне.

Не удалось выявить различия по уровню кортизола во всех временных точках (до, после и через 15 минут) у детей с разным типом кровообращения ($F=0,861 \dots 0,975$; $p=0,387 \dots 0,431$). Однако дети с гипокинетическим типом кровообращения показали увеличение концентрации гормона в ответ на тест ($16,85 \pm 8,44$ %), тогда как у испытуемых с гиперкинетическим типом кровообращения наблюдалось снижение, а у детей с эукинетическим типом кровообращения уровень гормона не изменялся, но различия между группами были на уровне тенденции ($F=3,134$; $p=0,056$). Стоит отметить, что среди детей с I типом реакции на тест 50 % имели гипокинетический тип кровообращения, а среди детей со II типом реакции - 56 % - эукинетический и 33 % - гиперкинетический тип кровообращения.

Корреляционный анализ позволил выявить положительную связь уровня кортизола после когнитивной нагрузки с САД ($r=0,41$ - до и $r=0,49$ - после теста; $p=0,01$), ДАД ($r=0,39$ - до и $r=0,40$ - после теста; $p=0,05$) и ЧСС ($r=0,32$ при $p=0,05$ после теста). Прирост уровня кортизола в ответ на когнитивную нагрузку коррелировал с САД ($r=0,44$ при $p=0,01$ после теста), ДАД ($r=0,35$ - до и $r=0,37$ - после теста; $p=0,05$) и типом кровообращения ($r=-0,33$; $p=0,05$). Острая и кратковременная активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы имеет адаптивную функцию, поскольку способствует преодолению внешних стрессоров, вызывая ряд физиологических реакций, к которым относится повышение тонуса сосудов [16; 37]. Её основным гормоном - кортизол, посредством симпатических и почечных механизмов, способствует повышению артериального давления [2]. Также выявлена отрицательная корреляционная связь между уровнем кортизола до теста с длительностью сердечного цикла ($r=-0,35$ - до и $r=-0,44$ - после теста; $p=0,05-0,01$), установлена отрицательная связь между длительностью сердечного цикла с нейротизмом ($r=-0,32$ - до и $r=-0,36$ - после теста; $p=0,05$) и личностной тревожностью $r=-0,33$ - до теста; $p=0,05$).

Таким образом, проведенное исследование выявило существенные различия в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы в состоянии относительного покоя у школьников с разными типами кровообращения. Выявленные особенности могут объясняться преобладанием отдельных звеньев ВРС и разной активностью сосудистого компонента в регуляции системы кровообращения. Когнитивный тест, выполненный на смартфоне, показал хорошие адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы у детей с ГТК и ЭТК (72,5 %). В группе школьников с ГрТК (27,5 %) отмечено напряжение механизмов регуляции системы кровообращения на нагрузку и, следовательно, более низкие адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что в состоянии относительного покоя дети с разными типами кровообращения существенно различаются. У детей с гипокинетическим типом кровообращения выявлены значительно более высокие величины ДАД и

удельного периферического сосудистого сопротивления. Самые высокие величины ЧСС, УО, МОК и амплитуды зубца Р, а также меньшая величина амплитуды зубца Т отмечены у детей с гиперкинетическим типом. Эукинетический тип по показателям сердечно-сосудистой системы занимал промежуточное положение.

2. Показано, что когнитивная нагрузка на смартфоне у детей с ГТК вызывала закономерные изменения ЭКГ, связанные с усилением влияния на миокард симпатической нервной системы – укорочение длительности сердечного цикла и увеличение амплитуды зубца Р, отражающего интенсификацию деятельности предсердий. Существенных изменений со стороны всех видов артериального давления, ударного и минутного объемов кровообращения не отмечено. Следовательно, краткосрочная адаптация сердечно-сосудистой системы у детей этого типа носила благоприятный характер.

3. Выявлено, что у детей с ГрТК на нагрузку происходит увеличение ЧСС, диастолического давления и снижение ударного объема крови. Необходимо особо отметить еще большее, по сравнению с покоем, уменьшение амплитуды зубца Т. Это может свидетельствовать о неадекватном метаболическом обеспечении миокарда при выполнении нагрузочного теста и напряжении адаптации.

4. При выполнении когнитивного задания на смартфоне у детей младшего школьного возраста выявлено два типа реакции эндокринной системы: первая – повышение уровня кортизола, вторая – понижение. У большинства детей после 15-минутного восстановительного периода наблюдалось снижение уровня кортизола (I тип восстановления), у каждого четвертого концентрация гормона повышалась (II тип восстановления). Установлена корреляционная связь уровня кортизола до и после теста с такими личностными особенностями детей, как тревожность и нейротизм.

5. Статистически значимых различий в реакции кортизола на нагрузку в зависимости от типа кровообращения не выявлено, однако половина детей с I типом реакции кортизола на тест имели гипокINETический тип кровообращения; со II типом реакции большинство обладало эукинетическим, а каждый третий испытуемый - гиперкинетическим типом кровообращения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянова И.В., Максимов А.Л. Особенности сердечно-сосудистой системы и вариабельности кардиоритма у юношей Магаданской области с различными типами гемодинамики // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2017. – № 40. – С. 132–149.
DOI: <https://doi.org/10.17223/19988591/40/8>

2. Бастриков О.Ю. Гормональные, иммунологические и психологические маркеры психоэмоционального напряжения у пациентов с артериальной гипертензией // Артериальная гипертензия. – 2018. – Т. 24, № 2. – С. 151-161.
DOI: <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2018-24-2-151-161>

3. Бозиев Р.С., Перминова Л.М. Гаджеты в учебном процессе: за и против (по материалам опроса) // Педагогика. – 2018. – № 8. – С. 44-56.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35654924>

4. Водяха С.А., Водяха Ю.Е., Миншорова С.А. Особенности структуры интеллекта младших школьников, обучаемых посредством гаджетов // Педагогическое образование в России. – 2019. – № 7. – С. 135-140.
DOI: <https://doi.org/10.26170/po19-07-18>
5. Горобец В.А., Бакурова Т.П. Проявления гаджетозависимости у детей младшего школьного возраста // Молодежь в новом тысячелетии: проблемы и решения: материалы III региональной научно-практической конференции (Омск, 14 февраля 2017 г.) – Омск: СибГУФК, 2017. – С. 233-237.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29750085>
6. Догадкина С.Б., Ермакова И.В., Кмиль Г.В., Рублева Л.В. Влияние умственной нагрузки, выполняемой на планшете и ноутбуке, на сердечно-сосудистую и эндокринную системы детей 9 лет // Новые исследования. – 2019. – Т. 60, № 4. – С. 46-68.
DOI: <https://doi.org/10.15293/2658-6762.1905.11>
7. Карпова Е.Е. Воздействие цифровой среды на академическую успеваемость обучающихся в начальной школе // Мир науки. Педагогика и психология. – 2019. – Т. 7, № 1. – 14 с.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37635841>
8. Карпова Е.Е. Образовательная ценность личного смартфона для ученика начальной школы. Педагогический потенциал смартфона // World science: problems and Innovations: Сб. статей XXIII Международной научно-практической конференции. Пенза, 30 августа 2018. Изд-во: «Наука и Просвещение», 2018. – С. 235-239.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35433444>
9. Марчик Л.А., Мартыненко О.С. Особенности центральной гемодинамики мальчиков 7-8- лет // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – Т. 47, № 5, Ч. 5. – С. 82-85.
DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.47.080>
10. Мельник С.Н., Сукач Е.С., Савченко О.Г. Состояние центральной гемодинамики молодых людей в зависимости от типа кровообращения при физических нагрузках // Проблемы здоровья и экологии. – 2014. – Т. 41, № 3. – С. 116–120.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23376328>
11. Мухаметзянов И.Ш. Смартфон в школе: «быть или не быть, вот в чем вопрос» // Информатика в школе. – 2019. – Т. 150, № 7. – С. 52-56.
DOI: <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2019-18-7-52-56>
12. Мухаметзянов И.Ш. Обучаемый с телефоном в школе. Подходы к решению проблемы // Шуйская сессия студентов, аспирантов, педагогов, молодых учёных. Москва-Шуя, 04-05 июля 2019. Мат. XII Межд. научной конф. – 2019. – С. 22-24.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41329883>
13. Николаев В.И., Денисенко Н.П., Денисенко М.Д. Тип кровообращения и адаптация (физиология и психология) // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2012. – Т. 38, № 2. – С. 70-73.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18281821>

14. Оленко Е.С., Кодочигова А.И., Киричук В.Ф., Барыльник Ю.Б., Трайбер Л.В. Индивидуально-типологическая неоднородность предгипертензии у молодых мужчин // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2016. – Т. 3, № 12. – Р. 344-349.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28802364>

15. Оленко Е.С., Киричук В.Ф., Фомина Е.В. и др. Влияние индивидуально-типологических свойств личности на особенности гемодинамики у здоровых лиц // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2018. – Т. 17, № S3. – С. 223-224.

16. Орлова Н.В., Спирыкина Я.Г., Морунов О.Е. Определение уровня кортизола в плазме крови пациентов с артериальной гипертензией при разной степени устойчивости к стрессорным воздействиям // Клиническая лабораторная диагностика. – 2018. – Т. 63, № 4. – С. 210-215.

DOI: <https://doi.org/10.18821/0869-2084-2018-63-4-210-215>

17. Петрова В.К., Ванюшин Ю.С. Насосная функция сердца детей с различными типами кровообращения при функциональных нагрузках // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-1. – С. 86-89;

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21773131>

18. Романцева Н.А. Модифицированная формула Старра для детей 8-14 лет.

URL: http://bono-esse.ru/blizzard/A/Fiziologija/cor_vibros.html

19. Сикорский А.В. Типологические свойства системного кровообращения у детей в клиноортостазе // Журнал ГГМУ. – 2005. – Т. 11, № 3. – С. 93-96.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19091735>

20. Солдатова Г.У., Теславская О.И. Особенности использования цифровых технологий в семьях с детьми дошкольного и младшего школьного возраста // Национальный психологический журнал. – 2019. – Т. 36, № 4. – С. 12-27.

DOI: <https://doi.org/10.11621/npj.2019.0402>

21. Тигунова М.С. Применение информационно-компьютерных технологий в образовательном процессе начальной школы // Вестник современных исследований. – 2019. – Т. 28, № 1.1. – С. 258-261.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36873312>

22. Терегулов Ю.Э., Терегулова Е.Т., Максумова Н.В. и др. Системные показатели кровообращения и типы гемодинамики у здоровых лиц молодого возраста // Практическая медицина. – 2015. – Т. 89, № 4-2. – С. 139-144.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23765112>

23. Фомина Е.В., Оленко Е.С., Кодочигова А.И., Ситникова К.В. Физиологические особенности центральной гемодинамики молодых мужчин в покое и при физической активности // Психосоматические и интегративные исследования. – 2019. – Т. 5, № 1: – С. 104.

URL: <http://pssr.pro/files/pdf/pssr%202019%200104%20Фомина.pdf>

24. Шабунова А.А., Короленко А.В. Вовлеченность детей в цифровое пространство: тенденции гаджетизации и угрозы развитию человеческого потенциала // Вестник Удмуртского университета. – 2019. – Т. 3, Вып. 4. – С. 430-443.

DOI: <https://doi.org/10.35634/2587-9030-2019-3-4-430-443>

25. Шарапов А.Н., Безобразова В.Н., Зиненко Е.С., Кмить Г.В. Краткосрочная адаптация сердечно-сосудистой системы детей 5-7 лет к умственной нагрузке // Физиология человека. – 2010. – Т. 36, № 3. – С. 74-81.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15109545>
26. Alobaid L., BinJadeed H., Alkhamis A., Alotaibi R., Tharkar S., Gosadi I., Gad A. Burgeoning rise in smartphone usage among school children in Saudi Arabia: baseline assessment of recognition and attention skills among users and non-users using CANTAB tests // *Ultras. Med. J.* – 2018. – Vol. 4, № 1. – P. 4-11.
DOI: [10.5455/umj.20180203121836](https://doi.org/10.5455/umj.20180203121836)
27. Alturki H.A., Brookes D.S., Davies P.S. Does spending more time on electronic screen devices determine the weight outcomes in obese and normal weight Saudi Arabian children? // *Saudi. Med. J.* – 2020. – Vol. 41, № 1. – P. 79-87.
DOI: <https://doi.org/10.15537/smj.2020.1.24786>
28. Brzek A., Streuss M., Przybylek B., Dworrak T., Dworrak B., Leischik R. How does the activity level of the parents influence their children's activity? The contemporary life in a world ruled by electronic devices // *Arch. Med. Sci.* – 2018. – Vol. 14, № 1. – P. 190-198.
DOI: <https://doi.org/10.5114/aoms.2018.72242>
29. Cassidy-Bushrow A.E., Johnson D.A., Peters R.M., Burmeister C., Joseph C.L. Time spent on the Internet and adolescent blood pressure // *J. Sch. Nurs.* – 2015. – Vol. 31, № 5. – P. 374-384.
DOI: <https://doi.org/10.1177/1059840514556772>
30. Cheetham-Blake T.J., Turner-Cobb J.M., Family H.E., Turner J.E. Resilience characteristics and prior life stress determine anticipatory response to acute social stress in children aged 7-11 years // *Br. J. Health. Psychol.* – 2019. – Vol. 24, № 2. – P. 282-297.
DOI: <https://doi.org/10.1111/bjhp.12353>
31. De Moraes A.C.F., Siani A., Barba G., Veidebaum T., Tornaritis M., Molnar D. Incidence of high blood pressure in children – effects of physical activity and sedentary behaviors: the IDEFICS study // *Int. J. Cardiol.* – 2015. – Vol. 180. – P. 165-170.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2014.11.175>
32. Dimitriev D.A., Dimitriev A.D., Karpenko Y.D., Saperova E.V. Influence of examination stress and psychoemotional characteristics on the blood pressure and heart rate regulation in female students // *Human Physiology.* – 2008. – Vol. 34, № 5. – P. 617-624.
DOI: <https://doi.org/10.1134/S0362119708050101>
33. Evans B.E., Stam J., Huizink A.C., Willems A.M. et al. Neuroticism and extraversion in relation to physiological stress reactivity during adolescence // *Biol. Psychol.* – 2016. – Vol. 117. – P. 67-79.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.03.002>
34. Fischer-Grote L., Kothgassner O.D., Felnhofer A. Risk factors for problematic smartphone use in children and adolescents: a review of existing literature // *Neuropsychiatr.* – 2019. – Vol. 33. – P. 179-190.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s40211-019-00319-8>
35. Gunnar M.R., Wewerka S., Frenn K., Long J.D., Griggs C. Developmental changes in hypothalamus-pituitary-adrenal activity over the transition to adolescence:

normative changes and associations with puberty // *Development and Psychopathology*. – 2009. – Vol. 21, № 1. – P. 69-85.

DOI: <https://doi.org/10.1017/S0954579409000054>

36. Hwang Y., Jeong S.H. Predictors of parental mediation regarding children's smartphone use // *Cyberpsychol. Behav. Soc. Netw.* – 2015. – Vol. 18, № 12. – P. 737-743.

DOI: <https://doi.org/10.1089/cyber.2015.0286>

37. Iob E., Steptoe A. Cardiovascular disease and hair cortisol: a novel biomarker of chronic stress // *Curr. Cardiol. Rep.* – 2019. – Vol. 21, № 10. – P. 116.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11886-019-1208-7>

38. Kapsdorfer D., Hlavacova N., Vondrova D., Argalasova L., Sevcikova L., Jezova D. Neuroendocrine response to school load in prepubertal children: focus on trait anxiety // *Cell. Mol. Neurobiol.* – 2018. – Vol. 38, № 1. – P. 155-162.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s10571-017-0544-7>

39. Lissak G. Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study // *Environ. Res.* – 2018. – Vol. 164. – P. 149-157.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.015>

40. Liu S., Ye S., Xi W., Zhang X. Electronic devices and myopic refraction among children aged 6-14 years in urban areas of Tianjin, China // *Ophthalmic. Physiol. Opt.* – 2019. – Vol. 39, № 4. – P. 282-293.

DOI: <https://doi.org/10.1111/opo.12620>

41. Raustorp A., Spenner N., Wilkenson A., Fröberg A. School-based study showed a correlation between physical activity and smartphone and tablet use by students aged eight, 11 and 14 // *Acta Paediatrica*. 2020. – Vol. 109, № 4. – P. 801-806.

DOI: <https://doi.org/10.1111/apa.15041>

42. Rietschel L., Streit F., Zhu G., McAloney K. et al. Hair cortisol and its association with psychological risk factors for psychiatric disorders: a pilot study in adolescent twins // *Twin. Res. Hum. Genet.* – 2016. – Vol. 19, № 5. – P. 438-446.

DOI: <https://doi.org/10.1017/thg.2016.50>

43. Wallenius M., Hirvonen A., Lindholm H., Rimpelä A., Nygård C., Saarni L., Punamäki R., Salivary cortisol in relation to the use of information and communication technology (ICT) in school-aged children // *Psychology*. – 2010. – Vol. 1. P. 88–95.

DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/psych.2010.12012>

44. Zeller A., Handschin D., Gyr N., Martina B., Battegay E. Blood pressure and heart rate of students undergoing a medicallicensing examination // *Blood. Press.* – 2004. – Vol. 13, № 1. – P. 20-24.

DOI: <https://doi.org/10.1080/08037050310025645>

45. Zheng F., Gao P., He M., Li M., Tan J., Chen D., Zhou Z., Yu Z., Zhang L. Association between mobile phone use and self-reported well-being in children: a questionnaire-based cross-sectional study in Chongqing, China // *BMJ Open*. – 2015. – Vol. 11, № 5. – page15image2790848e007302.

DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-007302>

REFERENCES

1. Aver'janova I.V., Maksimov A.L. Osobennosti serdechno-sosudistoj sistemy i variabel'nosti kardioritma u junoshej Magadanskoj oblasti s razlichnymi tipami gemodinamiki // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologija. – 2017. – № 40. – S. 132–149.
2. Bastrikov O.Ju. Gormonal'nye, immunologicheskie i psihologicheskie markery psihojemocional'nogo naprjazhenija u pacientov s arterial'noj gipertenziej // Arterial'naja gipertenzija. – 2018. – T. 24, № 2. – S. 151-161.
DOI: <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2018-24-2-151-161>
3. Boziev R.S., Perminova L.M. Gadzhety v uchebnom processe: za i protiv (po materialam oprosa) // Pedagogika. – 2018. – № 8. – S. 44-56.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35654924>
4. Vodjaha S.A., Vodjaha Ju.E., Minjurova S.A. Osobennosti struktury intellekta mladshih shkol'nikov, obuchaemyh posredstvom gadzhetov // Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. – 2019. – № 7. – S. 135-140.
DOI: <https://doi.org/10.26170/po19-07-18>
5. Gorobec V.A., Bakurova T.P. Projavlenija gadzhetozasimosti u detej mladshego shkol'nogo vozrasta // Molodezh' v novom tysjacheletii: problemy i reshenija: materialy III regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii (Omsk, 14 fevralja 2017 g.) – Omsk: SibGUFK, 2017. – S. 233-237.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29750085>
6. Dogadkina S.B., Ermakova I.V., Kmit' G.V., Rubleva L.V. Vlijanie umstvennoj nagruzki, vypolnjaemoj na planshete i noutbuke, na serdechno-sosudistuju i jendokrinnuju sistemy detej 9 let // Novye issledovanija. – 2019. – T. 60, № 4. – S. 46-68.
DOI: <https://doi.org/10.15293/2658-6762.1905.11>
7. Karpova E.E. Vozdejstvie cifrovoj sredy na akademicheskiju uspevaemost' obuchajushhihsja v nachal'noj shkole // Mir nauki. Pedagogika i psihologija. – 2019. – T. 7, № 1. – 14 s.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37635841>
8. Karpova E.E. Obrazovatel'naja cennost' lichnogo smartfona dlja učenika nachal'noj shkoly. Pedagogicheskij potencial smartfona // World science: problems and Innovations Sb. statej XXIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Penza, 30 avgusta 2018. Izd-vo: «Nauka i Prosveshhenie», 2018. – S. 235-239.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35433444>
9. Marchik L.A., Martynenko O.S. Osobennosti central'noj gemodinamiki mal'chikov 7-8- let // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2016. – T. 47, № 5, Ch. 5. – S. 82-85.
DOI: <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.47.080>
10. Mel'nik S.N., Sukach E.S., Savchenko O.G. Sostojanie central'noj gemodinamiki molodyh ljudej v zavisimosti ot tipa krovoobrashhenija pri fizicheskikh nagruzkah // Problemy zdorov'ja i jekologii. – 2014. – T. 41, № 3. – S. 116-120.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23376328>
11. Muhametdzjanov I.Sh. Smartfon v shkole: «byt' ili ne byt', vot v chem vopros» // Informatika v shkole. – 2019. – T. 150, № 7. – S. 52-56.

DOI: <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2019-18-7-52-56>

12. Muhametdzjanov I.Sh. Obuchaemyj s telefonom v shkole. Podhody k resheniju problemy // Shujskaja sessija studentov, aspirantov, pedagogov, molodyh uchjonyh. Moskva-Shuja, 04-05 ijulja 2019. Mat. III Mezhd. nauchnoj konf. – 2019. – S. 22-24.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41329883>

13. Nikolaev V.I., Denisenko N.P., Denisenko M.D. Tip krovoobrashhenija i adaptacija (fiziologija i psihologija) // Vestnik Rossijskoj voenno-medicinskoj akademii. – 2012. – T. 38, № 2. – C. 70-73.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18281821>

14. Olenko E.S., Kodochigova A.I., Kirichuk V.F., Baryl'nik Ju.B., Trajber L.V. Individual'no-tipologicheskaja neodnorodnost' predgipertonii u molodyh muzhchin // Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal. – 2016. – T. 3, № 12. – S. 344-349.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28802364>

15. Olenko E.S., Kirichuk V.F., Fomina E.V. i dr. Vlijanie individual'no-tipologicheskikh svojstv lichnosti na osobennosti gemodinamiki u zdorovyh lic // Kardi-ovaskuljarnaja terapija i profilaktika. – 2018. – T. 17, № S3. – S. 223-224.

16. Orlova N.V., Spirjakina Ja.G., Morunov O.E. Opredelenie urovnja kortizola v plazme krvi pacientov s arterial'noj gipertoniej pri raznoj stepeni ustojchivosti k stres-sornym vozdejstvijam // Klinicheskaja laboratornaja diagnostika. – 2018. – T. 63, № 4. – S. 210-215.

DOI: <https://doi.org/10.18821/0869-2084-2018-63-4-210-215>

17. Petrova V.K., Vanjushin Ju.S. Nasosnaja funkcija serdca detej s razlichnymi tipami krovoobrashhenija pri funkcional'nyh nagruzkah // Fundamental'nye issledovani-ja. – 2014. – № 9-1. – S. 86-89.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21773131>

18. Romanceva N.A. Modificirovannaja formula Starra dlja detej 8-14 let.

URL: http://bono-esse.ru/blizzard/A/Fiziologija/cor_vibros.html

19. Sikorskij A.V. Tipologicheskie svojstva sistemno krovoobrashhenija u detej v klinoortostaze // Zhurnal GGMU. – 2005. – T. 11, № 3. – C. 93-96.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19091735>

20. Soldatova G.U., Teslavskaja O.I. Osobennosti ispol'zovanija cifrovych tehnologij v sem'jah s det'mi doskol'nogo i mladshego skol'nogo vozrasta // Nacional'nyj psihologicheskij zhurnal. – 2019. – T. 36, № 4. – S. 12-27.

DOI: <https://doi.org/10.11621/npj.2019.0402>

21. Tiginova M.S. Primenenie informacionno-komp'juternych tehnologij v obra-zovatel'nom processe nachal'noj shkoly // Vestnik sovremennyh issledovanij. – 2019. – T. 28, № 1.1. – S. 258-261.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36873312>

22. Teregulov Ju.Je., Teregulova E.T., Maksumova N.V. i dr. Sistemnye pokazateli krovoobrashhenija i tipy gemodinamiki u zdorovyh lic molodogo vozrasta // Prakticheskaja medicina. – 2015. – T. 89, № 4-2. – S. 139-144.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23765112>

23. Fomina E.V., Olenko E.S., Kodochigova A.I., Sitnikova K.V. Fiziologicheskie osobennosti central'noj gemodinamiki molodyh muzhchin v pokoe i pri fizicheskoj aktivnosti // Psihosomaticheskie i integrativnye issledovanija. – 2019. – T. 5, № 1, – S. 104.

URL: [http://pssr.pro/files/pdf/pssr %202019 %200104 %20Fomina.pdf](http://pssr.pro/files/pdf/pssr%202019%200104%20Fomina.pdf)

24. Shabunova A.A., Korolenko A.V. Vovlechnost' detej v cifrovoe prostranstvo: tendencii gadzhetizacii i ugrozy razvitiju chelovecheskogo potenciala // Vestnik Udmurtskogo universiteta. – 2019. – T. 3, Vyp. 4. – S. 430-443.

DOI: <https://doi.org/10.35634/2587-9030-2019-3-4-430-443>

25. Sharapov A.N., Bezobrazova V.N., Zinenko E.S., Kmit' G.V. Kratkosrochnaja adaptacija serdechno-sosudistoj sistemy detej 5-7 let k umstvennoj nagruzke // Fiziologija cheloveka. – 2010. – T. 36, № 3. – S. 74-81.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15109545>

ОТНОШЕНИЕ УЧАСТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА К ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Т.М. Параничева¹, Л.В. Макарова, Е.В. Тюрина,
Г.Н. Лукьянец, К.В. Орлов, Г.Н. Лезжова
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

Отношение администраторов образовательных учреждений - участников образовательного процесса к информационно-коммуникационным технологиям выявлялось методом социологического опроса. Экспертные оценки руководителей школ позволили выявить различия в уровне оснащенности, доступности информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в школе; интенсивности пользования ИКТ; целях, определяющих использование ИКТ; удовлетворенности возможностями доступа к ИКТ, причины неудовлетворенности и т.д.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), беспроводной интернет, электронные образовательные ресурсы, эффективность использования ИКТ в учебно-воспитательном процессе.

Attitude of participants of the educational process to information and communication technologies. The article presents the results of the sociological survey studying the attitude of administration of educational institutions (participants of the educational process) towards information and communication technologies. Expert assessments of school leaders revealed differences in the amount of information and communication technologies (ICT), accessibility of ICT in schools; amount of ICT use; reasons to use ICTs; satisfaction with ICT access, reasons for dissatisfaction, and others.

Keywords: information and communication technologies (ICT), wireless Internet, electronic educational resources, effectiveness of ICT in educational process.

doi:10.46742/2072-8840-2020-62-2-51-62

Материал подготовлен на основе данных популяционного исследования и социологического опроса администраторов общеобразовательных школ, который был проведен в 2019 г. в рамках работы по проекту «Психофизиологическое и физиолого-гигиеническое исследование влияния компьютерных технологий обучения в учебном процессе на разных этапах возрастного развития детей», и охватил 10 пилотных регионов.

С целью обеспечения репрезентативности выборка исследования формировалась с учетом географической специфики каждого региона и размещения крупных районных центров, обладающих ресурсами ИКТ для поддержания образовательных процессов. В итоге выборку составили администраторы 73 образовательных учреждений.

Цель исследования: выявить отношение администраторов образовательных учреждений – участников образовательного процесса к информационно-коммуникационным технологиям.

Контакты: ¹ Параничева Т.М. – E-mail: <valeta@mail.ru>

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании применяли анкетирование, методы математической статистики.

Таблицы со статистическими сравнениями сделаны в программе SPSS Statistics 25. Сравнивались попарно группы испытуемых, разбивающие выборку и соответствующие столбцам таблиц. Для средней арифметической использовался критерий t Стьюдента для независимых выборок. Для процента (доли) использовался z-критерий сравнения доли для независимых выборок. Для обоих критериев использовалась поправка Беньямина–Хохберга на множественность сравнений.

Полученные показатели обрабатывались и анализировались как в целом по 10 регионам, так и по регионам в отдельности, школам активно и не активно использующим ИКТ.

Анкета «Электронные устройства в образовательном учреждении» сориентирована на оценку мнения администраторов школ относительно различных аспектов использования новых информационных технологий.

В анкете предложен ряд шкальных вопросов, направленных на выявление степени удовлетворенности администраторов образовательных учреждений оснащенностью их школ ИКТ относительно различных параметров: материально-техническое обеспечение, подготовленность кадров, доступ в Интернет и др.

Оценка администраторами обеспеченности школ ИКТ

В условиях цифровизации общества, когда основой его развития становится цифровая экономика и образование, возникла необходимость перехода от традиционной школы к цифровой [1; 5; 6; 9]. Рассматривая понятие «цифровая школа» в первую очередь как педагогический, а не технологический феномен, авторы предлагают пути решения задачи о безусловном достижении каждым обучаемым требуемого (зафиксированного в утвержденной образовательной программе) уровня образовательной подготовки на каждой ступени образования вместе с всесторонним развитием его личностного потенциала, использующего возможности цифровой школы [4; 11].

Движение к цифровой школе представляет собой цифровую трансформацию школьного образования на всех его ступенях, а цифровая трансформация ведет к изменению педагогической практики:

- замещение традиционных педагогических инструментов,
- улучшение традиционных педагогических инструментов,
- изменение педагогической практики,
- преобразование педагогической практики.

Развитие информационных технологий напрямую связано с процессом компьютеризации, который позволяет использовать новые способы сбора, обработки, передачи и хранения информации. Это выдвигает новые требования к профессиональной компетентности руководителя в области работы с информацией. Информационная компетентность руководителя в целом рассматривается как совокупность следующих знаний и умений: умение работать с информацией; моделирование и проектирование собственной профессиональной деятельности; умение ориентироваться в организационной среде на базе современных информационно-коммуникационных технологий; использование в своей практической профессио-

нальной деятельности современных информационно-коммуникационных технологий, обеспечивающее увеличение производительности труда». Поэтому так важна информационная и информационно-технологическая компетентность руководителей образовательных учреждений и их отношение к информационно-коммуникационным технологиям.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Позиция администратора школы крайне важна для успешного разворачивания информатизации системы образования, поскольку именно от неё во многом зависит реальное включение ИКТ в образовательный процесс. Понятно, что на позитивное отношение администратора к роли ИКТ в образовании влияют многие факторы. Одним из них, в частности, является компетентность самого администратора школы в пользовании компьютерными технологиями. Так, можно предположить, что администраторы, обладающие более высоким уровнем владения ИКТ, будут более ориентированы на использование компьютерных технологий в своей школе. Помимо этого, позиция администратора значима и потому, что он выступает как в роли эксперта, оценивающего уровень обеспеченности школы компьютерными технологиями, так и в роли педагога-практика, характеризующего эффективность влияния ИКТ на развитие учащихся. Нами был предпринят опыт проведения специального анализа полученных в ходе исследования данных, где единицей анализа являлась школа. В этой связи подчеркнем, что подобный опыт построения типологии тех школ, которые различаются между собой по параметрам доступности, удовлетворенности и частоты пользования учащимися информационными технологиями, представляет в контексте данного исследования особый интерес.

Проблема обеспеченности школ ИКТ традиционно считается одной из центральных [2]. Поэтому в ходе опроса руководителей образовательных учреждений мы просили оценить уровень оснащённости их школы компьютерной техникой. Приведенные данные о неудовлетворительной оснащённости предметных кабинетов дают основание к выводу о том, что слабым звеном информатизации образования по-прежнему остается включение ИКТ в преподавание учебных курсов, помимо информатики. Так как низкая оценка оснащённости предметных кабинетов содержательно коррелирует с данными о низком уровне знаний по использованию компьютеров в преподавании тех или иных предметов, что подтверждают и другие авторы [8].

Оснащённость классов ОУ компьютерами в целом по регионам во всех предметных классах составляет 72 %, причем в школах, активно использующих компьютерные технологии, она почти в два раза выше.

Индивидуальные электронные устройства, помогающие учителю обеспечивать учащихся учебной информацией, управлять процессами запоминания, применения и понимания знаний, контролировать результаты обучения, способствующие организации продуктивной деятельности учащихся на различных этапах урока, отмечены лишь в 50 % в целом по регионам и их количество не зависит от специфики школ.

Явные различия в оценке уровня оснащенности школ компьютерной техникой прослеживаются в зависимости от специализации образовательных учреждений. Так, в школах, где нет специализации, оценки уровня оснащенности школы компьютерной техникой самые низкие, а в школах со специализацией обучения выше. Это позволяет сделать вывод о том, что уровень оснащенности школы ИКТ не только является показателем ее социального статуса, но и средством дифференциации образования, средством, необходимым для профильного обучения, что созвучно и с другими исследованиями [3; 4; 7].

Сравнение оценок уровня оснащенности школ компьютерной техникой *по регионам* показывает, что более низкая оценка характерна для Ставропольского края – 34,2 %, в Оренбургской области – 49,2 %, в Новосибирской области – 51,7 %, в Краснодарском крае – 58,0 %, в Калининградской области – 60,7 %, а в Московской области, Пензенской области, Свердловской области, Хабаровский край, Архангельской области от составляет от 80 % до 90,0 % (рис. 1).

Сегодня осуществляется достаточно хорошая финансовая поддержка компьютерной базы общеобразовательных школ. В то же время следует подчеркнуть принципиальные различия в финансовой поддержке компьютерной базы школ, находящихся в различных типах поселений.

Анализ полученных материалов от администраторов школ показывает, что существует явное различие в оценке уровня оснащенности школ компьютерами и доступа в интернет внутри регионов и различных типов поселений (рис. 2.) – небольшие поселения оснащены хуже. Более низкая оценка оснащенности сельских школ прослеживается практически по всем параметрам.

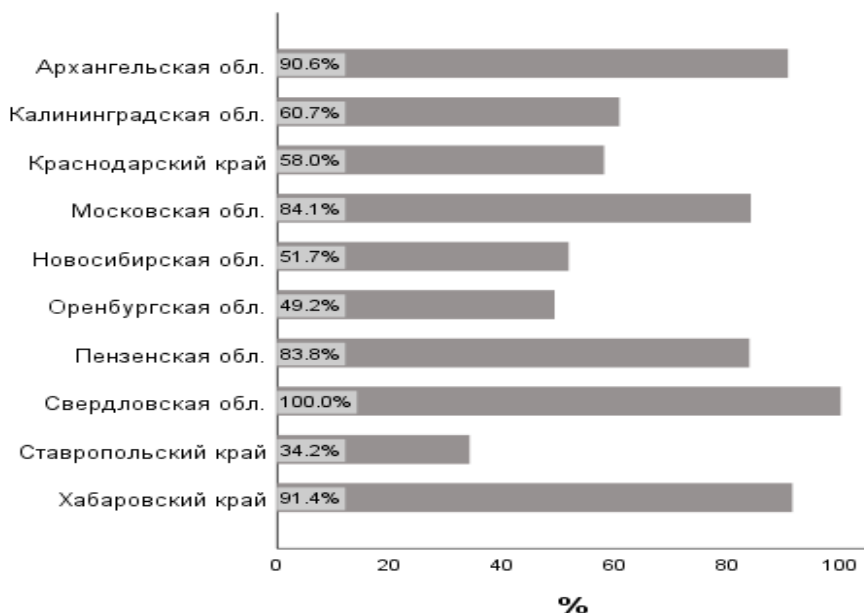


Рис. 1. Оснащенность школ компьютерами. Процент школ, у которых «компьютеры/ноутбуки есть в компьютерном классе и во всех предметных классах».

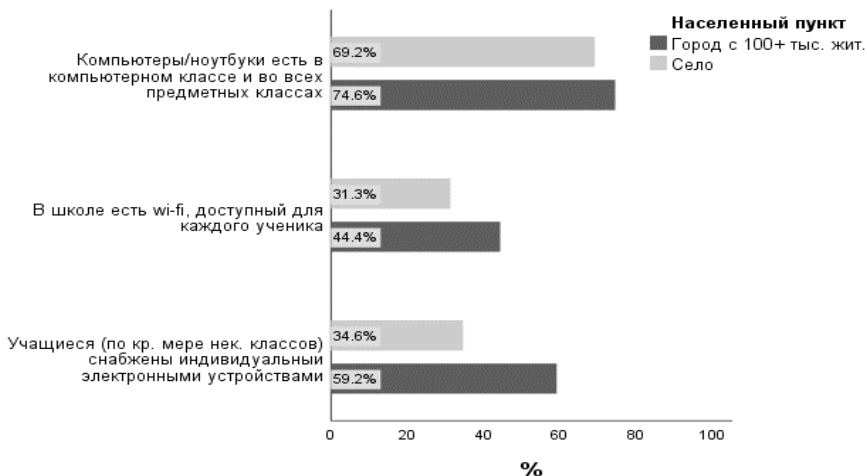


Рис. 2. Некоторые аспекты оснащенности школ в больших городах и в селах. Процент школ, имеющих компьютеры / вай-фай / индивидуальные ЭУ

Интернет – информационная площадка, на которую стекаются данные со всего мира. Это полезный инструмент, позволяющий успешно проводить исследования в различных научных знаниях. Учителя и сами учащиеся видят много положительных моментов от пользования интернетом. Интернет помогает детям развивать компьютерные навыки, к которым относятся в первую очередь навыки письма. Кроме того, интернет помогает детям развивать критическое мышление. Сталкиваясь с огромным количеством материалов, которые ими не будут использованы или не нужны для использования, дети учатся отсортировать информацию. Поэтому так важен доступ в Интернет.

Доступ к информационным системам и информационно-телекоммуникативным сетям по школам имеется более чем в 80 % случаев по регионам, но в основном это касается кабинетов администрации и специализированных классных комнат.

В целом по региону лишь в 40 % случаев в школах есть wi-fi, доступный для каждого ученика (рис. 3). У 62,4 % ОУ есть wi-fi, доступный для каждого ученика только в компьютерном классе. Около 11 % образовательных учреждений вообще не имеют доступа в Интернет.

Координация работы по использованию компьютерных технологий (КТ) в образовательном процессе осуществляется в основном администрацией образовательного учреждения.

С введением в учебный процесс новых компьютерных технологий становится актуальной для учителя проблема накопления и использования электронных образовательных ресурсов (учебные материалы, для воспроизведения которых используются электронные устройства).

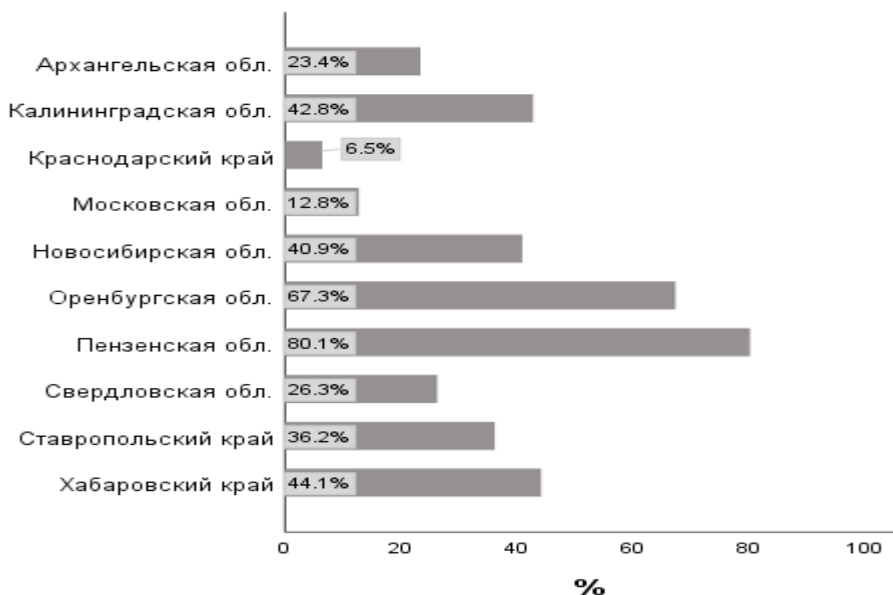


Рис. 3. Оснащенность школ беспроводным интернетом. Процент школ, у которых «есть wi-fi, доступный для каждого ученика»

Задачами цифрового образовательного ресурса являются помощь учителю при подготовке к уроку (компоновка и моделирование урока из отдельных цифровых объектов; большое количество дополнительной и справочной информации – для углубления знаний о предмете); помощь обучающемуся при подготовке домашних заданий в организации изучения предмета в удобном для него темпе и на выбранном им уровне усвоения материала в зависимости от его индивидуальных особенностей восприятия.

Проблема обеспеченности школ ИКТ включает целый комплекс вопросов. Поэтому при ее рассмотрении мы коснемся не только мнения администраторов об укомплектованности их школ компьютерной техникой и компьютерными программами. Здесь важны и другие моменты: наличие в школе опыта использования ИКТ, оценка эффективности их использования.

Использование электронных образовательных ресурсов – это один из самых важных результатов инновационной работы в школе [10]. Практически на любом школьном предмете можно применить компьютерные технологии. Большею частью в образовательных учреждениях используются ресурсы Российской электронной школы (более 60,0%), Яндекс-учебники (около 41,0%), региональные ресурсы (38,0%). Около 2,0% школ вообще не используют никаких электронных образовательных ресурсов.

Не только школы, но и регионы имеют разные традиции использования ИКТ в образовательном процессе. В этой связи заметим, что данный показатель, фиксирующий распределение школ в регионе по опыту использования ИКТ, может служить важным индикатором и для межрегиональных сравнений.

Нормативное регулирование использования электронных устройств в образовательном процессе осуществляется СанПиН (80,0 % случаев), Региональными актами (50,0 %), а также приказами образовательной организации (80,0 %).

При использовании компьютерных технологий в учебном процессе возникли проблемы, которые, в большинстве случаев сводились к тому, что скорость интернета очень маленькая, не всегда можно открыть страницу или тем более что-то скачать, очень часто интернет отключают - невозможно работать, интернет очень слабый, страница может загружаться от 45 минут до 1 часа, просто нет скорости. А в сельских школах, судя по всему, даже медленный интернет почитают за счастье.

Оценка администраторами школ эффективности использования компьютера в учебно-воспитательном процессе

Если иметь ввиду собственно экспертную позицию администратора школы, то здесь в первую очередь важны его оценки, касающиеся не только наличия или отсутствия соответствующей техники в школе, но и те его оценки, которые характеризуют как эффективность использования ИКТ, так и заинтересованность в поддержке процессов информатизации образовательного учреждения. И, наконец, важны собственно те ценностные ориентиры администратора школы, которые касаются возможностей использования ИКТ для развития учащихся, так как именно эти социально-психологические факторы могут выступить как существенные барьеры для информатизации системы образования.

В ходе опроса мы предлагали администраторам школ выразить свое согласие с рядом утверждений, касающихся использования компьютера на уроке по пятибалльной шкале (1 – «совершенно не согласен»; 5 – «полностью согласен»). Следует отметить, что в целом администраторы школ склонны позитивно оценивать использование компьютера на уроке, считая, что это: «способствует усвоению учебного материала» – 3,8; «способствует запоминанию учебного материала» – 3,8; «позволяет индивидуализировать образовательный процесс» – 4,0; «увеличивает наглядность» – 4,6; «повышает интерес учащихся к предмету» – 3,9; «дает учащимся необходимые навыки работы на компьютере» – 3,6; «позволяет сделать контроль знаний объективным» – 3,2; «дает возможность выполнять творческие задания» – 3,9; «позволяет учащимся проверить и оценить свои способности» – 4,0; «помогает учащимся подготавливать домашние задания» – 4,0; «способствует повышению качества обучения» – 3,8.

В то же время администраторы не склонны поддерживать мнение о том, что «компьютер мешает живому общению учителя и учащегося» – 2,6 балла и «отвлекает учащегося от самого урока» – 2,1 балла, т.е. среди администраторов школ сегодня нет негативного отношения к использованию ИКТ в рамках учебной деятельности.

Полученные данные (рис. 4) показывают, что среди администраторов школ сформировалось явно позитивное мнение о влиянии ИКТ на развитие учащихся. Причем это мнение касается как личностного развития (формирует навыки самоконтроля, навыки планирования своей деятельности, повышает общую информированность учеников), так и расширения социальных возможностей.

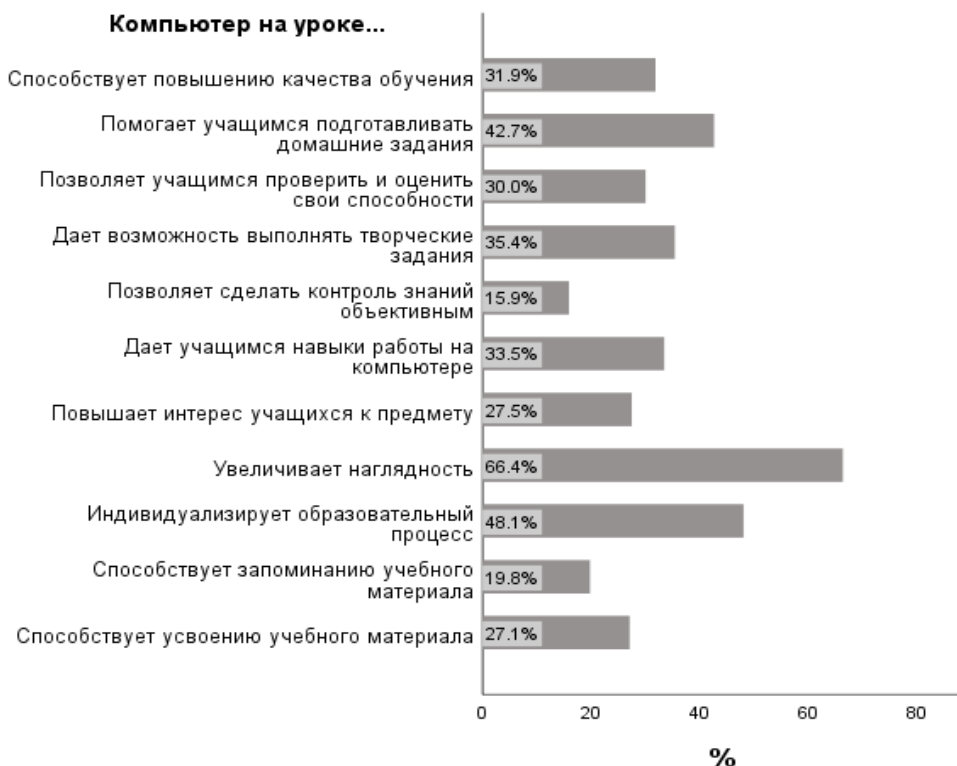


Рис. 4. Мнения администраторов школ об использовании компьютера на уроке (кроме информатики). Процент респондентов, полностью согласных с предложенными утверждениями.

Использование дистанционного обучения

Дистанционное обучение — взаимодействие учителя и учащихся между собой на расстоянии, отражающее все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения) и реализуемое специфичными средствами Интернет-технологий или другими средствами, предусматривающими интерактивность. Дистанционное обучение – это самостоятельная форма обучения, информационные технологии в дистанционном обучении являются ведущим средством.

Дистанционное обучение позволяет:

- снизить затраты на проведение обучения (не требуется затрат на аренду помещений, поездок к месту учёбы, как учащихся, так и преподавателей и т. п.);
- сократить время на обучение (сбор, время в пути);
- участник самостоятельно может планировать время, место и продолжительность занятий;
- проводить обучение большого количества человек;

- повысить качество обучения за счет применения современных средств, объёмных электронных библиотек и т. д.
- создать единую образовательную среду (особенно актуально для корпоративного обучения).

Для того чтобы выявить позицию администраторов школы относительно дистанционного образования мы задавали ряд вопросов по его использованию. В целом по всем регионам в той или иной степени использовали дистанционное обучение:

- для обучения учащихся экстернатов – 39,3 % образовательных организаций;
- для обучения детей-инвалидов – 60,1 %;
- для обучения одаренных детей – 77,1 %;
- для обучения отстающих детей – 71,1 %;
- для детей, пропускающих занятия в связи с длительной болезнью – 77,4 %;
- для переподготовки учителей – 97,3 %;

В школах, где активно используют ИКТ, дистанционное обучение осуществляют значительно чаще, что можно объяснить большей компьютерной компетентностью, то есть лучшей подготовленностью администраторов и учителей этих школ к пользованию ИКТ, прохождением специальной подготовки как по пользованию ИКТ, так и по применению их в образовательном процессе.

Если сравнивать использование дистанционного обучения в школе по каждому региону, то чаще проводится (по убыванию):

- обучение учащихся экстернатов в Московской обл., Краснодарском крае, Новосибирской обл., Оренбургской обл. Хабаровском крае;
- обучение детей-инвалидов в Калининградской обл., Московской обл., Новосибирской обл., Оренбургской обл.;
- обучение одаренных детей в Калининградской обл., Московской обл., Новосибирской обл., Пензенская обл., Свердловская обл.;
- обучение отстающих детей в Калининградской обл., Московской обл., Новосибирской обл., Пензенская обл., Оренбургской обл.;
- обучение детей, пропускающих занятия в связи с длительной болезнью, одинаково часто осуществляется во всех регионах, но наиболее часто в Свердловская обл.;
- наиболее часто дистанционное обучение используется для переподготовки учителей, особенно в Московской обл. (более 90,0 %).

Сравнение ответов администраторов между администраторами сельских школ, школ районных центров и школ региональных центров различия оказались весьма существенными. И это можно объяснить тем, что администраторы сельских школ обладают более низким уровнем компетенции в ИКТ (очевидно, что требования администрации по освоению ИКТ более значимы для директоров школ районных городов, чем для директоров сельских школ), а также, тем, что общая доступность ИКТ и интернета на селе ниже, чем в городе. Профессиональная коммуникация с использованием Интернета и экспериментальная педагогическая деятельность, связанная с использованием ИКТ, преимущественно разворачиваются в школах, расположенных в региональных центрах. То, что сегодня

каждый администратор сельской школы (72,9 % постоянно, 27,1 % иногда) использует Интернет в качестве канала повышения своей квалификации, можно рассматривать как, безусловно, позитивный результат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Социологический опрос администраторов по всем регионам в целом показывает, что компьютеры/ноутбуки есть:

- в компьютерном классе и во всех предметных классах в 72,0 %;
- в компьютерном классе и в некоторых предметных классах в 23,3 %;
- только в компьютерном классе в 4,8 %.

Явные различия в оценке уровня оснащенности школ компьютерной техникой прослеживаются в зависимости от специализации образовательных учреждений. Так, в школах, где нет специализации, оценки уровня оснащенности школы компьютерной техникой самые низкие, а в школах со специализацией обучения выше. Это позволяет сделать вывод о том, что уровень оснащенности школы ИКТ не только является показателем ее социального статуса, но и средством дифференциации образования, средством, необходимым для профильного обучения.

Экспертные оценки руководителей школ свидетельствуют о том, что между регионами и школами, расположенными в различных типах поселений, также проявляются достоверные различия при оценке уровня оснащенности школ компьютерной техникой.

Доступ к информационным системам и информационно-теле коммуникативным сетям по школам имеется более чем в 80 % случаев по регионам, но в основном это касается кабинетов администрации и специализированных классных комнат. Однако 11 % образовательных учреждений вообще не имеют доступа в Интернет.

Большой частью в образовательных учреждениях используются ресурсы Российской электронной школы (более 60,0 %), Яндекс-учебники (около 41,0 %), региональные ресурсы (38,0 %) и около 2,0 % школ вообще не используют электронные образовательные ресурсы.

Среди администраторов школ сформировалось явно позитивное мнение о влиянии ИКТ на развитие учащихся. Причем это мнение касается как личностного развития (формирует навыки самоконтроля, навыки планирования своей деятельности, повышает общую информированность учеников), так и расширения социальных возможностей.

Обращает на себя внимание высокий процент администраторов сельских школ, использующих Интернет как средство для повышения своей квалификации и это, безусловно, можно рассматривать как позитивный результат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеева С. М., Уваров А. Ю. Российская школа на пути к информационному обществу: проект «Информатизация системы образования» // Вопросы образования. – 2005. – № 3. – С. 33–35.

2. Калина И. И. О мерах, направленных на внедрение современных образовательных технологий // Вопросы образования. – 2005. – № 3.
3. Карагозов С.Д., Уваров А.Ю., Рыжова Н.И. На пути к модели цифровой школы // Информатика и образование. – 2018. – № 7. – С. 4-15.
4. Карагозов С. Д., Рыжова Н. И., Уваров А. Ю. Условия результативности системной трансформации учебного процесса на основе ИКТ в образовательном учреждении // Инновационные технологии в медиаобразовании: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 29-30 мая 2017 года). – СПб.: Изд-во СПбГУКиТ, 2018. – С. 227-235.
5. Политика в области образования и новые информационные технологии. / Д. В. Быков, В. В. Вержбицкий, Б. И. Зобов и др. // Национальный доклад Российской Федерации: II Международный конгресс ЮНЕСКО «Образование и Информатика». М., 1996. 1–5 июля. 34 с.
6. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р).
URL: <http://ac.gov.ru/files/content/14091/1632-r-pdf.pdf>
7. Семенов, А. Л. Качество информатизации школьного образования // Вопросы образования. – 2005. – №3. – С. 248-270.
8. Собкин В.С., Адамчук Д.В. Отношение участников образовательного процесса к информационно-коммуникационным технологиям (по материалам социологического опроса администраторов школ, учителей и учащихся в пилотных регионах проекта ИСО). – М.: Центр социологии образования РАО, 2006. – 182 с.
9. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы.
URL: <http://sudact.ru/law/ukaz-prezidenta-rf-ot-09052017-n-203/strategiirazvitiia-informatsionnogo-obshchestva-v>
10. Implement summit learning. 2016.
URL: <http://info.summitlearning.org/program/program-requirements>
11. Jacobs J. Meet the pacesetter in personalized learning // EdNext. – 2017. – June 7.
URL: https://www.realcleareducation.com/2017/06/07/meet_the_pacesetter_in_personalized_learning_43981.html

REFERENCES

1. Avdeeva S. M., Uvarov A. Yu. Rossijskaya shkola na puti k informacionnomu obshhestvu: proekt «Informatizaciya sistemy` obrazovaniya» // Voprosy` obrazovaniya. – 2005. – № 3. – С. 33-35.
2. Kalina I. I. O merax, napravlenny`x na vnedrenie sovremenny`x obrazovatel`ny`x texnologij // Voprosy` obrazovaniya № 3. 2005.
3. Karagozov S.D., Uvarov A.Yu., Ry`zhova N.I. Na puti k modeli cifrovoj shko-ly` // Informatika i obrazovanie. – 2018. – № 7. – С. 4-15.
4. Karagozov S. D., Ry`zhova N. I., Uvarov A. Yu. Usloviya rezul`tativnosti sistemnoj transformacii uchebnogo processa na osnove IKT v obrazovatel`nom uchrezhdenii // Innovacionny`e texnologii v mediaobrazovanii: Sbornik materialov II

Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Sankt-Peterburg, 29-30 maya 2017 goda). – SPb.: Izd-vo SPbGUKiT, 2018. – S. 227-235.

5. Policy in the field of education and new information technologies. / D. V. Bykov, V. V. Verzhbickij, B. I. Zobov et al. // Nacional'nyj doklad Rossijskoj Federacii: II Mezhdunarodnyj kongress JuNESKO "Obrazovanie i Informatika." M., 1996. 1–5 July. 34 p. (In Russ.) 3.

6. Programma «Cifrovaya e`konomika Rossijskoj Federacii» (utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 28 iyulya 2017 g. № 1632-r). URL: <http://ac.gov.ru/files/content/14091/1632-r-pdf.pdf>

7. Semenov, A. L. Kachestvo informatizacii shkol'nogo obrazovaniya. // Voprosy` obrazovaniya. – 2005. – №3. S. 248-270.

8. Sobkin V.S., Adamchuk D.V. Otnoshenie uchastnikov obrazovatel'nogo processa k informacionno-kommunikacionny`m texnologiyam (po materialam sociologicheskogo oprosa administratorov shkol, uchitelej i uchashixsya v pilotny`x regionax proekta ISO). – M.: Centr sociologii obrazovaniya RAO, 2006. – 182 s.

9. Strategiya razvitiya informatsionnogo obshchestva v Rossiyskoj Federatsii na 2017-2030 gody.

URL: <http://sudact.ru/law/ukaz-prezidenta-rf-ot-09052017-n-203/strategiirazvitiia-informatsionnogo-obshchestva-v>

ФИЗИЧЕСКИЕ ТРЕНИРОВКИ И ЗДОРОВЬЕ

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ РЕАКЦИИ КОЖИ НА ПЕРЕМЕЖАЮЩЕЕСЯ ДЕЙСТВИЕ ХОЛОДА И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У ПОДРОСТКОВ- СПОРТСМЕНОВ 13–16-ЛЕТНЕГО ВОЗРАСТА

Н.И. Орлова¹, Р.М. Васильева*, А.Д. Колесов**, Т.С. Пронина, В.Д. Сонькин*

*ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

**ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», Москва

Выявлено наличие возрастной динамики термовегетативной функции кожи при локальном воздействии холода и кратковременной физической нагрузки у подростков мужского и женского пола в период с 13 до 16 лет.

Изучение уровня кожной теплопродукции под влиянием перемежающегося воздействия холода и физической нагрузки показало, что в 60,0 % случаев уровень активности энергетической функции у мальчиков выше, чем у девочек.

Ключевые слова: подростки-спортсмены, локальное воздействие холода, стандартная физическая нагрузка, температура кожи.

Skin temperature response to alternate reactions of cold and physical activity in adolescent athletes aged 13-16 years old. The study revealed the presence of age-related dynamics of thermovegetative skin function under local exposure to cold and short-term physical activity in male and female adolescents aged 13-16 y.o.

The study of the level of skin heat production under the influence of alternate exposure to cold and physical activity showed that in 60.0 % of cases, the level of energy function activity in boys is higher than in girls.

Keywords: adolescent athletes, local skin cooling, standard physical load, skin temperature.

DOI:10.46742/2072-8840-2020-62-2-63-73

Одним из показателей, характеризующих адаптивные свойства организма подростка, является его способность к выполнению мышечной работы. Известно, что существенную роль в приспособлении организма человека к физической нагрузке разной мощности и продолжительности в различных температурных условиях играет система терморегуляции [3; 7; 9].

Основным параметром системы терморегуляции является температура жизненно важных органов, обеспечивающая оптимальный уровень теплопродукции и теплоотдачи, зависящей от последней, состояния кожных сосудов и активности потоотделения в различных температурных условиях [1; 12]. В процессе онтогенеза общая тенденция развития механизмов, поддерживающих постоянство гомеостаза, сводится к уменьшению роли химической и увеличению роли физической терморегуляции [8]. Наряду с этим, возрастает роль таких вегетативных ре-

Контакты: ¹ Орлова Н.И. – E-mail: <ninalynx@list.ru>

акций, как брадикардия, снижение чувствительности к теплу и холоду [6, 8, 12]. Известно, что температурные воздействия, в том числе и локальные, нашли применение в медицинской практике, при закаливании, а также в спорте в сочетании с физическими нагрузками [5; 7].

Предыдущая наша работа была посвящена изучению реакции на локальное действие холода и физической нагрузки у девочек–спортсменок лонгитюдной группы в пубертатный период [9].

Целью настоящего исследования явилось изучение температурной функции кожи в ответ на локальное охлаждение до и после стандартной физической нагрузки у всех протестированных девочек и мальчиков 13–14, 14–15 и 15–16-летнего возраста, систематически занимающихся плаванием.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании принимали участие подростки (мальчики и девочки), систематически занимающиеся плаванием, 13–14, 14–15 лет и 15–16 лет (по 10 человек в каждой возрастно-половой группе). Часть тестируемых (от 5-ти до 8-ми человек среди девочек и 4–5 среди мальчиков) составили в разные годы одни и те же школьники, т.е. наблюдение было частично лонгитудинальным.

Предварительно испытуемые и их родители были ознакомлены с процедурой тестирования и дали письменное информированное согласие на участие в исследовании. В процедуре эксперимента принимал участие тренер, работающий с детьми.

В начале эксперимента у всех учащихся измеряли рост, вес, рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) по Кетле (M/L^2) – табл. 1.

Таблица 1

Антропометрические показатели физического развития у мальчиков и девочек 13–16 лет ($M \pm m$)

Возраст (лет)	Рост (см)	Вес (кг)	ИМТ
Мальчики			
13–14 n=12	167,3±3,7	48,8±2,0	18,9±1,26
14–15 n=12	173,7±3,8	61,6±2,3	20,3±1,3
15–16 n=13	176,1±0,84	63,9±1,43	20,6±0,4
Девочки			
13–14 n=10	160,4±4,0	48,6±2,2	18,9±2,0
14–15 n=12	164,5±3,7	52,7±2,1	19,5±1,27
15–16 n=10	169,3±4,1	55,6±2,36	19,5±1,4

Эксперимент проводился по следующей схеме:

- 1) исходное состояние (мышечный покой и комфортная температура в течение 2–3-х мин.), затем 1-минутное погружение кистей рук в воду t 16–17°C – первая холодовая проба, после чего восстановительный период 10 минут;
- 2) 3-минутная велоэргометрическая нагрузка мощностью 100 ватт (около 14 км/час), восстановительный период 10 минут;
- 3) вторая 1-минутная холодовая проба (погружение кистей рук в воду t 16–17°C), восстановительный период 10 минут.

Мониторинг температуры кожи проводился в течение всего периода исследования методом «Термохрон iButton» [10] с 1-минутным интервалом измерения в четырех местах: на шее в надключичной ямке, на груди, на плече и на спине между лопатками.

Для исследования температурной динамики указанных участков кожи на охлаждение и велоэргометрическую нагрузку на индивидуальных графиках регистрируемых была подсчитана интегральная площадь температурных сдвигов под кривой методом трапеции [14] в течение 5 минут восстановительного периода после физической нагрузки и двух холодовых проб.

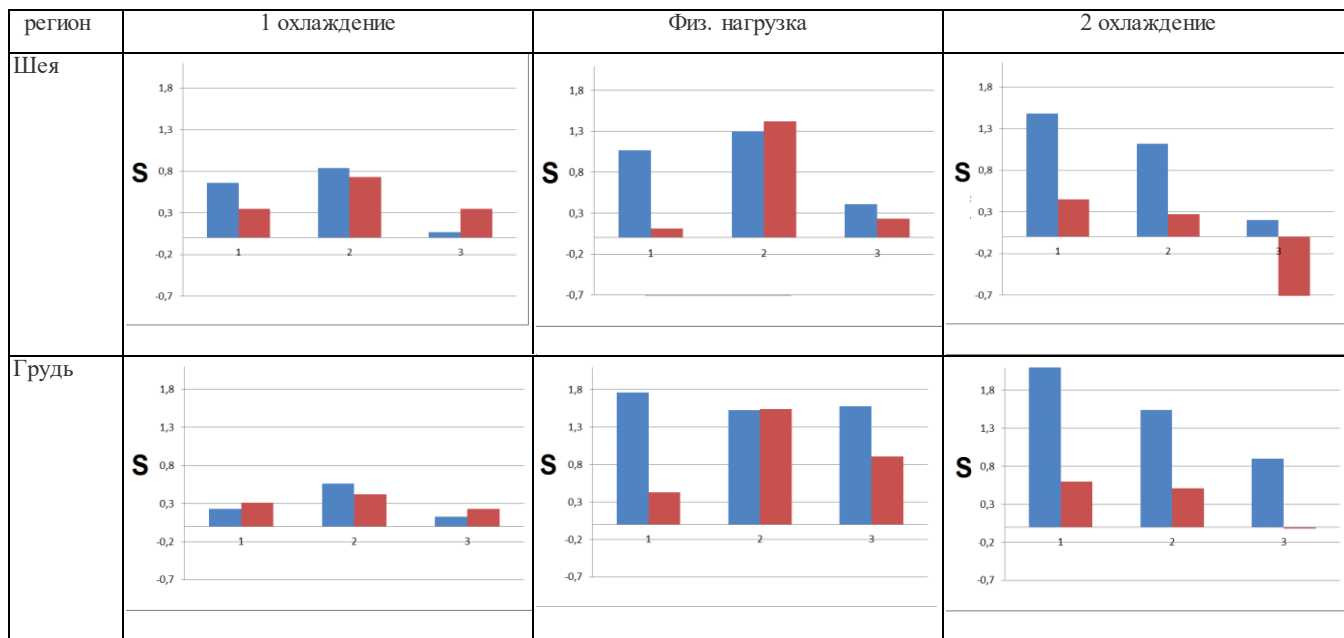
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

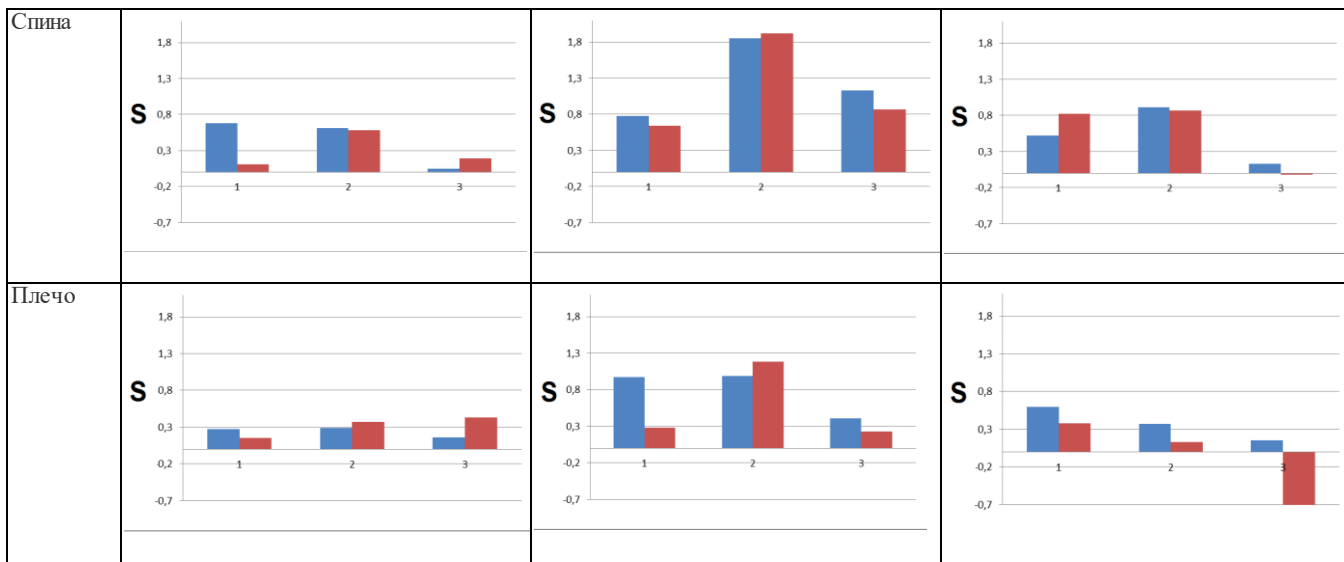
Сопоставление средних по возрастно-половым группам величин температурных сдвигов в ответ на локальное охлаждение выявило увеличение температуры кожи во всех исследуемых областях тела, как у мальчиков, так и у девочек всех возрастных групп (Табл. 2). Подобную реакцию подъема температуры кожи на груди и спине после острого регионального холодового воздействия наблюдали и другие исследователи при выполнении исследования на взрослых здоровых мужчинах [1].

Так, в области **шеи** от 13–14 лет к 14–15 годам у детей обоего пола интенсивность температурной реакции кожи увеличивается, а к 15–16 годам наблюдается ее снижение. Сходный характер возрастной динамики теплопродукции в ответ на холодовое воздействие обнаруживается и в области **груди**. В области **спины** от 13-ти к 16-ти годам отмечается снижение теплопродукции в группе мальчиков, а возрастные изменения термоактивности в группе девочек имеют характер аналогичный динамике в области шеи и груди. В области **плеча** в период от 13 до 16 лет у мальчиков температурная реакция кожи уменьшается, а у девочек, напротив, увеличивается. Судя по площади температурных сдвигов, максимальный уровень температурной реакции кожи наблюдается в области **шеи** в средней возрастной группе. Сопоставление величин температурных сдвигов группы мальчиков с группой девочек выявило следующее: в возрасте 13–14 лет у мальчиков теплопродукция в области шеи и спины существенно выше, чем у девочек; в возрасте 15–16 лет температурная реакция в области шеи, спины и плеча у девочек больше, чем у мальчиков.

Таблица 2

Реакция температуры кожи (площади температурных сдвигов под кривой средние по группам) на перемежающееся действие локальных охлаждений и физической нагрузки у мальчиков и девочек 13–16 лет





 Площадь мальчики

 Площадь девочки

Примечания.

1. S по оси ординат – площадь температурных сдвигов: Тх мин.

2. Возраст по оси абсцисс: 1 – 13-14 лет; 2 – 14-15 лет; 3 – 15-16 лет.

Действие физической нагрузки также выявляет ряд возрастно-половых особенностей термовегетативной функции кожи. Работа на велоэргометре вызывает максимальные сдвиги площади температурной реакции кожи в группе 14–15-летних подростков: у девочек – на **всех** изучаемых участках тела, а у мальчиков – в области **шеи, спины и плеча**. В области **груди** у мальчиков наибольшая интенсивность теплообразования отмечается в младшей возрастной группе. Кроме того, от средней к старшей возрастной группе наблюдается уменьшение величины площади температурных сдвигов у мальчиков в области шеи, спины и плеча, а у девочек – на всех исследуемых участках тела. По мнению ряда авторов между физической активностью и усилением метаболизма существует очевидная взаимосвязь: физическая активность, как правило, приводит к повышению температуры тела, при этом индивидуальный уровень физической подготовки может влиять на тепловой профиль [7; 11; 12].

После проведения повторного охлаждения складывается следующая картина: у подростков-мальчиков в период от 13 до 16 лет наблюдается постепенное снижение уровня теплопродукции в области шеи, груди и плеча. У подростков-девочек сходная динамика прослеживается в области шеи и плеча.

Таким образом, действие локального охлаждения и стандартной физической нагрузки выявляют рост интенсивности термовегетативной функции кожи у большей части девочек-спортсменок в возрастной период от 13–14-ти до 14–15-ти лет в области шеи, груди, спины и плеча. При этом обращает внимание большой разброс в индивидуальных величинах площади температурных сдвигов испытываемых на разных участках поверхности тела.

Уменьшение площади температурных сдвигов в возрастной промежуток от 14–15 до 15–16 лет в ответ на данные функциональные воздействия, возможно, обусловлено достижением спортсменками уровня половозрелости, присущего взрослому организму (V-ой стадии полового созревания), и как следствие – изменению гормонального статуса их организма. Известно, что половые гормоны, влияют как на работу вегетативной нервной системы, так и на такие структуры мозга, как гипофиз и гипоталамус, в супрахиазматических ядрах которого локализован центр терморегуляции, то есть оказывают существенное влияние на тепловой баланс организма. Можно предположить, что уменьшение диапазона реакции энергетической функции к 15–16 годам, способствующего более экономичному характеру работы организма в целом, связано с возрастными особенностями подростков.

Итак, установлено, что применение локальных охлаждений и стандартной физической нагрузки вызывает существенные изменения температурной реакции кожи у подростков обоего пола в области шеи, груди, плеча и спины. Полученные данные свидетельствуют о том, что у подростков 13–15 лет в подавляющем большинстве случаев при действии первого локального охлаждения и физической нагрузки температурные сдвиги в области шеи, груди и спины больше, чем в области плеча. На основании проведения тепловизионных съемок, рядом авторов высказано предположение о наличии в области шеи, груди и спины активной подкожной термогенной структуры – бурой жировой ткани [1; 4; 7; 12,].

Исследования показали, что работа бурой жировой ткани может иметь отношение к нормализации состояния внутренней среды после таких функциональных

воздействий, как локальное охлаждение и физическая нагрузка [11; 15]. При этом не следует забывать о влиянии на теплопродукцию таких факторов, как работа сердца в области груди, локальный кровоток и метаболическая активность находящихся непосредственно под кожей скелетных мышц. Так в работе С.А. Борисевича [2], было показано, что у пловцов показатели микроциркуляции кожи выше, чем в других группах спортсменов и это может сказываться на уровне теплопродукции.

Сравнение половозрастных групп между собой показало, что 13–14-летнем возрасте перемежающееся действие холода и физической нагрузки выявляет более высокий уровень теплопродукции в области шеи у мальчиков по сравнению с девочками. Если рассматривать действие функциональных проб по отдельности, то повышенный уровень теплообразования у спортсменов по отношению к спортсменкам наблюдается после работы на велоэргометре в младшей и старшей возрастных группах во всех изучаемых областях, а после повторного охлаждения – в области шеи, груди и плеча в возрастном диапазоне 13–16 лет. В целом по выборке складывается следующая картина: в 61,1 % случаев уровень активности энергетической функции у мальчиков выше, чем у девочек; в 22,2 % случаев ответная реакция на функциональные воздействия у подростков обоего пола характеризуется примерно одинаковым уровнем теплообразования, а 16,7 % случаев – у девочек больше, чем у мальчиков.

Одним из факторов, обуславливающих разный объем теплопродукции у мальчиков и девочек, может быть то, что у женщин исходно выше запас бурой жировой ткани, а также способность белой жировой ткани трансформироваться в бурую. Данный эффект в определенной степени обусловлен влиянием эстрогенов [13; 16].

В задачи нашего исследования также входило выяснение вопроса о влиянии действия физической нагрузки на ответную реакцию термовегетативной функции кожи на локальное воздействие холода.

Для этого был проведен анализ индивидуальных кривых (с учетом направленности температурных сдвигов), характеризующих кожную температурную реакцию в ответ на локальное воздействие холода до и после физической нагрузки. В качестве примера приводится таблица 3. Аналогичная таблица приводится и в нашей предыдущей работе [9]. В области **шеи** изменение направленности температурной реакции кожи на локальное охлаждение после работы на велоэргометре среди подростков младшей возрастной группы выявлено только в группе девочек в одном случае из 9-ти (11,2 %). В средней возрастной группе – у 40,0 % мальчиков и 41,7 % девочек, а в старшей – у 38,5 % мальчиков и 60,0 % девочек;

В области **груди** – у 22,2 % мальчиков и 30,0 % девочек младшей возрастной группы, у 30,0 % мальчиков и 33,3 % девочек средней и 15,4 % мальчиков и 60,0 % девочек старшей возрастных групп;

В области **спины** – у школьников 13-14 лет в 22,2 % случаев у мальчиков и в 20,0 % случаев среди девочек. 22,2 % случаев, как у мальчиков, так и у девочек 14–15-летнего возраста, а у подростков 15–16-летнего возраста имеет место у 38,5 % мальчиков и 50,0 % девочек;

В области **плеча** изменение направленности реакции обнаружено у 10,0 % мальчиков и 33,3 % девочек младшей группы; в средней возрастной группе вообще не выявлено, а в старшей имеет место у 38,5 % мальчиков и 60,0 % девочек.

Таблица 3

*Градиент локальных температурных изменений в ответ на функциональное воздействие» в градусах Цельсия в области **шеи** мальчиков-спортсменов 13–14, 14–15 и 15–16 лет на различные функциональные воздействия. Стрелки (↑↓) обозначают направленность температурных изменений по отношению к исходному уровню*

Инициалы	1-ая холодовая проба			Проба с физ.нагрузкой			2-ая холодовая проба		
	13–14 лет	14–15 лет	15–16 лет	13–14 лет	14–15 лет	15–16 лет	13–14 лет	14–15 лет	15–16 лет
1.ДД.	↑0,73	↑0,39	↑0,14	↑1,46	↑1,3	↑0,12	↑2,99	↑2,54	↓0,91
2.ЖМ.	↑0,51	↑1,12	↑0,23	↑1,13	↑2,43	↑0,74	↑2,0	↑3,04	↑0,51
3.ЗА.	↓0,13	↑1,1	–	↓0,6	↑0,5	–	↓2,0	↑0,46	–
4.ИЕ.	↑1,0	↑0,63	↓0,29	↑2,07	↑2,04	↑0,94	↑2,69	↓0,16	↓0,14
5.СД.	↑0,31	↓0,09	↑0,34	↑1,5	↑0,34	↑0,88	↑1,98	↑3,47	↑1,36
6.СИ.	↑0,66	↑0,6	↓0,08	↑1,76	↑0,52	↓0,33	↑2,4	↓1,86	↑0,29
7.АБ	↑0,48	–	–	↑1,15	–	–	↑0,81	–	–
8.ВГ	↑1,5	–	↑0,21	↑0,64	–	↑0,34	↑0,1	–	↑1,58
9.ЖЬ	↑0,85	–	↑0,55	↑1,33	–	↑1,95	↑0,68	–	↓1,05
10.ЗГ	↑0,36	–	↓0,1	↑1,1	–	↓0,48	↑3,64	–	↓0,81
11.ЧД	↑1,0	–	↑0,66	↑0,25	–	↑1,6	↑0,96	–	↑2,07
12.АВ	–	↑1,63	↑0,39	–	↑2,94	↑0,82	–	↑3,0	↑1,55
13.КИ	–	↑0,78	–	–	↑1,45	–	–	↓0,64	–
14.КА	–	↑0,23	–	–	↑0,55	–	–	↑0,45	–
15.СН	–	↑0,78	–	–	↑0,95	–	–	↑0,91	–
16.ПВ	–	–	↑0,23	–	–	↓0,61	–	–	↓0,02
17.ЛБ	–	–	↓0,7	–	–	↑1,05	–	–	↑1,63
18.ФА	–	–	↓0,69	–	–	↓1,73	–	–	↓3,4
М	↑0,66	↑0,73	↑0,07	↑1,07	↑1,3	↑0,41	↑1,48	↑1,12	↑0,2
Н	11	10	13	11	10	13	11	10	13

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что в целом по выборке действие стандартной физической нагрузки меняет направленность термоденной реакции кожи на повторное локальное воздействие холода у целого ряда девочек-спортсменок 13–16-летнего возраста, причем с возрастом их число увеличивается: в области шеи – с 11,2 до 60,0 %, груди и плеча – с 30,0 до 60,0 % и спины – от 20,0 до 50,0 %. В группе подростков-мальчиков этот феномен наблюдается у меньшего количества тестируемых и с возрастом значимое увеличение числа лиц с изменением направленности ответной реакции зафиксировано только в области шеи и спины.

ВЫВОДЫ

1. Выявлено наличие возрастной динамики термовегетативной функции кожи при локальном воздействии холода и кратковременной физической нагрузки у подростков мужского и женского пола в период с 13 до 16 лет.

2. Установлено, что действие стандартной физической нагрузки меняет направленность термогенной реакции кожи на повторное локальное холодное воздействие у целого ряда подростково-спортсменов обоего пола, причем с возрастом их число увеличивается. В группе девочек это явление имеет место в области шеи, груди, спины и плеча, а у мальчиков – в области шеи и спины.

3. Изучение уровня кожной теплопродукции под влиянием перемежающегося воздействия холода и физической нагрузки выявило следующую картину: в 61,1 % случаев уровень активности энергетической функции у мальчиков выше, чем у девочек; в 22,2 % случаев ответная реакция на функциональные воздействия у подростков обоего пола характеризуется примерно одинаковым уровнем теплообразования, а 16,7 % случаев – у девочек больше, чем у мальчиков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Е.Б., Андреев Р.С., Каленов Ю.Н., Кирдин А.А., Сонькин В.Д., Тоневский А.Г. Температурный портрет человека и его связь с аэробной производимостью и уровнем лактата в крови // Физиология человека. – 2010. – Т. 36. № 4. – С. 89-101.

2. Борисевич С.А. Микроциркуляция у спортсменов и ее топографические особенности // Научно-теоретический журнал «Теория и практика физической культуры». – 2012. – №2. – С. 64–66.

3. Васильева Р.М., Сонькин В.Д., Орлова Н.И., Колесов А.Д. Изменение центральной гемодинамики и термовегетативной реактивности кожи при стандартной физической нагрузке у девочек 13–14 и 14–15 лет, занимающихся спортивным плаванием // Новые исследования. – 2018. – № 3–4 (56). – С. 85-95.

4. Воловик М.Г. Динамическое инфракрасное картирование терморегуляторных процессов в биологических тканях: автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Пушино, 2016. – 42 с.

5. Ловыгина О.Н. Влияние локального термического воздействия и дозированной физической нагрузки на вегетативные функции у лиц с разным уровнем тренированности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Челябинск, 2005. – 20 с.

6. Егоров С.Г. Терморегуляторные реакции у детей под воздействием экологических факторов внешней среды и физической нагрузки: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Кировск, 2005. – 28 с.

7. Козлов А.В., Сонькин В.Д., Якушкин А.В. Метод исследования активности подкожных термогенных структур при действии стимулов разной модальности // Физиология человека. – 2017. – Т. 43, № 6. – С. 124-134.

8. Корниенко И.А., Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Возрастное развитие энергетика мышечной деятельности // Физиология человека. – 2007. – Т. 33, № 6. – С.94–99.

9. Орлова Н.И., Васильева Р.М., Колесов А.Д., Пронина Т.С., Сонькин В.Д. Особенности терморегуляционной функции кожи в ответ на локальные холодные воздействия и физическую нагрузку у девочек–спортсменок 13–16-летнего возраста // Новые исследования. – 2019. – № 2 (58). – С. 71-78.

10. Пронина Т.С., Орлова Н.И., Рыбаков В.П. Циркадианный ритм температуры кожи у детей в период полового созревания // Физиология человека. – 2015. – Т. 41, № 2. – С. 74-84.

11. Сонькин В.Д., Кирдин А.А., Андреев Р.С., Акимов Е.Б. Гомеостатический несократительный термогенез у человека: факты и гипотезы // Физиология человека. – 2010. – Т.36, №5. – С. 121-139.

12. Сонькин В.Д. Энергетика детского организма: качественная и количественная специфика // Физиология человека. – 2014. – Т.40, № 5. – С. 103-114.

13. Супаева О.Н., Белемец Н.И. Половые особенности регуляции жировой ткани // Физиология человека. – 2017. – Т.43, № 6. – С. 11-20.

14. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа: Учебник. Часть 1. – 10-е изд. стер. – СПб.: Лань, 2015. – 448 с.

15. Шуриберко А.В. Влияние дозированной физической нагрузки на активацию бурой жировой ткани крыс при стрессе. // Сборник материалов Международной конф. молодых ученых «Молодежь в науке» 22–25 ноября 2016г. – Минск, 2017. – С. 262–264.

16. Cannon B., Nedergaard J. Brown Adipose Tissue: Function and Physiological Significance // *Physiol.Rev.* 2004. – V. 84. – P. 277-359.

REFERENCES

1. Akimov E.B., Andreev R.S., Kalenov YU.N., Kirдин A.A, Son'kin V.D., Tonevickij A.G. Temperaturnyj portret cheloveka i ego svyaz' s aehrobnnoj proizvoditel'nost'yu i urovнем laktata v krovі // *Fiziologiya cheloveka.* – 2010. – T. 36, № 4. – S. 89-101.

2. Borisievich S.A. Mikrocirkulyatsia u sportsmenov i yeyo topograficheskiye osobennosti // *Nauchno-teoreticheskiy zhournal «Teoriya I praktika fizicheskoy koul'toury.* – 2012. – №2. – S. 64-66.

3. Vasil'eva R.M., Son'kin V.D., Orlova N.I., Kolesov A.D. Individual'nye osobennosti reakcii central'noj gemodinamiki i termovegetativnoj reaktivnosti kozhi u devochek-sportsmenok 13-14 let pri standartnoj fizicheskoy nagruzke // *Novye issledovaniya.* – 2018. – № 2 (55). – S. 64-79.

4. Volovik M.G. Dinamicheskoye infrakrasnoye kartirovaniye termoregulyatornykh protsessov v biologicheskikh tkan'akh: avtoref. diss. doktora biologicheskikh nauk: 03.03.01. – Pushchino, 2016. – 42 s.

5. Lovygina O.N. Vliyaniye lokal'nogo termicheskogo vozdeystviya I dozirovanoy fizicheskoy nagrouzki na vegetativnyye founkcii u lits s raznym ourovнем trenirovannosti: avroref. diss.. ... kand. boil. nauk. – Cheliabinsk, 2005. – 20 p.

6. Yegorov S.G. Termoregulyatornyye reaktсии u dietey pod vozdeystviyem ekologicheskikh faktorov vnieshney sriedy I fizicheskoy nagrouzki: : avroref. diss.. ... kand. boil. nauk. Kirovsk, 2005. – 28 p.

7. Kozlov A.V., Son'kin V.D., Yakoushkin A.V. Metod issledovaniya aktivnosti podkozhnykh termogennykh stroukour pri dieystvii stimoulov raznoy modalnosti // Fiziologiya cheloveka. – 2017. – T. 43, № 6. – S. 124-134.
8. Korniyenko I.A., Son'kin V.D., Tambovtseva R.V. Vozrastnoye razvitiye energietiki myshechnoy deyatel'nosti // Fiziologiya cheloveka. – 2007. – T. 33, № 6. – S. 94–99.
9. Orlova N.I., Vasilyeva R.M., Kolesov A.D., Pronina T.S., Son'kin V.D. Osobiennosti termoregulatornoy funktsii kozhi v otvet na lokal'nyye holodovyie vozdeystviya I fizichekouyu nagrouzku u dievochek-sportsmienok 13-16-letnego vozrasta // Novyye issledovaniya. – 2019. – № 2 (58). – S. 71–78.
10. Pronina T.S., Orlova N.I., Rybakov V.P. Tsirkadinnyy ritm temperatury kozhi u detey v period polovogo sozrevaniya // Fiziologiya cheloveka. – 2015. – T. 41, № 2. – S. 74-84.
11. Son'kin V.D., Kirdin A.A., Andreev R.S., Akimov E.B. Gomeostaticheskiy nesokratitel'nyy termogenez u cheloveka: fakty i gipotezy // Fiziologiya cheloveka. – 2010. – T.36, №5. – S. 121-139.
12. Son'kin V.D. Energetika detskogo organizma: kachestvennaya i kolichestvennaya specifika // Fiziologiya cheloveka. – 2014. – T.40, № 5. – S. 103-114.
13. Supayeva O.N., Belemets N.I. Polovyye osobiennosti rieguliatsii reguliatsii zhirovoy tkani // Fiziologiya cheloveka. – 2017. – T.43, № 6. – S. 11-20.
14. Fiktengolts G.M. Osnovy` matematicheskogo analiza: Uchebnik. Chast` 1. – 10-e izd. ster. – SPb.: Lan`, 2015. – 448 s.
15. Shuriberko A.V. Vliyaniye dozirovannoy fizicheskoy nagrouzki na akivatsiyu bouroy zhirovoy tkani krys pri stressie. // Sbornik materialov Mezhdounarodnoy konf. molodykh uchionykh «Molodiozh v nauke» 22–25 noyabtia 2016 g. – Minsk, 2017. – S. 262–264.

ДИНАМИКА ХРОНИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

С. Н. Блинков*, В.С. Маркарян**, С. П. Левушкин¹***

*Самарский государственный аграрный университет, Самара

** Российский государственный университет

физической культуры, спорта молодежи и туризма, Москва

***ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

В статье изложена динамика хронической заболеваемости и физкультурных групп обучающихся аграрного вуза в течение 5 лет. Анализ хронической заболеваемости показал, что первое ранговое место, как у юношей, так и у девушек занимают сердечно-сосудистые заболевания. У девушек на втором месте заболевания желудочно-кишечного тракта, а у юношей – опорно-двигательного аппарата. Третье ранговое место в обеих возрастно-половых группах занимают заболевания органов зрения. У девушек отклонения в состоянии опорно-двигательного аппарата занимают только четвертое ранговое место, в отличие от юношей, что объясняется на наш взгляд большим количеством травм среди юношей в период школьного обучения. На четвертом месте у обучающихся мужского пола находятся заболевания мочеполовой системы. Большой разброс показателей хронической заболеваемости по годам в течение 5 лет свидетельствует о недостаточно высоком уровне диагностики в период диспансеризации, на это же указывает и большая разница численности обучающихся в физкультурных группах по годам.

Ключевые слова: обучающиеся, хроническая заболеваемость, физкультурные группы, диспансеризация.

Dynamics of chronic morbidity in students studying at university. The article describes the dynamics of chronic morbidity and physical fitness groups in students studying at agricultural university for 5 years. The analysis of chronic morbidity showed that cardiovascular diseases are the most common both in boys and girls. In girls, the second most common diseases are those of the gastrointestinal tract, whereas in boys – of the musculoskeletal system. The third place in both age and gender groups is taken by visual problems. In girls, the musculoskeletal deviations are in the fourth place, in contrast to boys, which may be explained in our opinion by a large number of injuries among young men during school studies. In the fourth place, male students have diseases of the genitourinary system. Such differences in annual indicators of chronic morbidity within 5 years tells that the level of medical diagnostics is not high enough, which is also indicated by a large difference in the number of students in physical fitness groups from year to year.

Key words: students, chronic morbidity, physical fitness groups, medical examination.

DOI:10.46742/2072-8840-2020-62-2-74-80

Контакты: ¹ Левушкин С.П. – E-mail: <levushkinsp@mail.ru>

Показатель хронической заболеваемости учащейся молодежи является одним из основных в оценке состояния здоровья и физического состояния как школьников, так и обучающихся высших учебных заведений. На показатели хронической заболеваемости обучающихся влияют как наследственные факторы, так и школьные факторы риска, образ жизни, экологические факторы, организация питания, травмы, уровень медицинского обслуживания и некоторые другие причины.

По данным статистики по окончании общеобразовательной школы практически нет здоровых выпускников, большинство из них имеет сразу несколько хронических заболеваний. Выпускники общеобразовательных школ, имеющие отклонения в состоянии здоровья и занимающиеся по программе специальной медицинской группы (СМГ) или освобожденные от практических занятий пополняют ряды студентов СМГ и освобожденных от практических занятий по дисциплинам «Физическая культура и спорт» и «Элективные курсы по физической культуре». К тому же во время диспансеризации первокурсников количество таких обучающихся только увеличивается. По нашим данным до 30 % студентов аграрного вуза имеют освобождения контрольно-экспертных комиссий от практических занятий физической культурой, либо им рекомендовано заниматься в СМГ [1-3]. Такие студенты как правило привлекаются только к выполнению теоретической части дисциплин, тогда как рабочей программой предусмотрено выполнение практической части и сдача контрольных нормативов для СМГ, однако в связи с отсутствием в отдельных вузах СМГ сужается возможность качественного проведения занятий с обучающимися, имеющими ограничения в состоянии здоровья. Уровень диагностики в период диспансеризации в условиях высшего учебного заведения имеет большое значение, так как от этого зависит то, к какой физкультурной группе будет отнесен обучающийся и, каким образом высшее учебное заведение будет влиять на сохранение и укрепление его здоровья.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нами были изучены результаты отчетов врачебных комиссий о диспансеризации первокурсников Самарского аграрного вуза в период с 2014 года по 2018 год. Всего диспансеризацией было охвачено 1224 обучающихся в том числе 694 девушки и 530 юношей.

В период диспансеризации применялись методы исследования физического развития (длина и масса тела), методы исследования состояния сердечно-сосудистой системы (измерение артериального давления, частоты сердечных сокращений, электрокардиография), анамнез, исследование биохимического состава крови.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты диспансеризации студентов Самарской ГСХА в период с 2014 года по 2018 год показал (рис. 1-2), что на первом месте по хронической заболеваемости стабильно были заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС). Так, девушек, имеющих отклонения в ССС в 2016 году было наибольшее количество – 37,04 %, у юношей хотя этот показатель ниже – 26,77 %, однако он также занима-

ет первое ранговое место. Наименьший показатель отклонений в ССС, как у девушек, так и у юношей нами выявлен в 2014 году и составил соответственно – 4,41 % и 2,77 %, что, скорее всего указывает на плохую диагностику, а не на то, что по данному виду хронической заболеваемости обучающиеся стали более здоровы. На это указывает и тот факт, что среди школьников с 1 по 11 класс минимальный уровень ССС заболеваний был зарегистрирован на уровне 6,8 %.

Второе ранговое место по хронической заболеваемости у девушек занимают заболевания желудочно-кишечного тракта, средний показатель за 5 лет – 7,8 %. Наибольшее количество девушек с данным диагнозом было выявлено также в 2016 году и составило 20,77 %. Третье и четвертое ранговое место у них занимают заболевания органов зрения и опорно-двигательного аппарата – в среднем по 7,5 % соответственно (рис. 1).

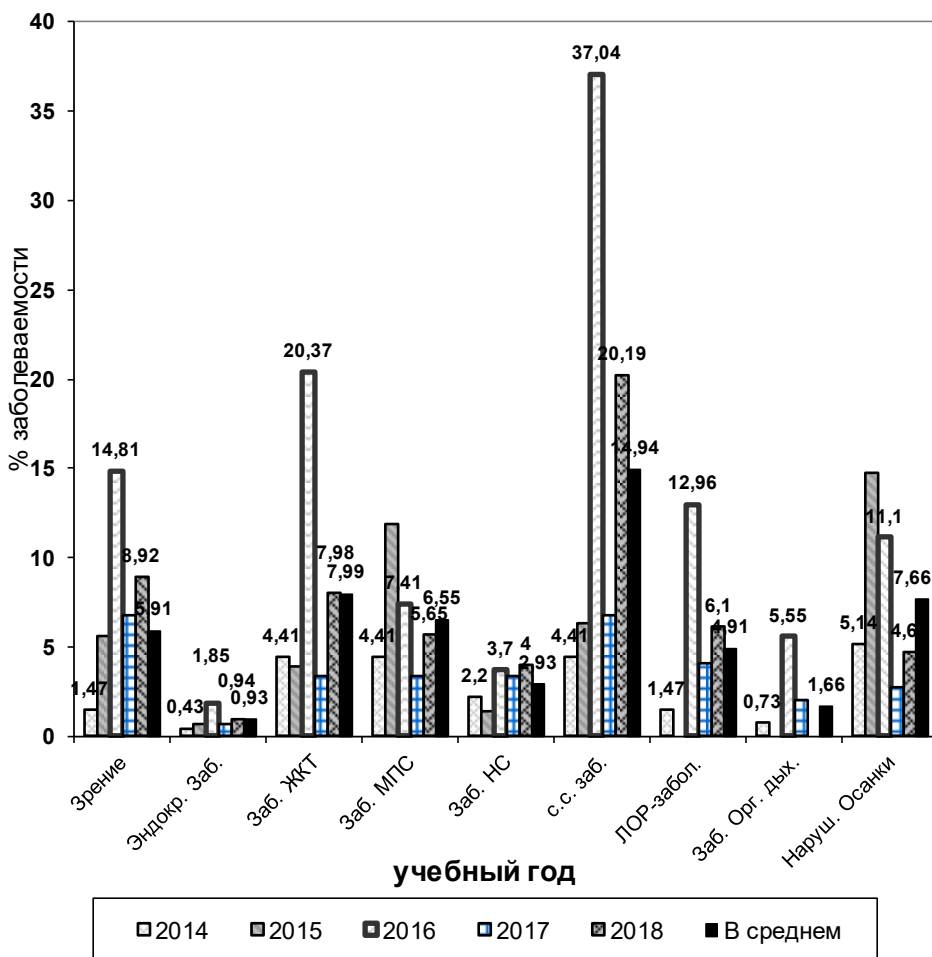


Рис. 1. Динамика хронической заболеваемости студенток первого курса СГСХА за 5 лет в период с 2014 по 2018 год по результатам диспансеризации.

Если рассматривать заболеваемость хроническими заболеваниями у юношей, то наши изыскания показали, что второе ранговое место у юношей занимают заболевания опорно-двигательного аппарата (ОДА). Наибольшее количество заболеваний ОДА у юношей мы выявили в 2016 году – 15,55 %. В предыдущие и в последующие два года отклонения в ОДА у юношей было почти в три раза меньше, что на наш взгляд говорит о недостаточно тщательной диагностике данного вида патологий, так как разброс показателей очень велик. Третье ранговое место у юношей занимают заболевания органов зрения, где средний показатель за 5 лет составил – 4,2 %, а наибольшее число патологий органов зрения было выявлено медиками в 2016 году и составило 8,8 %, что опять же указывает на недостаточно высокий уровень диагностики выявления нарушений со стороны органов зрения. И, наконец, третье ранговое место у юношей, в отличие от девушек занимают отклонения со стороны моче-половой системы, где средний показатель за 5 лет составил 3,2 %, а наибольший показатель – 8,88 % был выявлен в период диспансеризации в 2016 году. Разброс показателей отклонений в данном виде заболеваний составил более чем в 4 раза, что опять же указывает на низкий уровень диагностики в два предыдущих и два последующих года (рис. 2).

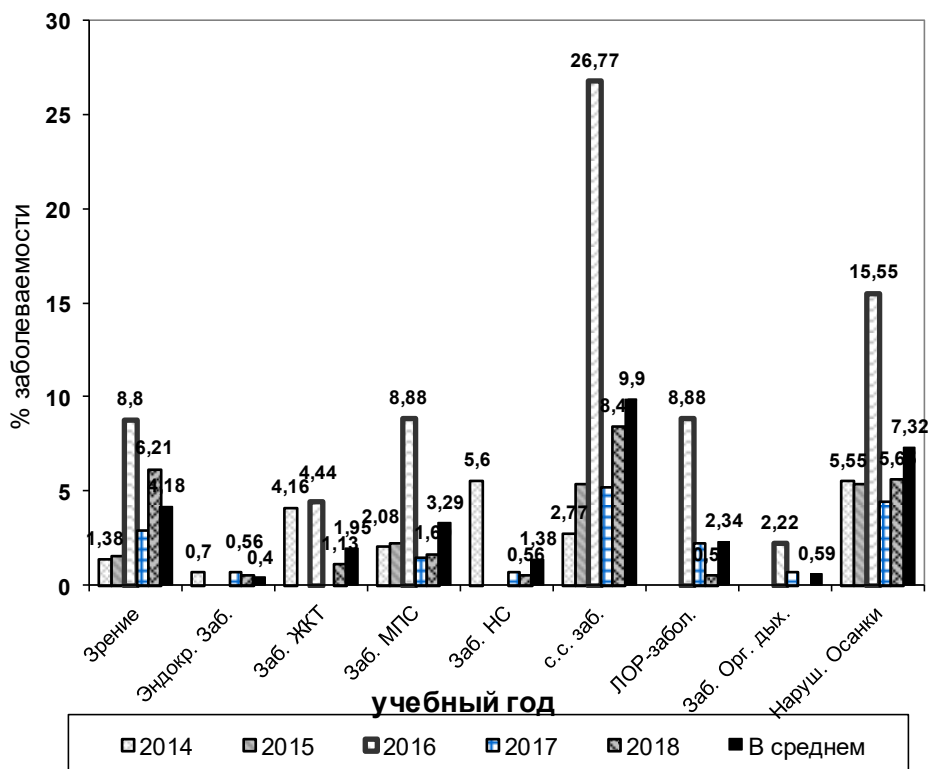


Рис. 2. Динамика хронической заболеваемости студентов мужского пола первого курса СГСХА за 5 лет с 2014 по 2018 год по результатам диспансеризации.

Если делать анализ по всему спектру хронических заболеваний, то можно прийти к выводу о том, что диспансеризация в основном проходит поверхностно, без тщательной диагностики, мало применяется приборов и оборудования для выявления хронических заболеваний.

Большой разброс в показателях хронической заболеваемости в течение пяти лет, выявление той или иной патологии в отдельные периоды и почти отсутствие таковой в другой период диспансеризации возможно указывает на более высокую компетентность врачей в том или ином виде заболеваний. Например, обучающихся с предожирением и ожирением должно быть выявлено при диспансеризации немало, так как Самарская область входит в число семи регионов с самым высоким уровнем выявленных больных ожирением. Вместе с тем, в 2016 году девушек больных с ожирением выявлено не было. Наибольшее количество с диагнозом ожирение среди девушек было выявлено в 2014 году – 5,14 %, у юношей наибольшее количество больных с данным диагнозом было выявлено в 2015 году – 6,15 %. Наименьшее количество обучающихся мужского пола с данным видом патологии нами выявлено в 2017 году – 0,74 %.

Если рассматривать итоги диспансеризации по физкультурным группам за 5 лет, то можно прийти к выводу, что наибольшее количество обучающихся основной физкультурной группы (ОФГ) среди девушек было в 2017 году – 80,4 %, а наименьшее количество девушек ОФГ по данным диспансеризации было в 2018 году и этот показатель составил 61,0 % (рис. 3).

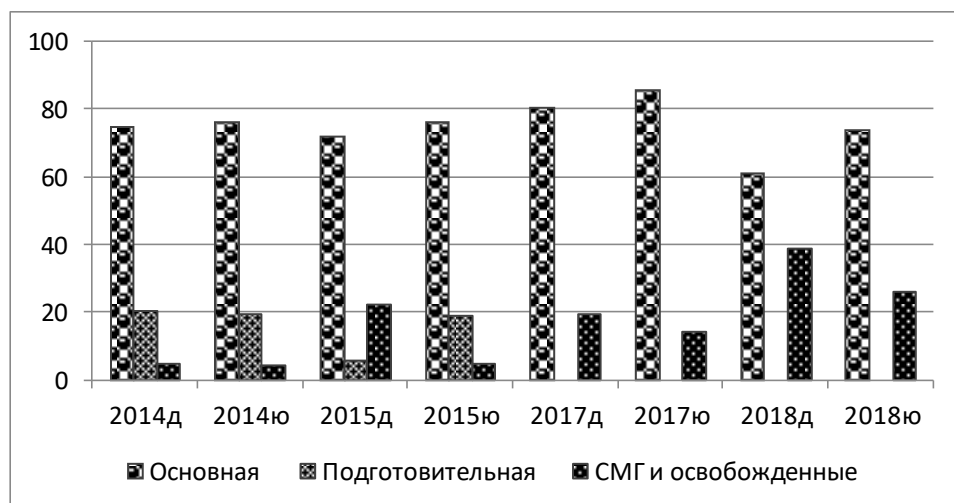


Рис. 3. Динамика физкультурных групп первокурсников Самарской ГСХА по результатам диспансеризации за 5 лет в период с 2014 по 2018 год.

Среди обучающихся мужского пола наибольшее количество основной физкультурной группы, по данным обследований врачей было в 2017 году – 85,82 %, а наименьший показатель – 76,0 % был выявлен в 2014 году.

По итогам диспансеризации среди девушек наибольшее количество было отнесено в подготовительную и специальную медицинские группы в 2018 году – 39,0 %, а наименьший показатель был по этим группам в 2017 году – 19,59 %.

Среди юношей наибольшее количество СМГ и ОФГ было выявлено в 2018 году – 26,0 %, а наименьшее количество отнесено к СМГ и ОФГ в 2017 году – 14,18 %.

Следует отметить, что не прослеживается четкой динамики увеличения или уменьшения количества обучающихся той или иной физкультурной группы от года к году. Судя по результатам разделения обучающихся на физкультурные группы этот процесс происходит волнообразно.

Вместе с тем, в 2016 году разделение обучающихся на физкультурные группы по итогам диспансеризации медицинскими работниками не проводилось.

В целом, если судить по разделению на физкультурные группы, то можно сделать вывод о том, что юноши более здоровы. Так, в период с 2014 по 2018 год обучающихся мужского пола, отнесенных к основной физкультурной группе всегда было больше.

Наши наблюдения показали, что обучающиеся, отнесенные по состоянию здоровья к СМГ с меньшим желанием посещают практические занятия по физической культуре, среди них больше тех, кто пропускает занятия по сравнению с ОФГ, несмотря на то, что систематические занятия физическими упражнениями им крайне необходимы. Отчасти это связано с отсутствием самих СМГ в вузе и, студенты с ослабленным здоровьем и более низким уровнем физической подготовленности «комплексуют» перед своими сверстниками из ОФГ. У обучающихся с ослабленным здоровьем уже со школьных лет формируется привычка «беречь» себя от различного рода физических нагрузок, тем самым усугубляя свое физическое состояние, создавая условия для роста индекса массы тела и уменьшения активной клеточной массы.

ВЫВОДЫ

1. Диспансеризация обучающихся проводится в большей степени формально, мало применяется инструментальных методов исследования для диагностики отдельных компонентов состояния здоровья обучающихся. Об этом свидетельствует то резкий всплеск какого-то вида хронической патологии, то почти ее отсутствие в зависимости от года диспансеризации. Сам процесс диспансеризации проходит в конце первого месяца обучения, а результаты диспансеризации готовы только к середине второго месяца обучения, что затрудняет учебный процесс по дисциплине в связи с неопределенностью отнесения обучающихся к той или иной физкультурной группе и тормозит сдачу студентами контрольных нормативов по ОФП и Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса ГТО.

2. В динамике хронической заболеваемости обучающихся и в количестве студентов в тех или иных физкультурных группах в период наблюдения нет четкой динамики, этот процесс идет волнообразно. Если судить по количеству обучающихся, имеющих хронические заболевания и относящихся к ОФГ, то студенты мужского пола имеют более высокий уровень физического здоровья.

3. Преподавателям дисциплины «физическая культура и спорт» перед началом тестирования физической подготовленности следует применить экспресс-методику Г.Л. Апанасенко по исследованию физического здоровья студентов, ориентироваться на индекс массы тела обучающихся при планировании физических нагрузок и внимательно относиться к обучающимся с избытком массы тела, отнесенным к ОФГ.

4. В Самарском ГАУ на базе спортивного комплекса следует восстановить единицу медицинского работника с целью более тщательного мониторинга за состоянием здоровья обучающихся во взаимодействии с преподавателями дисциплин «Физическая культура и спорт» и «Элективные курсы по физической культуре».

5. В связи с тенденцией к увеличению обучающихся, освобожденных от физических нагрузок и отнесенных по состоянию здоровья к СМГ, негативному отношению самих обучающихся с ослабленным здоровьем к активным занятиям физическими упражнениями, требуется разработка новых подходов в организации занятий по дисциплинам физкультурно-оздоровительного профиля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинков, С.Н. Оптимизация физического состояния школьников 12-14 лет на основе влияния мышечных нагрузок различной направленности: монография / С.Н. Блинков, С.П. Левушкин. – Ульяновск: ИПК ПРО, 2000. – 124 с.

2. Блинков, С.Н. Совершенствование физкультурно-оздоровительной работы в условиях сельской школы на основе учета индивидуально-типологических особенностей учащихся : монография / С.Н. Блинков, С.П. Левушкин; Самарская гос. сельхоз. акад. – Кинель, 2016. – 390 с.

3. Ким, Т.К. Оценка состояния здоровья студенческой молодежи на современном этапе // Перспективы развития современного студенческого спорта. Итоги выступлений российских спортсменов на Универсиаде – 2013 в Казани материалы Всероссийской научно-практической конференции. Редколлегия: Ф.Р. Зотова, Н.Х. Давлетова, М.Н. Савосина, Т.В. Заячук. – 2013. – С. 119-121.

REFERECES

1. Blinkov, S.N. Optimizaciya fizicheskogo sostoyaniya shkol`nikov 12-14 let na osnove vliyaniya my`shechny`x nagruzok razlichnoj napravlennosti: monografiya / S.N. Blinkov, S.P. Levushkin. – Ul`yanovsk: IPK PRO, 2000. – 124 s.

2. Blinkov, S.N. Sovershenstvovanie fizkul`turno-ozdorovitel`noj raboty` v usloviyax sel`skoj shkoly` na osnove ucheta individual`no-tipologicheskix osobennostej uchashhixsya : monografiya / S.N. Blinkov, S.P. Levushkin; Samarskaya gos. sel`hoz. akad. – Kinel`, 2016. – 390 s.

3. Kim, T.K. Ocenka sostoyaniya zdorov`ya studencheskoj molodezhi na sovremennom e`tape // Perspektivy` razvitiya sovremennogo studencheskogo sporta. Itogi vy`stuplenij rossijskix sportsmenov na Universiade – 2013 v Kazani materialy` Vse-rossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Redkollegiya: F.R. Zotova, N.X. Davletova, M.N. Savosina, T.V. Zayachuk. – 2013. – S. 119-121.

ПЕРЕГРУЗКИ ОТ ОБЪЕМА ДВИЖЕНИЙ В ХОРЕОГРАФИИ И СПОРТЕ (СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ) ЧАСТЬ II. ИМПИНДЖМЕНТЫ И НЕСТАБИЛЬНОСТЬ

О.С. Васильев¹*, И.А. Степаник**, С.П. Левушкин***, А.В. Рохлин*

*ФГБОУ ВО «Российский государственный университет
физической культуры, спорта, молодежи и туризма
Министерства спорта России», Москва,

**ФГБОУ ВПО «Академия Русского балета имени А.Я. Вагановой
Министерства культуры России», г. Санкт-Петербург

*** ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва

Виды двигательной активности, связанные с искусством движения (классический танец, художественная гимнастика, акробатика, фигурное катание на коньках, синхронное плавание и др.) предъявляют экстремальные требования к объёму движений в тазобедренном суставе. Возникает естественный вопрос, какими морфологическими данными должен располагать идеальный спортсмен или танцор, чтобы удовлетворить все возрастающим техническим требованиям?

Оказывается, сверхфизиологические морфологические данные никакого выигрыша в объеме движений не дадут. С выходом за границы физиологии все морфологические преимущества в объеме движения будут пропорционально ограничиваться импинджментами и нестабильностью. Феморо-ацетабулярные импинджменты (ФАИ), возникающие на экстремальных объемах движений в тазобедренных суставах с нормальной костной морфологией принципиально отличаются от классических типов ФАИ, возникающих на патологической морфологии.

Можно сказать, что представители видов двигательной активности, связанных с искусством движения, представляют маргинальную группу среди физиологической нормы. А сам спектр нормы требует своего более глубокого рассмотрения. Вместе с тем уже сейчас можно заключить, что отбор будущих спортсменов или артистов балета со сверхфизиологическими морфологическими данными смысла не имеет.

Ключевые слова: опорно-двигательный аппарат, объем движений, импинджмент, выворотность, балет, гимнастика.

Physical overload in choreography and sports (systematic analysis). Message II. Impingements and instability. Motor activities associated with the art of movement (classical dance, rhythmic gymnastics, acrobatics, figure skating, synchronized swimming, etc.) impose extreme demands on the range of motion (ROM) in the hip joint. The main question is, what kind of morphological characteristics an ideal athlete or dancer should have to meet constantly increasing technical demands?

It turned out that superphysiological morphological characteristics give no advantage in the range of motion. Extended physiological conditions also mean that all morphological benefits in ROM will be proportionally limited by impingement and instability. Femoro-acetabular impingement (FAI) developed while performing extreme

Контакты: ¹ Васильев О.С. – E-mail: <iaam@yandex.ru>

movements in hip joints with normal bone morphology are fundamentally different from the classical types of FAI developed due the pathological morphology.

It can be argued that representatives of the motor activity types associated with the art of movement belong to the marginal group among the others within the physiological norm. And the spectrum of the norm itself requires careful consideration. However, it could already be concluded that opting for future athletes or ballet dancers with superphysiological morphological proprieties is unnecessary.

Key words: *musculoskeletal system, range of motion, impingement syndrome, turnout, ballet, gymnastics.*

DOI:10.46742/2072-8840-2020-62-2-81-107

Виды двигательной активности, связанные с искусством движения (классический танец, художественная гимнастика, акробатика, фигурное катание на коньках, синхронное плавание и др.) предъявляют высокие требования к объёму движений (ROM) в тазобедренном суставе (ТС), которые включают в себя экстремальные комбинации флексии, экстензии, абдукции и внешней ротации.

Движения с высокими флексиями в тазобедренном суставе могут вызывать аномальный контакт между передней нижней подвздошной остью (АПС) и дистальным отделом шейки бедренной кости (Рисунок 1) [20]. Такое состояние называют *фемороацетабулярным импинджментом* (ФАИ). Спортсмены и танцоры, которые многократно выполняют движения предельной флексии и предельной внешней ротации бедра, подвергаются риску ФАИ [6]. Болевой синдром возникает при флексии, внутренней ротации и аддукции, что в конечном итоге может привести к повреждению хряща губы вертлужной впадины, боли и артрозу [13].

Цель аналитического исследования - проанализировать оптимальные морфологические данные, способствующие выполнению экстремального объема движений в тазобедренных суставах, а также ограничения в виде импинджментов и нестабильности, при этом возникающие.

Параграф 2.1. Внутрисуставные импинджменты

Фемороацетабулярный импинджмент, как правило, развивается на фоне наличия морфологических нарушений в бедренной кости или вертлужной впадине [17], а также при дисплазии ТС, эпифизеолизе головки бедренной кости и болезни Легга-Кальве-Пертеса [6].

При наличии импинджмента пациенты жалуются на болевой синдром в передней части паха и переднем отделе тазобедренного сустава. Боль может распространяться в сторону большого вертела или по внутренней стороне бедра. При осмотре пациенты часто демонстрируют положительный «grab» знак, когда большой палец руки указывает на бедро, а остальная часть ладони расположена к большому вертелу [13]. Боль может усиливаться при флексии и при длительном сидении, и хотя начало развития недуга часто бывает невыраженным, пациенты могут вспомнить конкретное травмирующее событие, которое устанавливает связь с проявившимися симптомами [13].

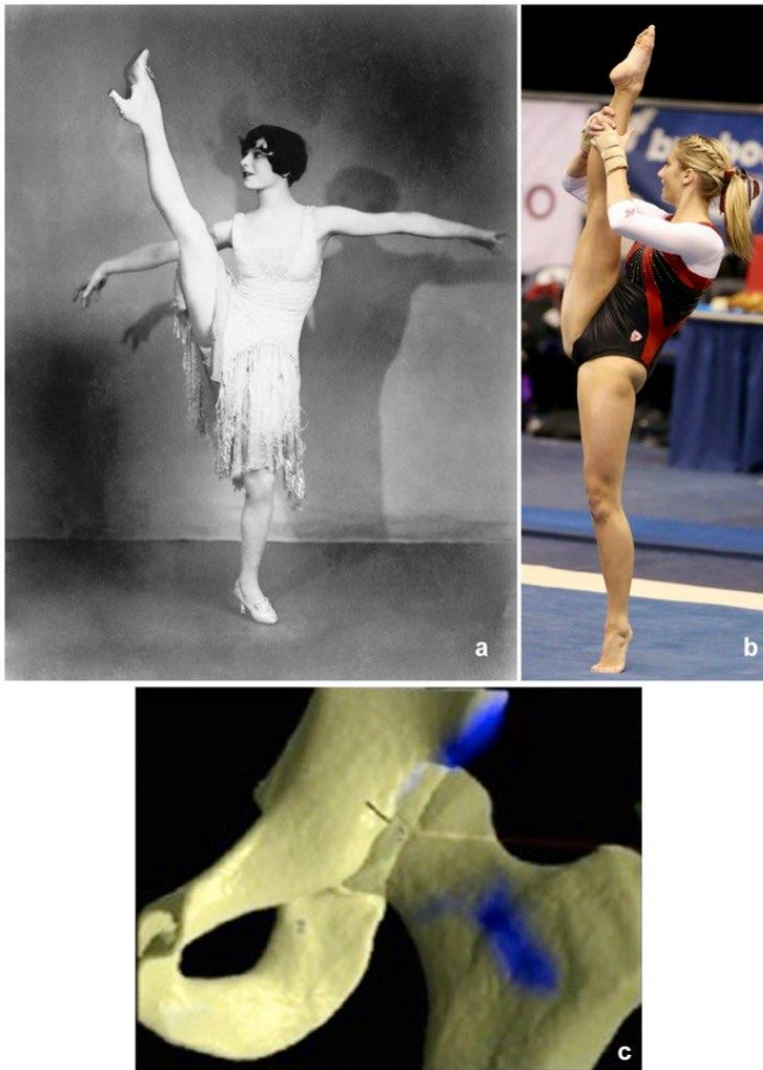


Рис. 1. (а) Grand battement jeté в балете, (б) «передний захват» в гимнастике, приводящий к импинджменту между передней нижней подвздошной остью (anterior-inferior iliac spine -AIIIS) и шейкой бедренной кости (с) 3-D компьютерная модель импинджмента при экстремальной флексии бедра [20].

По возникновению морфологических аномалий выделяют два основных типа фемороацетабулярных импинджмент-синдромов: бедренный Сам-тип и ацетабулярный Ринсер-тип. Хотя оба эти типа импинджмента могут протекать вместе (смешанный тип ФАИ).

Бедренный (Сам) тип фемороацетабулярного импинджмент-синдрома является результатом несферического контакта вертлужной впадины и переднелатер-

рального аспекта соединения головки с шейкой бедра в моменты флексии и/или внутренней ротации тазобедренных суставов [6; 13]. При флексии бедра происходит сдвиг ацетабулярного хряща, что в конечном итоге приводит к повреждению хряща и разрывам губы вертлужной впадины [13].

Этот тип ФАИ встречается при эпифизеолизе головки бедренной кости и болезни Легга-Кальве-Пертеса [6].

Морфология строения бедра, приводящая к Cam-типу фемороацетабулярного синдрома, количественно описывается углом-Альфа края талии шейки бедренной кости, который измеряется в двух плоскостях.

Передний угол Альфа (Рисунок 2а) измерялся в переднем положении на ко-со-аксиальных проекциях. Согласно исследованию Maues S. и соавторов, у профессиональных артистов балета обоих полов передний угол Альфа составляет $43,6^\circ \pm 8,1^\circ$; из них у 24 % артистов балета наблюдается угол Альфа $>50^\circ$, и у 9 % артистов балета наблюдается угол Альфа $>60^\circ$ по крайней мере в одном бедре [25]. Аномальные пороги для переднего угла Альфа варьируются от $> 50^\circ$ до $> 60^\circ$ [22].

Верхний угол Альфа (Рисунок 2b) измеряется в верхнем положении на среднекоронарных изображениях (Рисунок) По сообщению Maues S. и соавторов, у профессиональных артистов балета обоих полов верхний угол Альфа составляет $38,9^\circ \pm 6,9^\circ$; у 18 % артистов балета угол Альфа $>50^\circ$ по крайней мере в одном бедре и ни у кого не встречался угол Альфа $>60^\circ$ [25].

Нормы углов Альфа у профессиональных танцовщиц по результатам разных исследований приведены в Таблице 1.

Таблица 1

Нормы углов Альфа у профессиональных танцовщиц

Нормы угла Альфа (Mean \pm SD)	Литература
$33^\circ <$ передний Альфа $<48^\circ$, $(42,0 \pm 2,2^\circ)$	Nötzli HP, et al., 2002
передний Альфа $45,32^\circ \pm 4,13$	Charbonnier C, et al., 2011
верхний Альфа $45,14^\circ \pm 6,02$	Charbonnier C, et al., 2011
$30^\circ <$ передний Альфа $< 55^\circ$	Duthon VB, et al., 2013

Теоретически, *верхний угол Альфа* ограничивает абдукцию, а *передний угол Альфа* ограничивает внутреннюю ротацию. Чем ниже угол Альфа, тем легче произвести отведение и внутреннюю ротацию соответственно. Высокие углы Альфа могут привести к травмам.

У танцоров мужского пола наблюдается значительно более высокая распространенность бедренной (Cam) деформации по сравнению с женщинами. У мужчин по сравнению с женщинами наблюдается значительно больший угол Альфа на рентгенограмме костей таза в прямой проекции ($40,8 \pm 3,7^\circ$ в сравнении с $38,2 \pm 3,2$; $p = 0,012$) и в проекции Dunn 45 ($54,5 \pm 6,7^\circ$ в сравнении с $47,1 \pm 5,5$; $p = 0,001$) [14]. Однако частота встречаемости истинных Cam-импиджмента у артистов балета ниже популяционных норм [5]. Возможно, танцоры с низкими верхними углами Альфа естественным образом отбираются в профессиональный со-

став силу необходимости иметь больший объем движений в тазобедренном суставе.

Наиболее распространен следующий метод МРТ-измерения угла Альфа [29]: отмечается точка (А) на переходе шейки в головку, в которой расстояние от центра головки (hc) до кости превышает радиус субхондральной поверхности головки бедренной кости (r). Угол Альфа (α) измеряется между линиями, проведенным из центра головки (hc) в точку (А) и точку центра шейки (nc) (Рисунок 3).

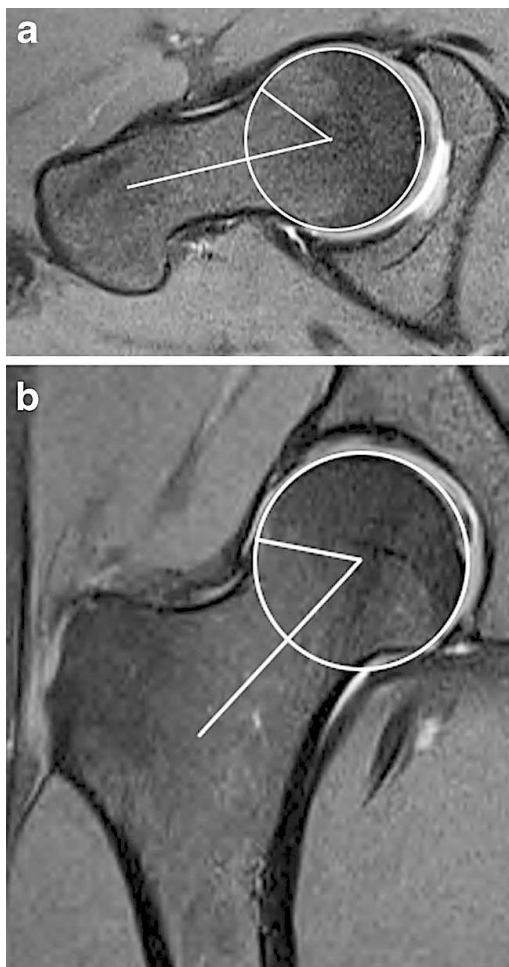


Рис. 2. а. косо-аксиальная МРТ-проекция, передний альфа-угол; б. коронарная проекция МРТ, верхний альфа-угол. Альфа-угол-это угол между линией вдоль центра шейки бедренной кости и линией, соединяющей центр головки бедренной кости с точкой, где шейка бедренной кости встречается с окружностью головки бедренной кости. Это место представляет собой соединение бедренной головки с шейкой. Цит. с адаптацией по [25].

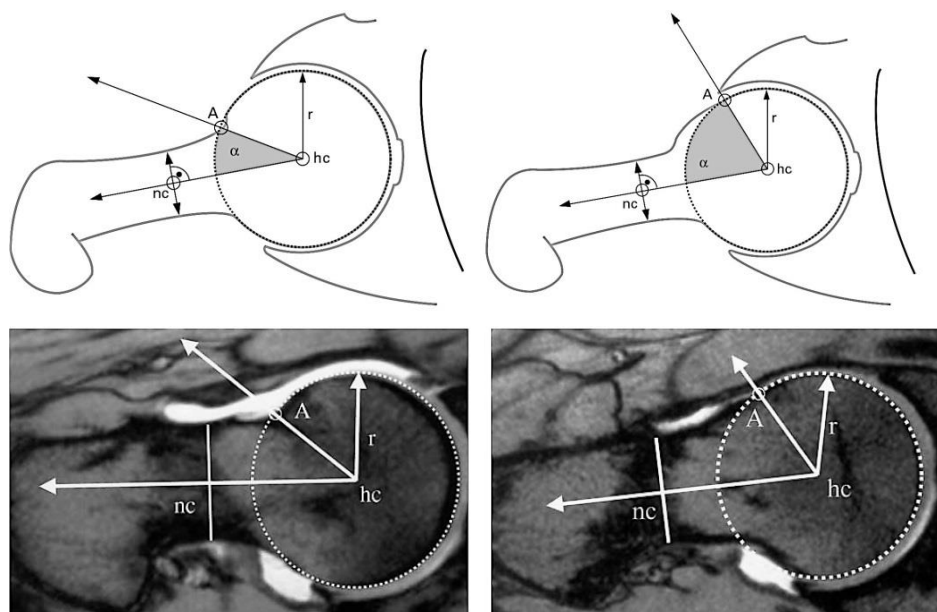


Рис. 3. Вверху - схема, внизу - МРТ оригинал изображения. В левой колонке нормальная шейка бедренной кости, в правой - Сам-деформированная [29].

Деформация бедренного (Сам) типа представляет собой сложную трехмерную структуру, качественно определяемую асферичностью головки, альфа-углом при множественных проекционных исследованиях, наклоном головки бедренной кости, версией вертлужной впадины, углом шейки и бедренной торсией [23]. Таким образом, рентгенограммы в стандартных проекциях могут использоваться для скрининга, но не всегда подходят для идентификации «отклонений от нормы» проксимальной части бедренной кости [14].

Ацетабулярный (Pincer) тип фемороацетабулярного импиджмент-синдрома может быть обусловлен локализованным избыточным покрытием вертлужной впадины из-за ретроверсии вертлужной впадины или общим избыточным покрытием, как при соха profunda (глубокая вертлужная впадина) или protrusio acetabuli (болезнь Отто) [6].

При импиджменте ацетабулярного (Pincer) типа бедро сгибается, шейка бедра контактирует с краем вертлужной впадины и вертлужной губой, вызывая прямое повреждение. Этот механизм приводит к разрывам губы вертлужной впадины, повреждениям суставного хряща, внутрикостным кистам вертлужной впадины и фрагментации кости [6]. Хотя импиджмент происходит спереди, повреждение от «противоудара» (contrecoup injury) может произойти в заднем отделе вертлужной впадины [13].

Движение бедра в этом случае может быть ограничено импиджментом (иногда даже при 90°) и увеличивается до полного диапазона только в том случае, если добавляются внешняя ротация и отведение (не абдукция?). В согнутом бедре

внешняя ротация может превышать 60°. Диапазон внутренней ротации может быть пропорционально ограничен [14].

Ретроверсия вертлужной впадины может вызвать аномальную нагрузку на хрящ губы вертлужной впадины и является фактором риска развития остеоартроза тазобедренного сустава [32, 33]. На обзорной рентгенограмме в прямой проекции можно визуализировать [19]:

- *признак задней стенки* (контур заднего края вертлужной впадины латерален относительно центра головки бедренной кости), указывающий на выраженную заднюю стенку, которая может вызывать задний импинджмент;

- *признак кроссовера* (crossover sign), если передний край вертлужной впадины латерален по отношению к заднему краю.

Таким пациентам удобно сидеть на полу только с согнутыми, отведенными бедрами в положении наружной ротации. Некоторые описывают неприятные ощущения при сидении на стуле со скрещенными ногами [14].

Симптомы перегрузки в силу ретроверсии вертлужной впадины проявляются постепенно и могут включать боль в паху, иногда иррадиируемую в бедро или колено и усугубляемую физической активностью, трохантериальные боли, боли в нижней части спины, иррадиируемые в ягодицы, или щелчки в бедре [30].

Деформация ацетабулярного (Pincer) типа, также как и (Cam) типа, плохо определена. Существует множество количественных и качественных характеристик, используемых для определения этого типа деформации, включая боковой угол Виберга и передний центрально-краевой угол Lequesne, угол Tönnis, признак кроссовера (crossover sign), признак задней стенки, признак седалищной ости, соха profunda и protrusio acetabulae (болезнь Отто). Возможно, динамическая 3D-визуализация позволит лучше разобраться в характере импинджмента. Тем не менее, последние данные продемонстрировали важность проведения рентгенографического обследования тазобедренных суставов в стандартных проекциях [14].

Параграф 2.2. Внесуставные импинджменты

Экстремальные движения в тазобедренном суставе также способствуют возникновению **внесуставных типов импинджмента**: седалищно-бедренный импинджмент, подвздошно-поясничный импинджмент, подостный импинджмент, большевертельно-тазовый [14].

Ишиофemorальный (седалищно-бедренный) импинджмент-синдром широко распространен среди танцоров и гимнастов [1; 2; 34]. Этот тип внесуставного импинджмент-синдрома может быть вызван аномальным контактом между малым вертелом и бугром седалищной кости в положениях экстензии, аддукции и внешней ротации (например, в «заднем равновесии» в гимнастике).

Патогенез седалищно-бедренного импинджмента заключается в том, что пространство между малым вертелом и седалищным бугром, известное как *ишиофemorальное пространство*, уменьшается, и это приводит к компрессии с болевым синдромом находящейся там *квадратной мышцы бедра* (*m. quadratus femoris*) [17]. Эта мышца берет свое начало от внешней границы седалищного бугра и прикрепляется к верхней части *linea quadrata* проксимального отдела бедренной кости и подвергается риску компрессии при уменьшении ишиофemorального пространства. В местах прикрепления поясничной мышцы на малом бедренном вер-

теле и мышц-хамстрингов на седалищном бугре может также сосуществовать бурсит сухожилий этих мышц, приводящий к седалищно-бедренному импинджменту или являющийся результатом этого импинджмента.

Увеличенный угол наклона шейки бедренной кости по типу *Coxa Valga*, и увеличенная площадь проксимального отдела мышц-хамстрингов могут привести к уменьшению или сужению ишиофemorального пространства. Исследователь Bredella и соавторы сообщили, что по данным МРТ у пациентов с ишиофemorальным импинджментом наблюдаются повышенные седалищные углы и углы шейки бедренной кости по сравнению с участниками контрольной группы [7; 17].

Симптомы седалищно-бедренного импинджмента могут развиваться постепенно, начиная с боли в паху или в области ягодиц, и распространяться вниз по медиальной части бедра до колена. Также может наблюдаться «щелкающее бедро» или блокировки в бедре, сопровождающиеся болью. Боль обычно вызывается экстензией, аддукцией и внешней ротацией бедра [17]. В то время как пассивная экстензия бедра в положении абдукции (а не аддукции!), не должно воспроизводить симптомы, так как это увеличивает ишиофemorальное пространство.

Дифференциальный диагноз следует проводить с подвздошно-поясничным тендинитом и импинджментом, растяжением мышц-хамстрингов, разрывом квадратной мышцы бедра, бурситом мышц-аддукторов, глубоким ягодичным синдромом и ишиалгией [17].

Диагностика. Обзорная рентгенография в прямой и боковой проекции как правило без особенностей, но может визуализироваться сужение пространства между малым вертелом и седалищной костью наряду с кортикальными кистами и склерозом. МРТ считается золотым стандартом для диагностики этого типа импинджмента. Сужение ишиофemorального пространства и пространства квадратной бедренной мышцы, которое является наименьшим пространством между верхнелатеральными хамстрингами и заднемедиальным сухожилием подвздошно-поясничной мышцы, являются наиболее прогностическим фактором ишиофemorального импинджмента [34].

По сравнению с разрывом квадратной мышцы бедра, где отек более сконцентрирован в мышечно-сухожильном соединении, в случае с ишиофemorальным импинджментом отек в квадратной мышце бедра более диффузный, и мышечные волокна не разрушаются [34].

Основой лечения этих пациентов является консервативная терапия: отдых, модификация двигательной активности и противовоспалительные средства. При проведении артроскопии тазобедренного сустава только 5 % пациентов с диагнозом ишиофemorального импинджмента нуждались в хирургическом вмешательстве [17].

Подостный импинджмент (Subspine impingement) вызывает боль при прямой флексии бедра и обусловлен аномальным контактом между дистальным отделом шейки бедренной кости и выдающейся передней нижней подвздошной остью (AIS) (например, в «переднем равновесии» в гимнастике) [11; 17]. В норме AIS расположена чуть выше *anterosuperior* края вертлужной впадины, а верхняя часть AIS дает начало *caput rectum* прямой мышцы бедра, другая головка, *caput reflexum*, идет в углублении над краем вертлужной впадины. В эту форму им-

пинджмента могут быть вовлечены суставная губа вертлужной впадины, передняя капсула и прямая мышца бедра [20].

Это состояние может возникать при ретроверсии вертлужной впадины, которая «делает» AHS более передней и дистальной [20]. У подростков повторные травматические повреждения могут вызывать апофизит, гипертрофию, нижнее смещение апофиза или его перелом, что может привести к неправильному сращению, приводящему к расширенной AHS или костной протрузии, вызывая тем самым подостный импинджмент (subspine impingement).

Клиника. Большинство пациентов испытывают боль в переднем отделе бедра при флексии, внутренней ротации и аддукции, иногда сопровождающуюся ощущением «скрежета». Физический осмотр может выявить болезненную чувствительность в AHS, а флексия может быть механически ограничена на границах объема движения; ограничение внутренней ротации бедра может возникнуть при 90° флексии [17].

Обзорные рентгенограммы в прямой проекции могут демонстрировать отрывной перелом AHS. В некоторых случаях кальцифицированные отложения обнаруживаются в проксимальной части головки сухожилия прямой мышцы бедра, а кисты импинджмента - в дистальной зоне шейки бедра [20].

МРТ позволяет исключить повреждения суставной губы и суставного хряща, вторичных по отношению к протекающему импинджменту.

После внутрисуставного введения местного анестетика на фоне обезболивания сохраняется постоянное ограничение флексии тазобедренного сустава [17].

Консервативное лечение: модификация двигательной активности, физиотерапия и терапевтические анестетики, и инъекции стероидов, но их эффективность не была тщательно исследована [11].

Подвздошно-поясничный импинджмент (Iliopsoas impingement) [17].

Подвздошная мышца начинается от гребня подвздошной кости, а *поясничная мышца* - от 12-го грудного и всех пяти поясничных позвонков. Эти две мышцы сливаются, образуя единую подвздошно-поясничную мышцу, мышечно-сухожильное прикрепление которой заканчивается на малом вертеле и частично, на проксимальном отделе бедренной кости.

У пациентов с подвздошно-поясничным импинджментом (iliopsoas impingement) возникает механический конфликт между подвздошно-поясничной мышцей и суставной губой в переднем отделе вертлужной впадины [11].

Пациенты часто сообщают о боли в переднем отделе бедра при активной флексии, а также могут сообщать об ощущении щелчка. Клиническое обследование может выявить неспецифическую локальную чувствительность по подвздошно-поясничному сухожилию на передней линии сустава, и положительный бедренный импинджмент-тест (тест на флексию, аддукцию, внутреннюю ротацию). Пощелкивание подвздошно-поясничной мышцы может быть вызвано флексией, абдукцией и внешней ротацией бедра с последующей экстензией [37], то есть в движении по типу *Rond de jambe en l'air*.

У пациентов с подвздошно-поясничным импинджментом рентгенограммы как правило без особенностей, но МРТ исследование может иметь диагностическую значимость [17].

Консервативное лечение предполагает физическую реабилитацию, изменение двигательной активности и терапевтический местный анестетик со стероидами, хотя эффективность такого лечения не была исследована [11].

Большевертельно-тазовый импинджмент относится к болезненному, аномальному контакту между выдающимся большим вертелом бедренной кости и подвздошной костью при полной абдукции бедра и нередко является источником боли в области тазобедренных суставов у молодых танцоров и гимнастов [5; 20]. Этот вид импинджмента характерен при осложнениях болезни Легга-Кальве-Пертеса [11].

Параграф 2.3. Импинджменты и нестабильность тазобедренных суставов

Комбинации **нестабильности** и импинджмента широко распространены у танцоров и гимнастов с нормальной костной анатомией, в силу необходимости задействовать экстремальные амплитуды движения в тазобедренных суставах. Повторяющиеся ротационные нагрузки в спорте и танце могут вызвать микро-травму тазобедренного сустава. Кроме того, некоторые спортсмены и танцоры могут иметь субклиническую слабость мягких тканей, что позволяет им достигать экстремальных значений диапазона движений. Это может давать профессиональное преимущество в танцах, гимнастике и др., но будет повышать риск нестабильности и травматизации тазобедренного сустава [16].

У танцоров и гимнастов нестабильность, вызванная импинджментом, возникает в результате воздействия шейки бедра на край вертлужной впадины при экстремальной абдукции или между шейкой и AHS при экстремальной флексии, вызывая передне-нижний или задне-нижний подвывих, соответственно.

Микронестабильность обычно определяется как болезненная сверхфизиологическая подвижность тазобедренного сустава, ассоциирующаяся со структурными и функциональными нарушениями, которые ухудшают стабильность тазобедренного сустава [16]. Микронестабильность отличается от гипермобильности наличием болевого синдрома [10].

Фемороацетабулярный импинджмент может вызывать нестабильность следующими четырьмя способами [14; 15]:

(1) чрезмерная антеверсия вертлужной впадины может привести к заднему импинджменту вертлужной впадины и передней нестабильности;

(2) чрезмерная ретроверсия вертлужной впадины может привести к переднему импинджменту и задней нестабильности;

(3) чрезмерная антеверсия бедренной кости может привести к поражению заднего края вертлужной впадины и к передней нестабильности;

(4) чрезмерная ретроверсия бедренной кости может привести к переднему импинджменту и задней нестабильности.

По мнению Anderson [3], микроподвывих бедра и ацетабулярная дисплазия являются основной причиной латентной микро-травмы у профессиональных артистов балета. Однако, нестабильность ТС может быть следствием не только дисплазии ТС [18].

Типичные внутри- и внесуставные аномалии, связанные с нестабильностью тазобедренного сустава, приведены в таблице 2.

Внутри- и внесуставные аномалии, связанные с нестабильностью тазобедренного сустава [18].

Внутрисуставные аномалии	Внесуставные аномалии
Уменьшенное покрытие вертлужной впадины	Пирсоас тендинит
Фемороацетабулярный импиджмент	Сакроилит
Разрыв круглой связки (ligamentum teres)	Остеит лобка
Увеличенные лабральные длина и ширина	Пателлофemorальная дислокация
Гипертрофия вертлужного хряща	Тендинит хамстрингов

Диагностика нестабильности тазобедренных суставов крайне непростая и требует понимания специфики практикуемой спортсменом или танцором двигательной активности [36]. При физикальном осмотре следует оценивать обобщенные синдромы гипермобильности, объем движения в тазобедренном суставе, вертельно-тазовый импиджмент и слабость абдукции [14; 15].




Тестирование тазобедренного сустава при подозрении на микронестабильность рекомендуется проводить по следующей батарее тестов Таблица 3.

Все эти тесты должны быть интерпретированы в контексте физического осмотра и рентгенологических исследований. В настоящее время нет установленных рентгенологических признаков, характерных для микронестабильности. Целью рентгенологической оценки является проведение дифференциальной диагностики нестабильности, выявление факторов риска нестабильности и вторичных поражений суставов [10]. Примерный анализ обзорных рентгенограмм костей таза в прямой проекции приведен на рисунках 4 и 5.

Таблица 3

Тестирование тазобедренного сустава Цит. по (Dangin A, et al., 2016; Kalisvaart MM, et al., 2015) с дополнениями.

Клинические тесты	Тестирование	Оценивание	Вовлеченность	Тестирование
Log-Roll Тест	И.П. лежа на спине. Экзаменатор осуществляет дозированную внутреннюю ротацию нижних конечностей, затем снимает нагрузку.	Пассивная внешняя ротация увеличена на патологической стороне.	Гиперэластичность илиофemorальной связки (Июfemorал)	
Тест на переднее удержание (переразгибание — внешняя ротация)	И.П. лежа на спине, нижние конечности свободно расположены вне стола. Пациент удерживает в согнутом положении контрлатеральную ногу. Экзаменатор осуществляет внешнюю ротацию другого бедра.	Боль при разгибании и внешней ротации. Боли в задней части тазобедренного сустава могут присутствовать при ущемлении задней части тазобедренного сустава.	Переднее повреждение губы или передняя нестабильность.	

<p>Тест на внешнюю ротацию</p>	<p>И.П. лежа на животе. Экзаменатор осуществляет наружную ротацию исследуемого бедра под давлением, направленным спереди назад на большой вертел, чтобы перевести головку бедра вперед.</p>	<p>Начало боли спереди или передняя нестабильность.</p>	<p>Переднее повреждение губы или передняя нестабильность.</p>	
<p>Тест на аддукцию, экстензию и внешнюю ротацию.</p>	<p>И.П. лежа на боку здоровой стороны. Экзаменатор осуществляет абдукцию тазобедренного сустава на 30° и внешнюю ротацию и прилагает периодическое усилие к большому вертелу, при этом нога медленно разгибается от 10° флексии до полного разгибания.</p>	<p>Начало боли спереди или передняя нестабильность.</p>	<p>Переднее повреждение губы или передняя нестабильность.</p>	
<p>Тест на заднее удержание</p>	<p>И.П. лежа на спине. Экзаменатор сгибает бедро на 90°, приводит и ротирует во внутрь, осуществляя давление на колено для появления задней нестабильности.</p>	<p>Начало боли или ощущение нестабильности.</p>	<p>Заднее повреждение губы или задняя нестабильность.</p>	

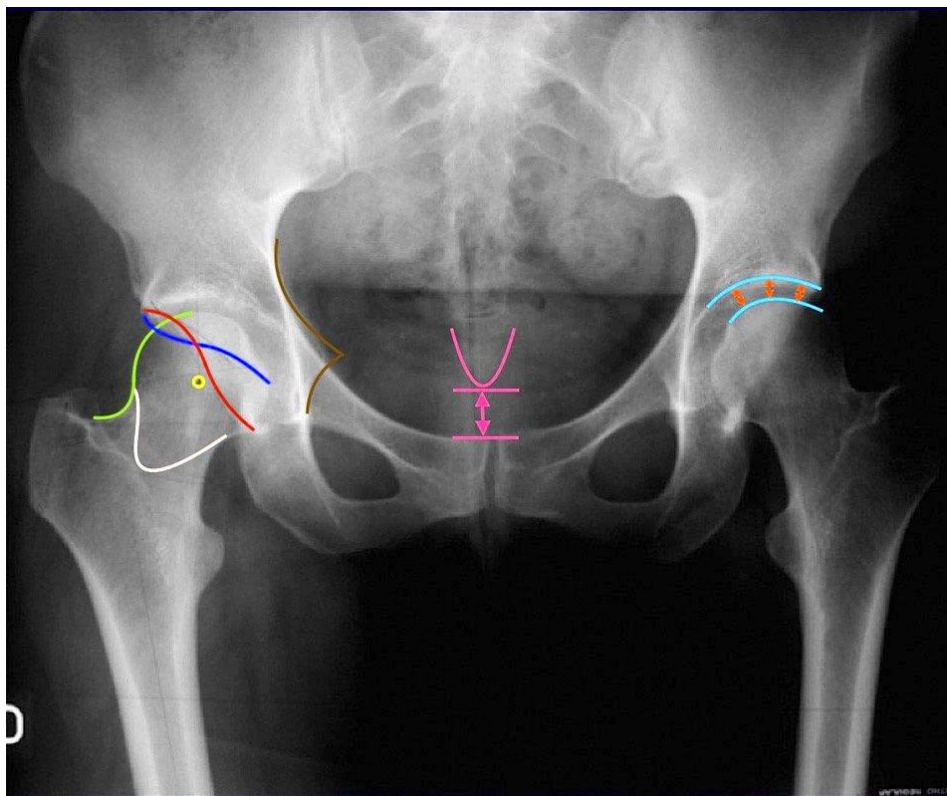


Рис. 4. Систематический анализ обзорной рентгенограммы тазобедренных суставов в прямой проекции. 1.

Проверьте отсутствие вращения в горизонтальной плоскости. Кончик копчика должен быть на 1-2 см. выше симфиза (розовый). 2. Проверьте нормальную (4-5 мм) высоту суставной щели (оранжевая) и конгруэнтность суставной линии (голубая). 3. Проанализируйте положение передней стенки вертлужной впадины (темно-синяя) относительно задней стенки (красная). В случае пересечения линий проанализируйте положение центра вращения головки (желтый) по отношению к задней стенке (красная линия): если центр вращения медиальный, то присутствует избыточное переднее покрытие; если центр латеральнее задней стенки, то наблюдается ретроверсия вертлужной впадины. При ретроверсии вертлужной впадины седалищный бугор (коричневый) выступает за подвздошно-крестцовую линию. 4. Проверьте боковую (зеленая) и переднюю (бежевая) сферичность головки бедренной кости. Знак «провисшей веревочки», типичный внутри соха рлапа, также всегда виден в нормальных головках. Линия показывает боковую кромку головки, которая обычно должна быть просто боковой по отношению к центру головы; если она расширяется, это очень воспроизводимый косвенный признак передней несферичности Цит. по [10].

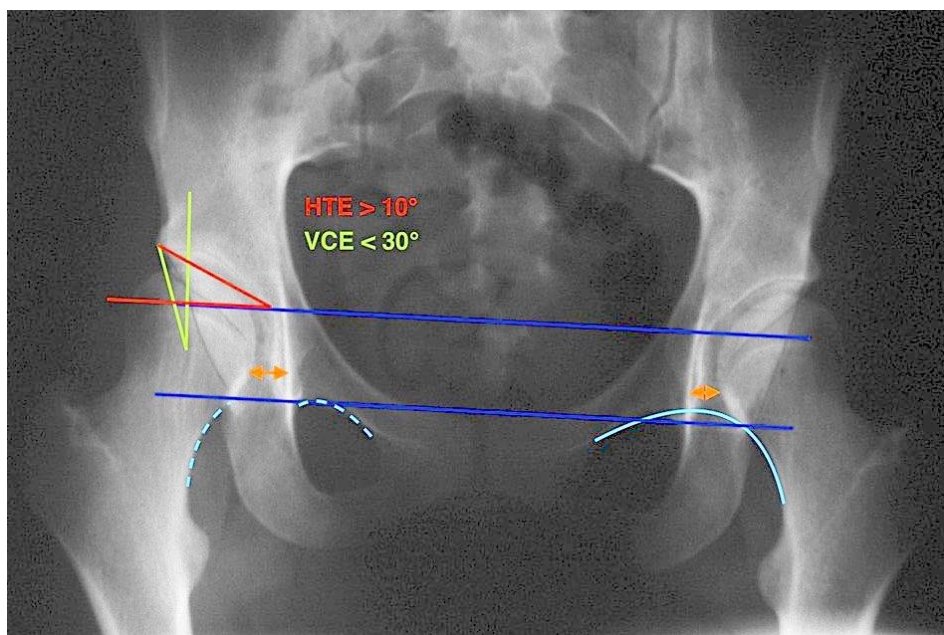


Рис. 5. Дополнительный анализ обзорной рентгенограммы тазобедренных суставов в прямой проекции. 1.

Наклон вертлужной впадины (угол Tönnis): нормальный диапазон, 0–10 °; >10 ° указывает на дисплазию. 2. Угол Виберга: нормальный диапазон 25–30 °; 20–25 ° указывает на пограничную дисплазию; и угол < 20 ° указывает на дисплазию ТС. 3. Линия Шентона должна быть непрерывной. На рентгенограмме в правом ТС линия Шентона прерывается, что указывает на подвывих головки бедренной кости; на подвывих также указывает увеличенное расстояние между подвздошно-седалищной линией (нижняя часть вертлужной впадины) и медиальным краем головки бедренной кости (нормальный диапазон <1 см). Цит. по [10].

Консервативное лечение, включающее модификацию двигательной активности и физиотерапию, назначается в качестве первой линии лечения у пациентов с внутрисуставной патологией тазобедренного сустава [18]. При нестабильности тазобедренного сустава первичным лечением является физическая реабилитация, направленная на стабилизацию тазобедренного сустава путем укрепления передних мышечных и сухожильных структур: *iliopsoas*, *adductor* и *rectus femoris muscles* [10].

Параграф 2.4. Экстремальный объем движений и морфология тазобедренных суставов артистов балета.

В балете для выполнения как простых, так и сложных движений необходимы высокие степени флексии, внешней ротации, экстензии и абдукции в тазобедренных суставах, которые могут вызывать затруднения даже при наличии нормальных морфологических характеристик [12]. В ходе выполнения балетных движе-

ний ФАИ и подвывихов могут возникнуть у танцоров с нормальной костной морфологией, при этом подвывих всегда сочетается с импинджментом [5; 9; 14; 15; 36].



Рис. 6. Типичные элементы, отражающие специфику классического танца. А) arabesque, В) développé devant, С) développé à la seconde, D) Grand écart facial (прямой unaga), Е) Правый grand écart latéral (unagam правой), F) Grand plié. Цит. по [9].

Charbonnier и соавторы [9] сообщили о результатах трехмерного оптического анализа изображения и МРТ-анализа тазобедренных суставов при выполнении базовых элементов классического танца (Рисунок 6).

Такие элементы, как *développé à la seconde*, *grand écart facial*, *grand écart latéral* и *grand plié* оказывают особо значимый стресс на тазобедренные суставы, соответствующий высокому числу обнаруженных импинджментов и подвывихов головки бедренной кости (Рисунок 7, Таблица 4).

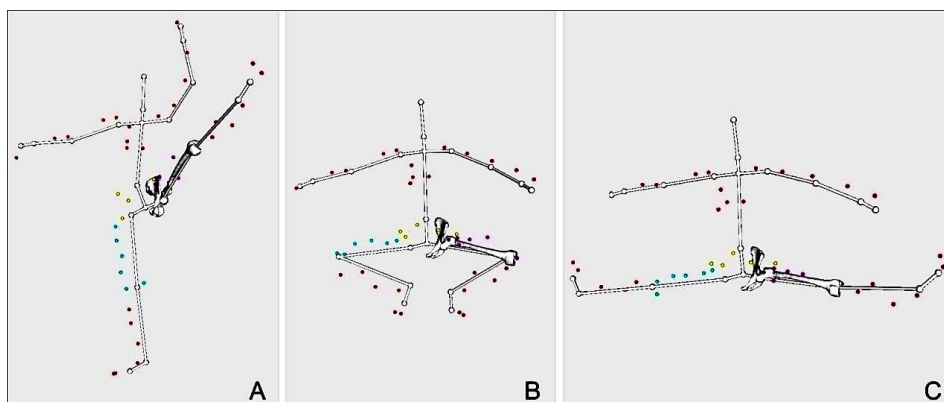


Рис. 7. Кинеграмма оптического захвата движения с маркерами: А) *développé à la seconde* левой, В) *Grand plié*, С) *Grand écart facial*. Цит. по [9].

Таблица 4

Обнаружение феморо-ацетабулярного импиджмента у профессиональных артистов балета в различных элементах классического танца [9].

Элементы классического танца	Феморо-ацетабулярный импиджмент (FAI)	Подвывих (mm) Mean ± SD
Arabesque	нет	нет
Développé Devant	24 %	нет
Développé à la Seconde	45 %	4.56 ± 1.14 (3.16 – 5.57)
Grand Ecart Facial	61 %	3.42 ± 1.6 (0.93 – 5.67)
Grand Ecart Latéral (нога спереди)	70 %	5.14 ± 1.28 (3.33 – 6.35)
Grand écart latéral (нога сзади)	22 %	3.15 ± 0
Grand Plié	44 %	3.77 ± 2.08 (1.4 – 5.29)

В *developpe a la secondde* у 45 % обследуемых возникал импиджмент по верхнему-задневерхнему (posterosuperior) краю вертлужной губы и 25 % – имели подвывих в среднем на $4,6 \pm 1,1$ мм (Рисунок 8) [9].

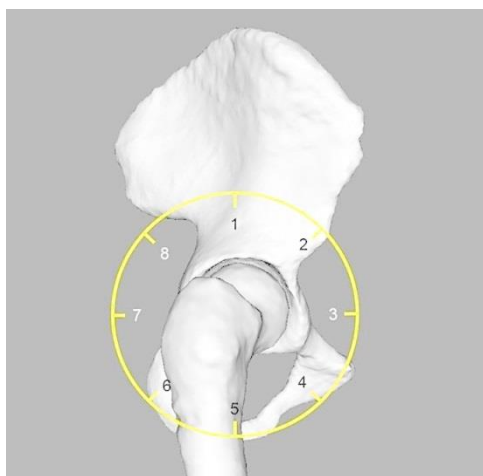


Рис. 8. Сектора вертлужной впадины: 1 – superior; 2 – anterosuperior; 3 – anterior; 4 – anteroinferior; 5 – inferior; 6 – posteroinferior; 7 – posterior; 8 – posterosuperior. Цит. по [17].

Импинджмент у танцоров с нормальной морфологией (то есть без признаков деформации бедренного или ацетабулярного типов по данным МРТ) проявляется в виде повреждения вертлужной губы, суставного хряща и образования субхондральной кисты в месте импинджмента: верхним- задневерхнем - передневерхнем (superior-posterosuperior-anterosuperior) квадранте вертлужной впадины (Рисунок 7) [17].

Согласно другим данным, импинджмент у артистов балета с нормальной морфологией превалирует в верхнем-задневерхнем квадранте вертлужной впадины (рисунок 7). С морфологической точки зрения этот механизм подтверждается тем фактом, что у некоторых танцоров наблюдаются кортикальные нарушения в верхне-латеральной части шейки бедра [9]. В то время как при классических импинджментах бедренного или ацетабулярного (Cam or Pincer) типов страдает передневерхний-передний (anterosuperior-anterior) отдел [14; 15].

Коло F. С. и соавторы полагают, что у профессиональных артистов балета истинно патологические повреждения по типу ФАИ встречаются редко. Обнаруженные патологические изменения объясняются повседневной высокоамплитудной физической активностью артистов балета, провоцирующей ацетабулярный механизм импинджмента с линейным контактом между верхним или задне-верхним краем вертлужной впадины и шейкой бедренной кости [17].

Важно подчеркнуть, что простое наличие аномальных результатов при визуализации костной ткани (бедренной или ацетабулярной) не приравнивается к клиническим симптомам; то есть, бедренные или ацетабулярные деформации не приравнивают к бедренному или ацетабулярному типам ФАИ, соответственно [14; 15]. Все больше исследователей соглашаются, что в отношении импинджментов не может быть четкой корреляции между клиническими и рентгенологическими данными [12].

В Таблице 5 приведены численные данные основных рентгенологических показателей тазобедренных суставов у профессиональных артистов балета.

Таблица 5

Основные рентгенологические показатели тазобедренных суставов у профессиональных артистов балета (Mayes S, et al., 2017).

Показатель	Среднее для юношей	(+/-) SD	Среднее для девушек	(+/-) SD	P Value
Возраст, годы	24.79	5.86	22.97	5.04	.260
ШДУ в град	133.0	3.52	133.3	3.88	.734
слева	132.8	3.71	133.3	4.04	.659
справа	133.1	3.77	133.4	4.22	.839
Альфа-угол в град					
Прямая проекция таза	40.8	3.69	38.2	3.17	.012
слева	41.1	3.83	38.6	3.19	.020
справа	40.5	3.82	37.7	3.40	.011
Dunn 45°	54.5	6.65	47.1	5.52	.001
слева	53.5	6.98	46.3	6.19	.005
справа	55.4	7.22	47.9	5.98	.003
Офсет головки-шейки, мм	3.60	1.49	4.43	1.4	.063
слева	3.70	1.57	6 4.9	6 1.83	.019
справа	3.51	0.36	3.94	0.27	.335
Офсет головки-шейки, %	7.53	3.15	10.4	3.33	.005
слева	7.75	3.34	11.6	4.18	.001
справа	7.31	3.44	9.19	3.15	.056
Макисмальный диаметр головки (Dunn 45°), mm	48.0	2.58	42.6	2.16	<.001
слева	47.8	2.60	42.4	2.29	<.001
справа	48.3	2.63	42.8	2.12	<.001
Центрально-краевой угол /угол Wiberg, град	23.9	6.13	21.3	4.26	.098
слева	25.6	6.64	22.7	4.12	.071
справа	22.1	6.32	19.9	4.86	.180
Tönnis угол в град	9.86	4.14	11.6	2.91	.101
слева	9.71	3.93	11.1	3.09	.178
справа	10.0	5.03	12.0	3.67	.115
Передний центрально-краевой угол / угол Lequesne, град	29.5	5.42	25.2	4.63	.006
слева	30.9	6.16	26.5	5.79	.016
справа	28.1	5.87	23.9	5.04	.013
Индекс экструзии головки бедренной кости, %	19.6	6.88	22.2	5.64	.164
слева	17.9	7.01	21.2	6.28	.100
справа	21.3	7.84	23.2	6.03	.350

В Таблице 6 приведена сравнительная характеристика основных морфологических показателей у профессиональных артистов балета и спортсменов (баскетбол, теннис) [25].

Таблица 6

Основные морфологические показатели у профессиональных артистов балета и спортсменов (баскетбол, теннис) [25].

	Танцоры (n=33)	Спортсмены баскетбол, теннис) (n=33)	p-value
Пол, % мужчин (n)	45.5 % (15)	45.5 % (15)	1.00
Возраст, годы	28 (8)	28 (8)	0.89
Вес, кг	58 (23.5)	69.5 (17.6)	0.002
Рост, м	1.69 (0.34)	1.75 (0.15)	0.098
ИМТ, кг/м ²	20.58 (3.01)	22.88 (9.44)	<0.001
Баллы по шкале Бейгона, % ≥ 5 (n)	39 % (13)	6 % (2)	0.001
ТС, ER (°), мужчины	62.1 (10.3)	44.7 (8.7)	<0.001
ТС, IR (°), мужчины	35 (11)	40.1 (10.5)	0.2
ТС, ER (°), женщины	60.8 (9.9)	45.5 (19)	<0.001
ТС, IR (°), женщины	44 (13.8)	49.6 (9.3)	0.17

Примечание: ИМТ – индекс массы тела, ТС – тазобедренный суставы, ER (External rotation) – внешняя ротация, IR (Internal rotation) внутренняя ротация.

Морфологические параметры левого тазобедренного сустава профессиональных артистов балета и спортсменов (баскетбол, теннис) представлены в Таблице 7 (так как данные между левым и правым ТС мало они различались).

Таблица 7

Костные морфологические показатели в ТС артистов балета и спортсменов* [25].

Углы (градусы)	Пол	Танцоры	Спортсмены
Угол Виберга	женщины	28 (3)	28 (7)
	мужчины	30.9 (4.6)	32 (4.8)
ШДУ	женщины	135.3 (4.3)	131.8 (4)*
	мужчины	133.7 (5)	129.6 (5.4)*
Передний Альфа угол	женщины	40.2 (5.8)	46.5 (5.3)*
	мужчины	47.7 (8.6)	45.5 (8.8)
Верхний Альфа угол	женщины	36.6 (5.8)	42.8 (6.7)*
	мужчины	42.1 (7)	51.4 (6.5)*
Угол версии вертлужной впадины	женщины	14.7 (5.2)	18 (4.5)
	мужчины	12.1 (3.1)	15.9 (4.9)*

Примечание: Данные представлены в виде среднего (SD) или медианы, в скобках представлен интерквартильный размах (IQR), * $p < 0.05$.

Танцоры-мужчины имеют большее латеральное покрытие вертлужной впадины, передний и верхний углы Альфа по сравнению с танцовщицами-женщинами (см. таблицу 7). В целом, для танцоров обоих полов характерны более низкие значения версии вертлужной впадины и верхнего угла Альфа чем в популяции не танцоров. Танцоры с более высоким углом версии вертлужной впадины имели более высокий уровень болевого синдрома. Тем самым, профессиональные артисты балета имеют костную морфологию, способствующую оптимальной функции тазобедренных суставов в балете. Для танцоров обеих полов и по сравнению со спортсменами типичны более высокие углы ШДУ и более низкая версия вертлужной впадины (ретроверсия) [24; 25].

Параграф 2.5. Шпагаты как модель импинджмента и нестабильности в ТС

Изучение тазобедренного сустава во время выполнения шпагата дает экстремальную модель фемороацетабулярного импинджмента из-за чрезмерной флексии в ТС в этом положении [17].

Согласно исследованию Charbonnier с коллегами, во время выполнения *grand ecart facial* (выворотный, то есть с внешней ротацией бедер, прямой шпагат) и *grand ecart lateral* (выворотный продольный шпагат) у 61 % и 70 % профессиональных танцовщиц возникали импинджменты (все по верхнему задне-верхнему краю вертлужной губы) и у 39 % и 31 % танцовщиц возникал подвывих в размере $3,4 \pm 1,6$ и $5,1 \pm 1,3$ мм, соответственно [9].

Аналогичные данные получили Kolo с соавторами [17] и Duthon с коллегами [12], они проанализировали результаты МРТ-исследования положения продольных шпагатов (*grand ecart lateral*), сообщая о возникновении 2,1 мм подвывиха в шпагатах и о высокой распространенности верхнего-задневерхнего (*superior-posterosuperior*) хондролабрального повреждения и грыжевых ямок, без признаков импинджмента бедренного или ацетабулярного (*Cam* или *Pincer*) типов.

При этом для ноги «спереди» в **продольном шпагате** характерны более экстремальные значения объема движения в ТС, чем для ноги сзади. Спереди: сгибание = 131.51 ± 6.04 °, отведение = 30.29 ± 5.29 °, внешняя ротация = 14.46 ± 7.40 °; сзади подвывих практически не наблюдался [4].

При рентгенологическом исследовании **поперечных шпагатов** (*grand e'cart facial*) у профессиональных артистов балета на прямой рентгенограмме обнаруживалось [14; 15]:

- при внешней ротации ТС (при принятии выворотного положения) возникал боковой и нижний подвывих из-за большевертельно-тазового импинджмента и развитие вакуум-феномена (*vacuum sign*) у некоторых участников (Рисунок 9);

- при внутренней ротации («завернутое положение») возникал большевертельно-тазовый импинджмент по верхнему краю вертлужной губы, динамический *Pincer*-импинджмент бедренной кости и развитие вакуум-феномена у некоторых участников (Рисунок 10).

Подвывих бедра в положении *прямого шпагата* (положительный *признак вакуума* на рентгенограмме шпагатов) наблюдается у большинства профессиональных артистов балета, причем у женщин величина подвывиха коррелирует с уменьшением шеечно-диафизарного угла и увеличением угла Альфа [26]. Этот

феномен, свидетельствующий о микронестабильности тазобедренного сустава, значительно чаще встречался у женщин- танцовщиц, чем у танцоров-мужчин.

Кадавральные исследования предоставляют дополнительные доказательства, что сочетания абдукции и внешней ротации тазобедренных суставов, как при флексии, так и при экстензии, вызывают увеличение деформации вертлужной губы и передний подвывих бедренной кости [35].

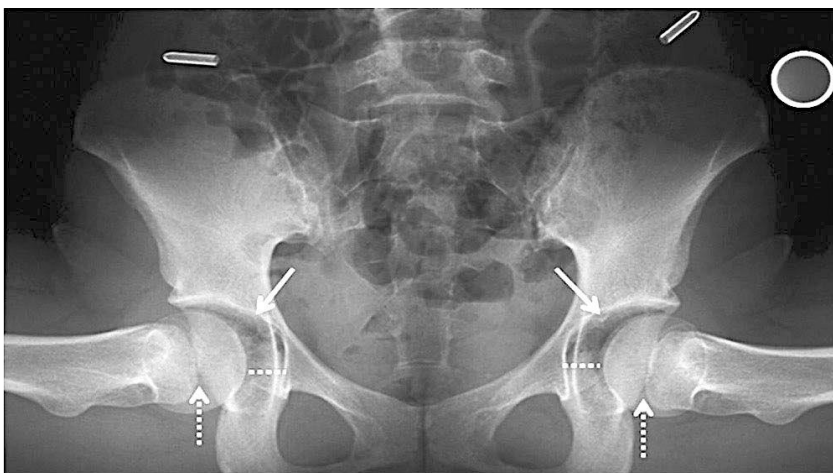


Рис. 9. Прямой шпагат (*grand écart facial*), бедра находятся во внешней ротации. На рентгенограмме признак «вакуума» (сплошные стрелки), большевертельно-тазовый импиджмент на заднем краю вертлужной впадины (пунктирные стрелки), и латеральный подвывих головки бедренной кости (пунктирные линии). Величина латерализации головки бедренной кости 11.0 мм (слева) и 11.2 мм (справа) [14; 15].

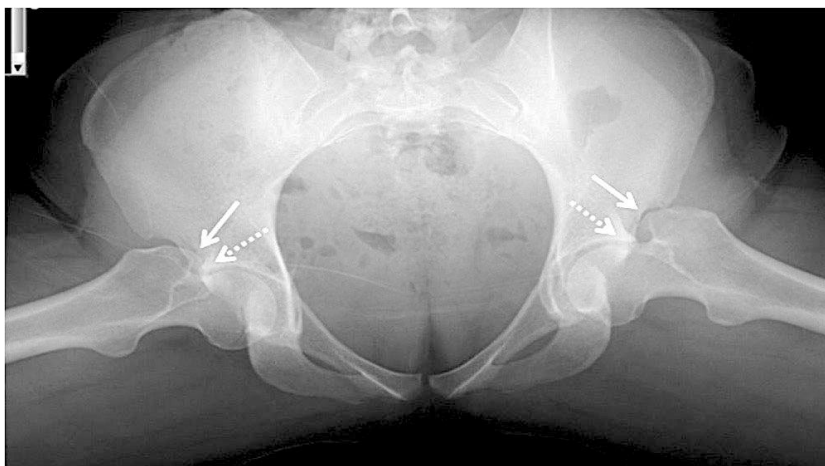


Рис. 10. Поперечный шпагат (*grand écart facial*), бедра находятся по внутренней ротации. На рентгенограмме большевертельно-тазовый импиджмент по верху ацетабулярной впадины на 12-часах (сплошные стрелки) и динамический Pincer-импиджмент бедренной кости (пунктирные стрелки) [14, 15].

Когда технические требования к объёму движений в тазобедренном суставе гимнаста или танцора больше, чем функциональный ROM, компенсаторные стрессовые напряжения и последующий болевой синдром могут развиваться в соседних анатомических структурах. Последствия компенсаторного повреждения могут возникать в поясничном отделе позвоночника, лонном сочленении, крестцово-подвздошных суставах и заднем отделе вертлужной впадины [8]. Компенсаторный стресс возникает в периартикулярной мускулатуре, что может привести к повреждению длинных аддукторов, проксимальных хамстрингов, мышца-абдукторов, подвздошно-поясничной мышцы и флексоров бедра [21]. Поясничная мышца может также функционировать в качестве динамического стабилизатора для пациентов с легкой передней нестабильностью [13]. Подвздошно-бедренная связка (iliofemoral ligament) является основным стабилизатором для внешней ротации и переднего перемещения тазобедренного сустава, которые являются ключевыми движениями в классическом танце [27].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Виды двигательной активности, связанные с искусством движения (классический танец, художественная гимнастика, акробатика, фигурное катание на коньках, синхронное плавание и др.) предъявляют экстремальные требования к объёму движений в тазобедренном суставе. Возникает естественный вопрос, какими морфологическими данными должен располагать идеальный спортсмен или танцор, чтобы удовлетворить все возрастающим техническим требованиям?

На основании изложенного в Части I анализа костных и мягкотканых факторов выворотности можно было предположить, что наличие таких «идеальных данных», как, например, неглубокая ретровертированная вертлужная впадина, ретроверсия бедренной кости, строение проксимального отдела бедренной кости по типу *Coxa Valga* и врожденная гиперэластичность мягких тканей, обеспечит максимальный объём движений в тазобедренном суставе. **Однако, это не так.** Чем выраженнее будут такие данные, тем больше они будут ограничены в своём проявлении импиджментом и нестабильностью тазобедренных суставов.

Так ретроверсия вертлужной впадины может провоцировать ацетабулярный и/или подостный импиджмент, которые будут ограничивать флексию и порождать заднюю нестабильность тазобедренного сустава. К тем же результатам может приводить повышенная ретроверсия бедренной кости. В итоге выполнить элементы по типу «переднего равновесия» будет проблематично.

Увеличенный угол наклона шейки бедренной кости по типу *Coxa Valga* провоцирует ишиофemorальный импиджмент в положениях экстензии, аддукции и внешней ротации, что ограничит целый спектр элементов по типу «заднего равновесия».

Неглубокая вертлужная впадина и повышенная эластичность мягких тканей (очень часто эти два состояния сочетаются) создают постоянную угрозу нестабильности тазобедренного сустава. Тем более, что ряд элементов классического танца по типу *développé à la seconde* и *grand plié*, а, также шпагаты, и так провоцируют микронестабильность и подвывихи при их выполнении. В этом случае

базовый спектр движений в виде экстензии, аддукции и внешней ротации будет порождать переднюю нестабильность тазобедренного сустава.

Поэтому, сверхфизиологические морфологические данные никакого выигрыша в объеме движений не дадут. С выходом за границы физиологии все морфологические преимущества в объеме движения будут пропорционально ограничиваться. Поэтому, необходим баланс данных, возможно, на границе физиологической нормы. Однако вариабельность нормы морфологии тазобедренного сустава чрезвычайно широка и до конца не изучена. Возможно, что переход от плоскостных (2D) к пространственным (3D) способам оценки морфологии даст большее понимание границ физиологической нормы. Заметим, что такие потенциально пространственные инструментальные методы исследования как КТ и МРТ в своем заключении опираются на двухмерные срезы (проекции). Это же касается всевозможных углов, которые являются плоскостными характеристиками. Трехмерные морфологические количественные характеристики строения тазобедренных суставов еще не разработаны.

Исследования морфологических показателей профессиональных артистов балета показывает, что все они имеют нормальную костную морфологию. Однако современные технические требования к объёму движений столь высоки, что могут вызывать затруднения (импинджменты) и у профессиональных спортсменов и артистов балета.

Важно понимать, что типичные феморо-ацетабулярные импинджмент-синдромы, возникающие на экстремальных объемах движений в тазобедренных суставах с нормальной костной морфологией, принципиально отличаются от классических типов ФАИ, возникающих на патологической морфологии. Если в первом случае, импинджментов от экстремального объема движений, конфликт происходит преимущественно в superior-posterosuperior секторе вертлужной впадины, то для классических импинджментов бедренного или ацетабулярного (Cam or Pincer) типов характерен конфликт в anterosuperior-anterior секторе вертлужной впадины. Поэтому, мы вправе разделять два этих вида импинджмента по этиологическому фактору: если причиной возникновения патологического синдрома при классических фемороацетабулярных импинджментах являются аномалии костной морфологии, то в случае импинджментов от экстремального объема движений причиной является сам экстремальный объем движений.

Этот же экстремальный объем движений на физических перегрузках является одной из основных причин внесуставных импинджментов у лиц с нормальной морфологией.

Тем самым диагностика и лечение импинджмент-повреждений от объема движений должна отличаться от аналогичных классических синдромальных форм импинджментов.

Можно сказать, что представители видов двигательной активности, связанных с искусством движения, представляют маргинальную группу среди физиологической нормы. А сам спектр нормы требует своего более глубокого рассмотрения. Вместе с тем уже сейчас можно заключить, что отбор будущих спортсменов или артистов балета со сверхфизиологическими морфологическими данными смысла не имеет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ali AM, Teh J, Whitwell D, Ostlere S. Ischiofemoral impingement: a retrospective analysis of cases in a specialist orthopaedic centre over a four-year period. *Hip Int.* 2013;23:263-268.
2. Ali AM, Whitwell D, Ostlere SJ. Case report: imaging and surgical treatment of a snapping hip due to ischiofemoral impingement. *Skeletal Radiol.* 2011;40:653-656.
3. Anderson BD. Cost containment of a professional ballet company through in-house physical therapy. *J Shoulder Elbow Surgs Ther.* 2003;31:365-73.
4. Assassi, L., Magnenat-Thalmann, N. Assessment of cartilage contact pressure and loading in the hip joint during split posture. *Int J CARS* 11, 745-756 (2016).
5. Audenaert EA, Peeters I, Vigneron L, Baelde N, Pattyn C (2012) Hip morphological characteristics and range of internal rotation in femoroacetabular impingement. *Am J Sports Med* 40:1329-1336.
6. Bredella MA, Stoller DW (2005) MR imaging of femoroacetabular impingement. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 13:653-664.
7. Bredella MA et al (2015) Pelvic morphology in ischiofemoral impingement. *Skelet Radiol* 44(2):249-53.
8. Briggs J, McCormack M, Hakim AJ, Grahame, R.. Injury and joint hypermobility syndrome in ballet dancers—a 5 year follow-up. *Rheumatology (Oxford)* 2009;48(12): 1613-4.
9. Charbonnier C, Kolo FC, Duthon VB et al (2011) Assessment of congruence and impingement of the hip joint in professional ballet dancers: a motion capture study. *Am J Sports Med* 39:557-566.
10. Dangin A, Tardy N, Wettstein M, May O, Bonin N. Microinstability of the hip: A review. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016 Dec 102(8S):S301-S309.
11. de Sa D, Alradwan H, Cargnelli S, Thawer Z, Simunovic N, Cadet E, Bonin N, Larson C, Ayeni OR. Extra-articular hip impingement: a systematic review examining operative treatment of psoas, subspine, ischiofemoral, and greater trochanteric/pelvic impingement. *Arthroscopy.* 2014 Aug;30(8):1026-41.
12. Duthon VB, Charbonnier C, Kolo FC, et al. Correlation of clinical and magnetic resonance imaging findings in hips of elite female ballet dancers. *Arthroscopy.* 2013;29:411-419.
13. Fabricant PD, Bedi A, dela Torre K, Kelly BT. Clinical outcomes after arthroscopic psoas lengthening: the effect of femoral version. *Arthroscopy.* 2012;28:965-971.
14. Harris JD, Gerrie BJ, Varner KE, et al. Radiographic prevalence of dysplasia, Cam, and Pincer deformities in elite ballet. *Am J Sports Med.* 2016a;44:20-27.
15. Harris JD, Gerrie BJ, Lintner DM, Varner KE, McCulloch PC. Microinstability of the Hip and the Splits Radiograph. *Orthopedics.* 2016b Jan-Feb;39(1):e169-75.
16. Kalisvaart MM, Safran MR. Microinstability of the hip-it does exist: etiology, diagnosis and treatment. *J Hip Preserv Surg.* 2015 Jul;2(2):123-35.
17. Kolo F. C., Charbonnier C., Pfirmann C. W. et al. Extreme hip motion in professional ballet dancers: dynamic and morphological evaluation based on magnetic resonance imaging // *Skelet. Radiol.* 2013. V. 42. № 5. P. 689-698.

18. Kraeutler MJ, Garabekyan T, Pascual-Garrido C, Mei-Dan O. Hip instability: a review of hip dysplasia and other contributing factors. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2016 Dec 21;6(3):343-353.
19. Laor, T. Hip and groin pain in adolescents. *Pediatr Radiol* **40**, 461–467 (2010).
20. Larson CM, Kelly BT, Stone RM. Making a case for anterior inferior iliac spine/subspine hip impingement: three representative case reports and proposed concept. *Arthroscopy.* 2011;27:1732-1737.
21. Larson CM, Stone RM. Current concepts and trends for operative treatment of FAI: hip arthroscopy. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2013;6:242-249.
22. Lepage-Saucier M, Thiery C, Larbi A, Lecouvet FE, Vande Berg BC, Omoumi P (2014) Femoroacetabular impingement: normal values of the quantitative morphometric parameters in asymptomatic hips. *Eur Radiol* 24:1707–1714
23. Massey PA, Nho SJ, Larson CM, Harris JD. Letter to the Editor re: “Cam impingement: defining the presence of a Cam deformity By the alpha angle: Data from the CHECK cohort and Chingford cohort.” *Osteoarthritis Cartilage.* 2014;22(12):2093-2094.
24. Mayes S, Ferris AR, Smith P, et al. Atraumatic tears of the ligamentum teres are more frequent in professional ballet dancers than a sporting population. *Skelet Radiol.* 2016b;45:959–967.
25. Mayes S, Ferris AR, Smith P, Garnham A, Cook J. Bony morphology of the hip in professional ballet dancers compared to athletes. *Eur Radiol.* 2017 Jul;27(7):3042-3049.
26. Mitchell RJ, Gerrie BJ, McCulloch PC, et al. Radiographic evidence of hip microinstability in elite ballet. *Arthroscopy.* 2016;32:1038–1044.
27. Myers CA, Register BC, Lertwanich P, et al. Role of the acetabular labrum and the iliofemoral ligament in hip stability. *Am J Sports Med.* 2011;39(suppl 1):85S-91S.
28. Nakano N, Yip G, Khanduja V. Current concepts in the diagnosis and management of extra-articular hip impingement syndromes. *Int Orthop.* 2017 Jul;41(7):1321-1328.
29. Nötzli HP, Wyss TF, Stöcklin CH, Schmid MR, Treiber K, Hodler J. The contour of the femoral head–neck-junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84:556-560.
30. Reynolds D, Lucas J, Klaue K. Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81:281–288.
31. Sink EL, Gralla J, Ryba A et al (2008) Clinical presentation of femoroacetabular impingement in adolescents. *J Pediatr Orthop* 28:806–811.
32. Tönnis, D., and Heinecke, A.: Diminished femoral antetorsion syndrome: a cause of pain and osteoarthritis. *J. Pediatr. Orthop.*, 11: 419-431, 1991.
33. Tönnis D, Heinecke A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:1747–70.
34. Tosun O, Cay N, Bozkurt M, Arslan H. Ischiofemoral impingement in an 11-year-old girl. *Diagn Interv Radiol.* 2012;18:571-573.
35. Wassilew GI, Janz V, Heller MO, et al. Real time visualization of femoroacetabular impingement and subluxation using 320-slice computed tomography. *J Orthop Res.* 2013;31:275-281.

36. Weber AE, Bedi A, Tibor LM, Zaltz I, Larson CM. The Hyperflexible Hip: Managing Hip Pain in the Dancer and Gymnast. *Sports Health*. 2015;7(4):346–358.
37. Winston P, Awan R, Cassidy JD, Bleakley RK. Clinical examination and ultrasound of self-reported snapping hip syndrome in elite ballet dancers. *Am J Sport Med*. 2007;35:118–26.

ПЕРЕГРУЗКИ ОТ ОБЪЕМА ДВИЖЕНИЙ В ХОРЕОГРАФИИ И СПОРТЕ (СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ) ЧАСТЬ III. ДИСПЛАЗИЯ ТАЗОБЕДРЕННЫХ СУСТАВОВ И ДИСПЛАСТИЧЕСКИЙ ТИП КОНСТИТУЦИИ

О.С. Васильев¹*, И.А. Степаник**, С.П. Левушкин***, А.В. Рохлин*

*ФГБОУ ВО Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма Министерства спорта России, Москва, Россия

**ФГБОУ ВПО Академия Русского балета имени А.Я. Вагановой Министерства культуры России, г. Санкт-Петербург, Россия

***ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва, Россия

Дисплазия тазобедренных суставов до сих пор остается открытой проблемой. Нередко, изменения морфологии тазобедренного сустава, особенно сопровождающиеся нарушением покрытия головки бедренной кости, необоснованно относят к его дисплазии. В то время как такие изменения могут соответствовать разновидностям возрастной (и даже профессиональной) нормы, то есть маргинальным разновидностям конституции.

Типичные фенотипические маркеры дисплазии тазобедренных суставов, присущие детям с хореографической выворотностью, но не имеющие симптоматики (как пассивной, то есть в покое, так и активной, проявляющейся в профессиональной деятельности или при физическом тестировании) следует понимать как разновидность диспластического типа конституции, а не дисплазии как патологии.

Хореографическая выворотность зачастую обусловлена конституционными анатомо-физиологическими особенностями строения опорно-двигательного аппарата, позволяющими выполнять определённые профессиональные задачи в видах двигательной активности, связанных с искусством движения.

Ключевые слова: опорно-двигательный аппарат, дисплазия, выворотность, балет, гимнастика.

Physical overload in choreography and sports (systematic analysis). Message II. Hip dysplasia and dysplastic constitution. Hip dysplasia still remains the topic of discussion. Morphological hip joint changes, especially those accompanied by pathological coverage of the femoral head, are often unreasonably associated with hip dysplasia. However, such changes may correspond to age (or professional) norm variations, i.e. to marginal constitution variations.

Typical phenotypic markers of hip dysplasia inherent to children with choreographic turnout (both passive, i.e. at rest, and active, i.e. during physical tests or professional activities) should be considered a type of dysplastic constitution, rather than dysplasia as a pathological condition.

Choreographic turnout is a constitutionally conditioned anatomico-physiological feature of the musculoskeletal system structure, which allows the performance of certain professional motor tasks associated with the art of movement.

Контакты: ¹ Васильев О.С. – E-mail: <iaam@yandex.ru>

Key words: *musculoskeletal system, dysplasia, turnout, ballet, gymnastics.*

DOI:10.46742/2072-8840-2020-62-2-108-130

Дисплазия тазобедренного сустава – это динамическое механическое расстройство, которое вызывает структурное повреждение тазобедренных суставов (ТС). В младенчестве такое состояние называют *развивающейся дисплазией тазобедренного сустава* (DDH-developmental dysplasia of the hip), в подростковом или молодом возрасте она преимущественно протекает как *ацетабулярная дисплазия* [39].

Частота встречаемости случаев дисплазии тазобедренного сустава среди детского населения колеблется от 3 до 5 %. Риск возникновения дисплазии тазобедренного сустава у лиц женского пола в два-четыре раза выше, чем у мужского [37]. Более 50 % пациентов с дисплазией тазобедренного сустава имеют положительный семейный анамнез по дисплазии ТС [39].

Дисплазия тазобедренного сустава всегда проявляется *нестабильностью* тазобедренного сустава, в силу присущей этому состоянию анатомически неглубокой вертлужной впадины. Такая вертлужная впадина недостаточно покрывает головку бедренной кости, приводя к значимому увеличению механического давления на краю вертлужной впадины с дальнейшей гипертрофией и повреждением её губы. Gurta A. и коллеги сообщают, что размер губы вертлужной впадины значительно больше у диспластических бедер по сравнению с недиспластическими бедрами, особенно, в *задненижнем* квадранте вертлужной впадины (Рисунок 1) [15]. Чем более нестабильно бедро, тем раньше появляются клинические симптомы неблагоприятного течения.

Менее диспластичные тазобедренные суставы, имеющие недостаточное покрытие, могут демонстрировать патологическую симптоматику спустя годы и даже десятилетия, когда патологическая биомеханика движений вызовет достаточно серьезные внутрисуставные структурные повреждения. Такая картина болезни характерна для *подростковой (ацетабулярной) дисплазии*, когда опорно-двигательный аппарат подростков хорошо функционирует в течение многих лет с рождения до появления первых симптомов [39].

Ацетабулярная дисплазия, диагностируемая в подростковом или молодом возрасте, долгое время рассматривалась как отсроченный диагноз детской врожденной дисплазии. Так, Okano и его коллеги обнаружили, что 36 % из 245 скелетно-зрелых пациентов с симптоматической ацетабулярной дисплазией имели в анамнезе дисплазию, которую лечили в детстве. Эти пациенты имели тазобедренные суставы с более серьезной деформацией, и манифестация клинической симптоматики у таких пациентов наступала раньше, чем у тех, у кого в анамнезе дисплазии не было [36].

В настоящее время все больше формируется мнение, что подростковая ацетабулярная дисплазия может быть иным патологическим процессом, нежели при *развивающейся дисплазии*. Поскольку тазобедренный сустав детей продолжает расти до подросткового возраста и далее, то любое нарушение нормального хода развития может привести к его диспластической деформации. Предполагается, что причина развития ацетабулярной дисплазии в подростковом возрасте связана с нарушением окостенения Y-образного хряща и недостаточным развитием вторич-

ных центров окостенения по краю вертлужной впадины, которые обычно оссифицируются в подростковом возрасте [25; 49].

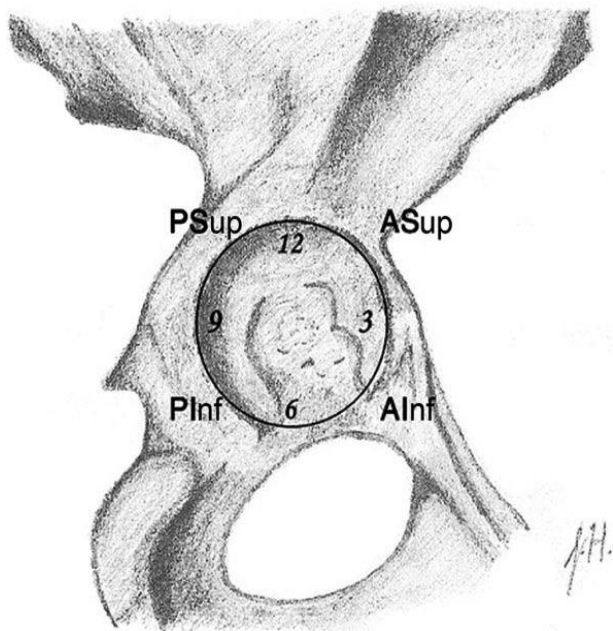


Рис. 1. Расположение квадрантов вертлужной впадины: AInf – anteroinferior (передненижний); ASup – anterosuperior (передневерхний); PInf – posteroinferior (задненижний); PSup – posterosuperior (задневерхний) [15].

Ацетабулярная дисплазия, как и *развивающаяся дисплазия*, чаще встречается у лиц женского пола, но ее преобладание менее выражено (88 % против 98 % процентов, соответственно) [24]. При врожденной (развивающейся) дисплазии чаще страдает левое бедро, в то время как при ацетабулярной дисплазии двустороннее поражение наблюдается в 61–84 % случаев [24; 37]. Ягодичное предлежание плода, по-видимому, является менее значимым фактором риска для развития ацетабулярной дисплазии. В анамнезе ягодичное предлежание плода было обнаружено у 25 % пациентов при врожденной (развивающейся) дисплазии, и только у 9 % при ацетабулярной дисплазией [24].

Согласно проведенному Volia I. и соавторами систематического обзора баз данных PubMed, EMBASE и Scopus за последние двадцать лет в видах двигательной активности, связанных с искусством движения, наиболее частой причиной внутрисуставных повреждений являются слабость связочного аппарата, нестабильность и дисплазия тазобедренного сустава [5]. При этом, слабость связочного аппарата и нестабильность тазобедренного сустава сами являются фенотипическими признаками дисплазии тазобедренного сустава.

Слабость связочного аппарата, нестабильность и дисплазия часто ассоциируются с гипермобильностью суставов, которую имеют от 20 % до 66 % профессию-

нальных артистов балета [6; 43]. **Гиперэластичность мягких тканей**, которая практически всегда сопровождает гипермобильность суставов, ведет к увеличению риска травм и к более длительным периодам реабилитации [6; 16]. Распространенность гиперэластичности среди нормальных детей колеблется от 1 % до 7 %, тогда как среди детей с врожденным вывихом бедра гиперэластичность может затрагивать от 33 % до 75 % этой популяции [53].

В многочисленных исследованиях отмечается, что для представительниц классического танца является типичным сочетание гиперэластичности связочного аппарата тазобедренного сустава и дисплазии вертлужной впадины [50; 26], которые позволяют задействовать большие объемы движения в профессиональной деятельности [3]. Дисплазия тазобедренного сустава и гиперэластичность мягких тканей во многих исследованиях коррелировали с выворотностью [40; 17; 18].

С другой стороны, гиперэластичность мягких тканей может усугубить структурную нестабильность на фоне дисплазии [53]. Танцовщицы с гиперэластичностью и дисплазией тазобедренного сустава часто имеют дислокацию бедра во время исполнения танцевальных элементов [43].

Рентгенологически классическую дисплазию вертлужной впадины чаще всего связывают с углом наклона крыши вертлужной впадины или боковым центрально-краевым углом *Виберга*, характеризующим латеральное ацетабулярное покрытие головки бедренной кости [33; 35; 55]. При классической дисплазии ТС наблюдается дефицит ацетабулярного покрытия спереди и сверху-сзади приводящее к уменьшению угла Виберга (см. Таблицу 1).

Thomas и его коллеги обнаружили, что при каждом уменьшении угла Виберга на один градус, начиная с 28° риск остеоартрита возрастал на 13 %, а риск полной замены тазобедренного сустава в будущем увеличился на 18 % [47].

Таблица 1

Рентгенологические показатели ацетабулярной дисплазии в разных возрастах [33, 35, 48, 52, 55].

	Норма	Пограничная дисплазия	Ацетабулярная дисплазия	Возрастной контингент
Боковой центрально-краевой угол Виберга	>19-20°	15-20°	< 15°	дети 6- 13 лет
	26°- 38°	20-25°	< 20°	дети старше 13 лет

При исследованиях с использованием магнито-резонансной томографии (МРТ) угол Виберга вычисляют на среднекоронарных изображениях тазобедренных суставов (изображение с наибольшим диаметром головки бедренной кости) (Рисунок 2).

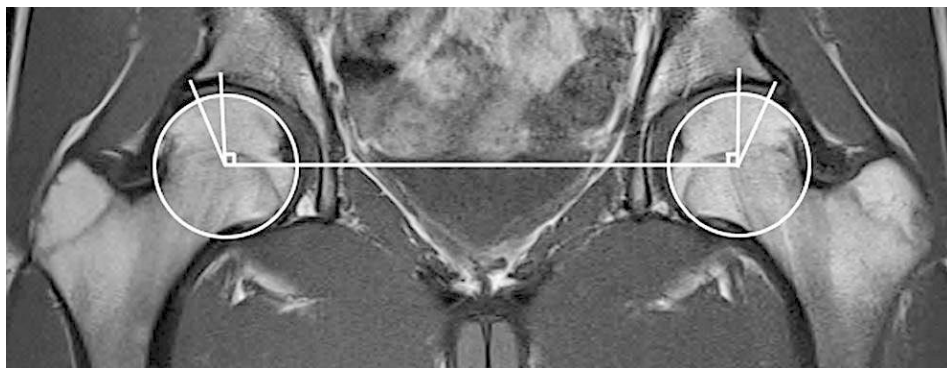


Рис. 2. Коронарная проекция МРТ тазобедренных суставов, демонстрирующая измерение угла Виберга. Поперечная ось тазобедренных суставов соединяет центры головок бедренных костей. Угол Виберга определяется как угол, восстановленный из центра головки между перпендикуляром к поперечной оси таза, и линией, проходящей от центра головки бедренной кости до бокового края крыши вертлужной впадины (Цит. с адаптацией по [27]).

Важно иметь в виду, что угол Виберга $>25^\circ$ не исключает дисплазии вертлужной впадины, так как пациенты могут иметь изолированную переднюю или заднюю дисплазию вертлужной впадины, приводящую к симптоматической нестабильности, которая может усугубляться слабостью или чрезмерной торсией бедренной кости. Поэтому, угол Виберга следует интерпретировать в контексте морфологии бокового края вертлужной впадины (*sourcil*), поскольку уплощенный или наклонный *sourcil* может быть признаком инконгруэнтного и потенциально нестабильного тазобедренного сустава [22].

Глубокая вертлужная впадина часто определяется, когда угол Виберга $\geq 39^\circ$ [48]. Рентгенологическим маркером глубокой вертлужной впадины является *Coxa profunda*, отражающий факт медиальности расположения дна вертлужной впадины по отношению к *подвздошно-седалищной* линии. Он считается косвенным признаком ацетабулярного сверхпокрытия головки бедренной кости и был предложен в качестве визуализирующего признака Cam-типа импинджмента в 2007 году [45].

В дальнейшем было показано, что *Coxa profunda* является нормальной рентгенологической находкой, которая не связана с анатомическим ацетабулярным сверхпокрытием (*over-coverage*) и диагнозом Cam-ФАИ [1; 9; 34]. *Coxa profunda* может быть обнаружена как у симптоматических, так и у бессимптомных пациентов [1; 13]. Таким образом, распространенность деформации ацетабулярного Pincer-типа на основании обнаружения *Coxa profunda* может быть ложно высокой. Все больше авторов соглашаются, что рентгенологический признак *Coxa profunda* не может быть использован как маркер деформации ацетабулярного Pincer-типа ФАИ [1; 13; 17; 18].

Несмотря на наличие таких мощных средств визуализации как компьютерная томография (КТ) и МРТ, обзорная рентгенография костей таза в прямой проекции

остается золотым стандартом визуализации при дисплазии тазобедренного сустава у детей и подростков [31].

Пограничная дисплазия

Понятие «пограничная дисплазия» вертлужной впадины относится к субнормальным паттернам охвата вертлужной впадины, которые могут предрасполагать к механической дисфункции и нестабильности, но могут отражать разновидность нормы. Пограничная дисплазия обычно характеризуется углом Виберга 18-24°, при котором необходимо провести дополнительную оценку других рентгенографических показателей, прежде чем можно будет выдать заключение на наличие нормы или патологии [29].

Средний угол Виберга у профессиональных артистов балета составляет 21-24° [17; 18; 32], по другим исследованиям – порядка 25° -29° [26; 50].

Исследование Harris JD. и соавторов среди профессиональных артистов балета показало, что 96 % женщин-танцоров и 81 % мужчин-танцоров имели ацетабулярную дисплазию или пограничную ацетабулярную дисплазию по крайней мере в одном бедре. Кроме того, 92 % танцовщиц и 82 % танцоров имели двустороннюю дисплазию. При этом 87 % имели угол Виберга менее 25°, 51 % участников имели угол Виберга менее 20°. Семьдесят четыре процента участников имели угол Tönnis более 10° и девятнадцать процентов участников - более 15°. Шестидесять два процента участников имели передний центрально-краевой угол менее 25° и пятнадцать процентов участников - менее 20°. Сорок пять процентов участников имели индекс экструзии головки бедренной кости более 25 % [17; 18].

Определение обсуждаемых рентгенологических показателей тазобедренного сустава проиллюстрировано на рентгенограмме профессионального артиста балета (рисунок 3).

Иной результат продемонстрировало исследование Frank JM. и соавторов, которое показало, что частота возникновения дисплазии вертлужной впадины и пограничной дисплазии у танцоров сопоставима с таковой в общей популяции [12].

Сходные результаты были получены в исследовании Maeyes S. и соавторов, которые показали, что среди профессиональных артистов балета обоих полов только у 3 % наблюдается дисплазия вертлужной впадины, у 15 % – пограничная дисплазия, у 24 % *Coxa valga* и у 21 % – ретроверсия вертлужной впадины. При этом ***костные морфологические показатели у профессиональных артистов балета были по большей части разновидностью нормы*** и характеризовались относительно недостаточным ацетабулярным покрытием, несколько большим ШДУ и наличием ацетабулярной и бедренной ретроверсии [27].

Важно учитывать, что классическая дисплазия вертлужной впадины и ретроверсия вертлужной впадины представляют собой две различные патоморфологии вертлужной впадины [14]. Ретроверсия при дисплазии тазобедренных суставов представляет собой, главным образом, заднепрофильную недостаточность и отличается от недиспластической ретровертивной вертлужной впадины, которая может быть ассоциирована с ФАИ-импиджментом [19; 41].

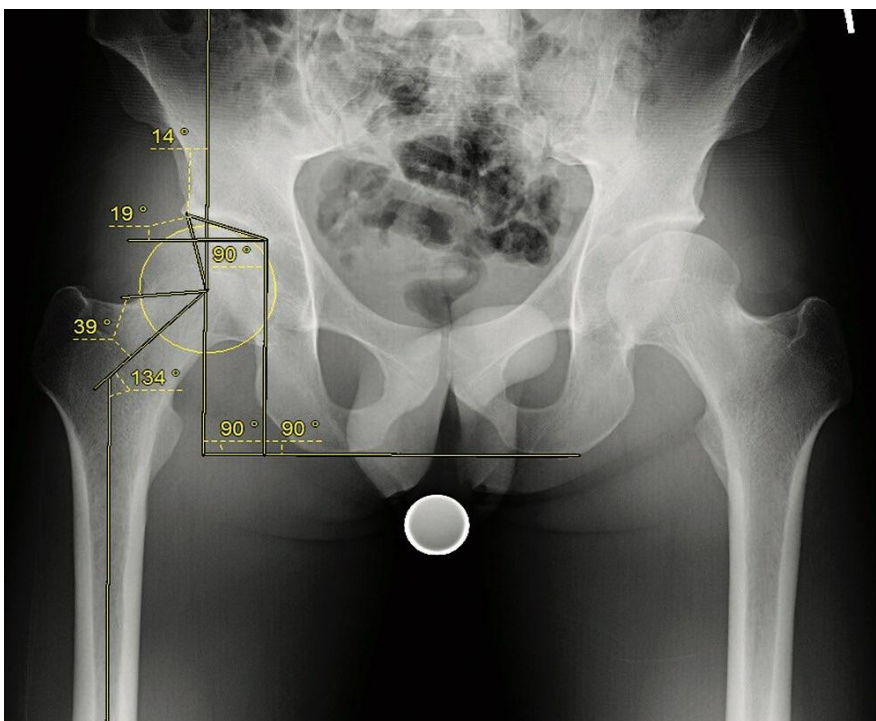


Рис. 3. Рентгенограмма тазобедренных суставов в прямой проекции у профессионального артиста балета иллюстрирует измерение шейчно-диафизарного угла (ШДУ) – 134°, угла Виберга – 14°, Тönnis угла – 19° и Альфа угла – 39° [17; 18].

Ретроверсия вертлужной впадины.

Углы **версии вертлужной впадины** (AVAs - Acetabular version angles) вычисляются на аксиальных МРТ-изображениях головки бедренной кости (Рисунок 4).

Нормальный угол версии вертлужной впадины составляет 15–20°, ретроверсия определяется при угле версии <math>< 10^\circ</math>, в то время, как классическая дисплазия ТС при антеверсии характеризуется углом > 20° [19]. Средние показатели угла версии вертлужной впадины у профессиональных артистов балета обоих полов 13,5°±/– 4,7°; при этом у 21 % артистов обнаруживается ретроверсия вертлужной впадины по крайней мере в одном бедре [27].

В 2007 году было продемонстрировано, что наличие «**Crossover**» признака является показателем ацетабулярной антеверсии менее 4° (то есть ретроверсии); признак считается положительным, когда передняя стенка вертлужной впадины становится боковой по отношению к задней стенке, что приводит к появлению их «перекреста» (Crossover sign) на рентгенограммах, когда границы этих стенок проекционно перекрываются [19].

В исследовании Tannast M. и соавторов показано, что **передний наклон таза** (столь типичный для танцоров и гимнастов) значительно увеличивает проекционную ретроверсию вертлужной впадины и провоцирует повышенный положительный «Crossover» признак, выраженный признак седалищной ости и признак зад-

ней стенки. Однако угол Виберга, угол версии вертлужной впадины, ацетабулярный индекс и индекс экструзии головки бедренной кости мало подвержены влиянию наклона или вращению таза [46].

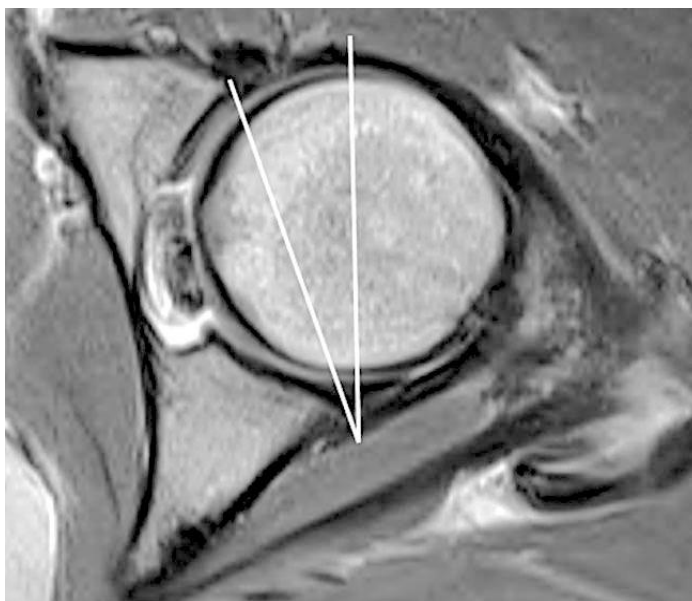


Рис. 4. Аксиальная МРТ - проекция иллюстрирует вычисление угла версии вертлужной впадины: угол между линией, соединяющей передние и задние края вертлужной впадины и сагиттальной линией (Цит. с адаптацией по [27]).

Со временем ассоциация между «Crossover» признаком и клинически подтвержденной ретроверсией вертлужной впадины была поставлена под сомнение. В исследованиях Zaltz I. и соавторов было показано, что «Crossover» признак завышает значения ретроверсии вертлужной впадины. Обнаружено, что при компьютерной томографии у пациентов с антеверсией вертлужной впадины передняя нижняя подвздошная ость (АИО) выступает на уровне или ниже уровня края вертлужной губы, частично или полностью отвечая за появление «Crossover» признака [56].

У детей и подростков без симптоматики и патологии тазобедренного сустава на хорошо позиционированной рентгенограмме также может обнаруживаться «Crossover» признак, отражающий вариабельность положения пациента, а также изменчивую тазовую морфологию [23; 56].

В ряде исследований с привлечением средств компьютерной томографии сообщается о высокой распространенности «Crossover» признака и **признака задней стенки** (posterior wall sign) на рентгенограммах среди бессимптомных, то есть условно нормальных тазобедренных суставов с нормальным покрытием вертлужной впадины; количество «нормального» латерального покрытия соответствует

15 % и 30 % бедер, имеющих положительный кроссовер признак и признак задней стенки, соответственно [2; 23].

В связи с чем, Larson и соавторы **выдвинули предостережение от использования обзорных рентгенограмм в качестве единственного источника информации при постановке диагноза патоморфология бедра** [23].

Vahedi H. [51] с соавторами обнаружили, что существует новая категория пациентов, у которых классические рентгенологические характеристики могут быть нормальными, но присутствует малый охват головки бедренной кости в силу **малого объема вертлужной впадины**. Такие пациенты могут иметь клинические проявления дисплазии ТС и при рентгенологическом обследовании для них характерен положительный знак задней стенки вертлужной впадины (Рисунок 5) [20].

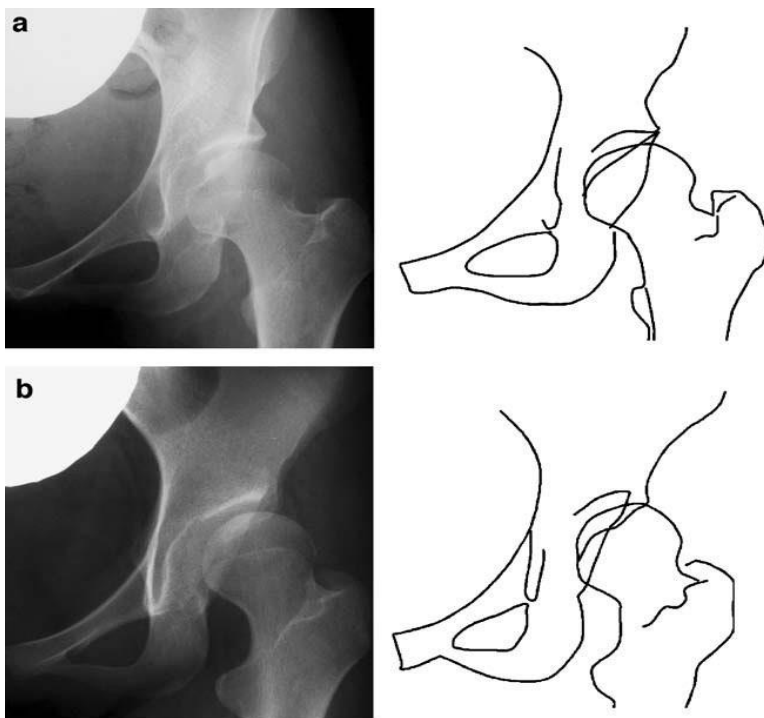


Рис. 5. а) Рентгенограмма в прямой проекции тазобедренных суставов с ацетабулярной антеверсией. Передняя линия проходит медиально к задней линии. б) Рентгенограмма в прямой проекции тазобедренных суставов с ацетабулярной ретроверсией. Верхний аспект передней линии проходит латерально по отношению к задней линии, передняя и задняя линии пересекаются в проксимальной части вертлужной впадины («Crossover» признак). Задняя линия проходит медиально по отношению к центру головки бедренной кости, представляя собой положительный знак задней стенки. Цит. по [20].

При отсутствии рентгенологических признаков дисплазии ТС положительный признак задней стенки следует рассматривать как первичный признак **неглубокой вертлужной впадины** [51] (Рисунок 6).

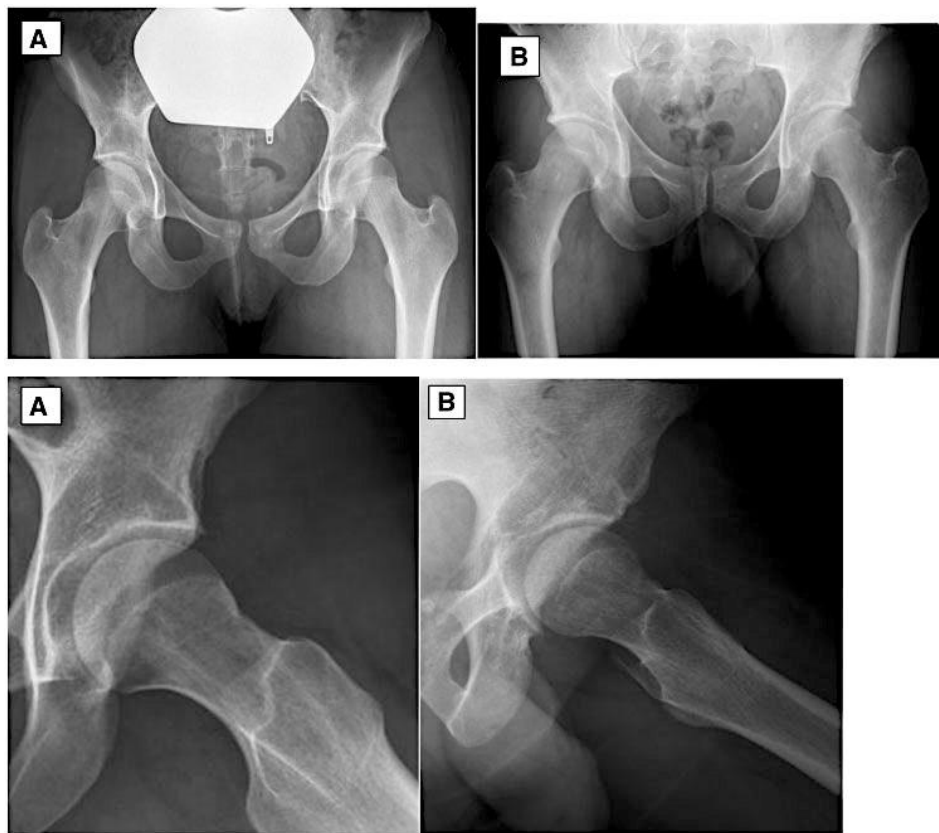


Рис. 6. (А) Рентгенограмма в прямой и боковой проекции нормального ТС с нормальным ацетабулярным покрытием; (В) Рентгенограмма в прямой и боковой проекции нормального ТС с пониженным ацетабулярным покрытием. Цит. по [51].

Наличие *Coxa valga* является признаком дисплазии тазобедренного сустава по бедренному типу [51], которая часто ассоциируется с ацетабулярной дисплазией [7] (Таблица 2).

Coxa valga, увеличивая объем движений в ТС, является фактором риска нестабильности тазобедренного сустава с последующим развитием остеоартроза [44]. Однако, как было показано выше (Часть I-II), у большинства артистов балета *Coxa valga* находится на верхней границе нормы.

Значения шеечно-диафизарного угла и их интерпретации по разным авторам.

Coxa vara	Coxa valga	Авторы
<116°	>140°	Doherty M, et al., 2008 [10]
<120°	>135°	Clohisy JC, et al., 2009 [7]; Vahedi H, et al., 2018 [51].
<126°	>139°	Tönnis D, et al., 1999 [48] Peelle MW, et al., 2005 [38]

McClincy MP, и соавторы полагают, что некоторые из детей и подростков с пограничным углом Виберга 18-24° могут иметь Cam-тип ФАИ или очаговую вертлужную недостаточность [29]. Отличие между дисплазией тазобедренного сустава и ФАИ остается плохо определенным. Основные деформации бедренной кости при дисплазии тазобедренного сустава становятся все более узнаваемыми, но трехмерная геометрия проксимального отдела бедренной кости и ее изменчивость еще плохо охарактеризованы [54].

Исследование Anderson LA. и соавторов показало, что даже бессимптомные пациенты могут иметь рентгенографические показатели из диапазона лиц с дисплазией [2]. Это свидетельствует о том, что *некоторая степень вариабельности 3-D морфологии вертлужной впадины является нормальной*. Для того, чтобы эти новые эталонные стандарты можно было считать надежными индикаторами патологии, необходимо провести валидацию этих показателей с помощью дополнительных средств визуализации как МРТ или КТ и более продолжительного наблюдения [4].

Важно учитывать, что дети и подростки с пограничными рентгенографическими показателями могут иметь нормальную биомеханику и функцию суставов. Рентгенографические данные характерные для пограничной дисплазии могут свидетельствовать о нестабильности тазобедренного сустава, но окончательный диагноз должен основываться на данных анамнеза и физического осмотра. Крайне важно, чтобы эти дети и подростки были направлены к опытному специалисту по тазобедренному суставу, который способен сопоставить результаты визуализации с данными комплексного физического обследования и соответствующего анамнеза. Дети и подростки, имеющие дискомфорт или болевой синдром в области тазобедренных суставов, должны быть осмотрены с учетом характера и локализации боли и пройти всестороннее физическое обследование, включающее в себя оценку походки, положения таза и объема движений в суставах [4].

Рентгенологические особенности проксимального отдела бедренной кости и вертлужной впадины, имеющие важное значение для диагностической оценки пограничной дисплазии, следующие (Рисунок 7) [30]:

(а) Угол Виберга: угол, образованный между перпендикулярной линией (белой линией) к линии, которая соединяет центры головки бедренной кости (белые

пунктирные линии) и линией (черная линия), которая соединяет центр головки бедренной кости с наиболее выступающей боковой точкой вертлужной впадины.

(b) Угол Tönnis: угол, образованный между линией (черная линия), проведенной между наиболее латеральными и наиболее медиальными точками вертлужной впадины и параллельной линией (белая линия) к линии, соединяющей центры головок бедренной кости (белая пунктирная линия).

(c) Индекс передней стенки (AWI) и индекс задней стенки (PWI): ось шейки бедренной кости (белая пунктирная линия) проводится от середины шейки до центра головки бедренной кости. Радиус (r) головки бедренной кости (пунктирная белая стрелка) рисуется в соответствии с осью шейки бедренной кости. Отмечаются точка, в которой ось шейки бедренной кости проходит через переднюю стенку, и точка, в которой ось шейки бедренной кости проходит через заднюю стенку. AWI рассчитывается путем деления расстояния до передней стенки «а» (черная стрелка) на радиус головки бедренной кости. PWI рассчитывается путем деления расстояния до задней стенки «р» (белая стрелка) на радиус головки бедренной кости. Средняя величина AWI для нормального тазобедренного сустава составила 0,41, для диспластических ТС - 0,28, для глубоких вертлужных впадин - 0,61. Средний PWI для нормального тазобедренного сустава составил 0,91, для диспластического ТС - 0,81 и 1,15 для глубоких вертлужных впадин.

(d) Индекс отношения задней к передней стенке (P/A): наиболее латеральный аспект вертлужной впадины и наиболее нижняя «точка падения слезы» соединены линией (сплошная белая линия), а перпендикулярная линия (белая пунктирная линия) проводится в ее средней точке. Вертлужная суставная поверхность отмечена белым пунктирным кругом. Измеряются расстояния от передней стенки (а) - (черная стрелка) и задней стенки (р) - (белая стрелка) до суставной поверхности вертлужной впадины, а индекс P/A рассчитывается как p/a.

(e) Передний центрально-краевой угол (АСЕА) для оценки переднего ацетабулярного покрытия головки бедренной кости: на рентгенограмме ложного профиля отмечается центр головки бедренной кости, и проводится продольная линия (белая линия), проходящая через центр головки бедренной кости. Передний центрально-краевой угол - это угол, образованный этой линией и линией, соединяющей центр головки бедренной кости с наиболее передней точкой ацетабулярной впадины (черная линия). Значения менее 20° считаются аномальными.

(f) Альфа-угол: ось шейки бедренной кости рисуется путем соединения центра шейки бедренной кости с центром головки бедренной кости (сплошная белая линия). Вокруг головки бедренной кости рисуется идеальный круг, и измеряется радиус головки бедренной кости (пунктирная белая линия, расстояние «r»). Отмечена точка, в которой расстояние от центра головки превышает радиус головки бедренной кости. Альфа-угол-это угол, образованный линией, соединяющей центр головки бедренной кости с точкой, в которой расстояние от центра головки превышает радиус головки бедренной кости (черная линия) и ось шейки бедренной кости (белая линия). Значения в диапазоне от 50 до 83° указывают на умеренную или тяжелую Сам деформацию.

(g) Угол шейки бедренной кости (ШДУ): угол, образованный между осью шейки бедренной кости (черная линия) и продольной осью бедренной кости (бе-

лая линия). Ширина шейки бедренной кости (черная пунктирная линия) и ширина бедренной кости (белая пунктирная линия) рисуются.

(h) Бедренно-эпифизарный индекс крыши вертлужной впадины (FEAR): угол, образованный между линией, представляющей физиологический край головки бедренной кости (черная линия), и линией, соединяющей наиболее медиальные и латеральные точки вертлужной впадины (белая линия).

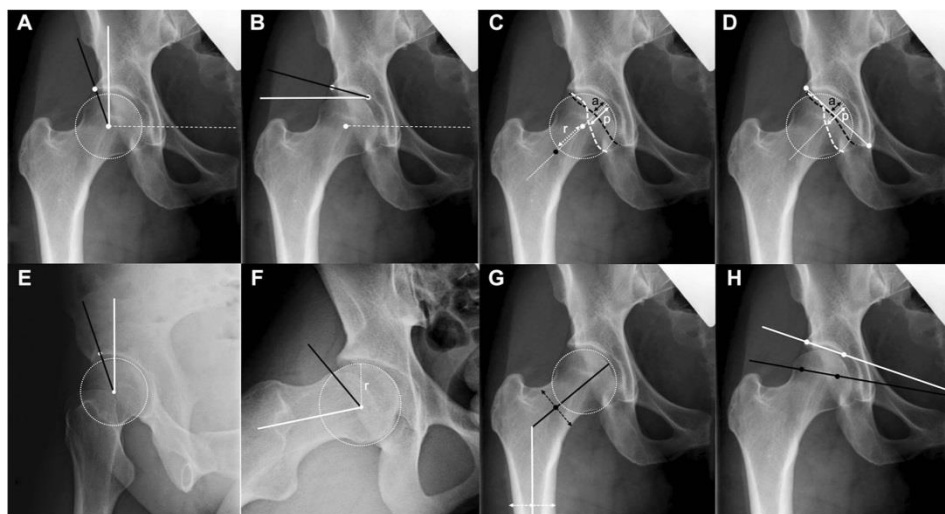


Рис. 7. Рентгенологические особенности проксимального отдела бедренной кости и вертлужной впадины. Пояснения даны в тексте. Цит. по [30].

Характеризующие углы пограничной дисплазии среди других типов дисплазии приведены в таблице 3.

Таблица 3

Классификация типов дисплазии [8, 52].

Степень дисплазии	Норма	Пограничная дисплазия ТС	Умеренная дисплазия ТС	Выраженная дисплазия ТС
Угол Виберга	> 25–30°	20–25°	5–19°	< 5°
Угол Tönnis	0–10°	10–13°(15)°	16–25	> 25°

McClincy MP с соавторами отмечают, что костнозрелые пациенты с болью в тазобедренном суставе и углом Виберга в диапазоне от 18° до 25° имеют полуспецифические типизации морфологии тазобедренного сустава.

Для пациентов мужского пола также были определены 3 кластера, представляющих различные паттерны морфологии тазобедренного сустава: «Задне-

латеральный ацетабулярный дефицит с глобальной Сам-морфологией», «Задне-латеральный ацетабулярный дефицит с фокальной Сам-морфологией» и «Латеральный ацетабулярный дефицит без Сам-морфологии».

Для пациенток женского пола было выделено 3 кластера: «Задне-латеральная ацетабулярная недостаточность с глобальной Сам-морфологией», «Задне-латеральная ацетабулярная недостаточность с фокальной Сам-морфологией», и «Передне-латеральный ацетабулярный дефицит». Кроме того, для большинства пациентов женского пола была характерна лигаментарная слабость [30].

Сходные результаты морфологической типизации тазобедренных суставов получили Vaudreuil, N.J. с соавторами [52]; они провели кластерный анализ с целью выявления морфологических подгрупп в общей группе пациентов с пограничной дисплазией. Оказалось, что у мужчин и женщин морфология также была разной (Таблица 4).

Пациенты мужского пола разбились на 3 морфологических кластера: «Глобальный импинджмент» (высокий угол Альфа на рентгенограммах в прямой и Dunn-проекции и низкий *индекс задней стенки*), «Фокальный импинджмент» (высокий угол Альфа на Dunn-проекции и низкий *индекс задней стенки*), «Изолированный боковой дефицит вертлужной впадины» (низкий угол Виберга).

Пациенты женского пола также разбились на 3 морфологических кластера: «Импинджмент» (высокий угол Альфа на рентгенограммах в прямой и Dunn-проекции), «Передне-боковой дефицит вертлужной впадины» (низкий угол Виберга, низкий *индекс передней стенки*, низкий *передний центрально-краевой угол*, высокий *бедренно-эпифизарный индекс крыши вертлужной впадины* - FEAR), «Изолированный боковой дефицит вертлужной впадины» (низкий угол Виберга) [52].

Три кластера пациентов, два у мужчин («Глобальный импинджмент» и «Фокальный импинджмент») и один у женщин («Импинджмент») имели морфологические особенности, согласующиеся с диагностическими признаками ФАИ. Кластер «Передне-бокового дефицита вертлужной впадины» у женщин выявил многочисленные признаки дисплазии вертлужной впадины. Авторы сообщают, что не редки случаи неоптимального переднего покрытия при нормальных углах Виберга [52].

Оценка наличия дисплазии по углу Виберга является чрезмерно упрощенным подходом, который может поставить под угрозу надлежащую классификацию и может предоставить недостаточные данные для лечения тазобедренных суставов с дополнительными особенностями дисплазии или нестабильности [30].

В ходе исследования Fischer CS. и соавторов (обследовались представители 21-90 лет) было обнаружено, что для некоторых популяций возраст, пол, рост и индекс массы тела (ИМТ) являются факторами, коррелирующими со «смещением» нормы в диспластический диапазон. В этом исследовании наблюдалась взаимосвязь между углом Виберга и возрастом (чем старше пациент, тем больше у него угол Виберга), ростом (на каждые 10-см высоты, угол Виберга уменьшается приблизительно на 1°) и ИМТ (чем ниже ИМТ, тем ниже угол Виберга). Напротив, не наблюдалось взаимосвязи веса с углом Виберга. Исследователи показали, что связь аномальных рентгенографических показателей с истинной клинической патологией тазобедренных суставов в лучшем случае незначительна [11].

Таблица 4

Морфологические категории пограничной дисплазии вертлужной впадины (угол Виберга от 18° до 25°) у мужчин и женщин по данным рентгенографии в прямой проекции [52].

Мужские пограничные кластеры				Женские пограничные кластеры		
Глобальный импинджмент	Фокальный импинджмент	Изолированный боковой дефицит вертлужной впадины	Кластер	Импинджмент	Переднебоковой дефицит вертлужной впадины	Изолированная боковая недостаточность вертлужной впадины
35 %	40 %	25 %	Встречаемость	16 %	58 %	26 %
Сам морфология - высокий Альфа-угол в прямой проекции и по Dunn	Сам морфология по Dunn проекции	Нормальная морфология проксимальной части бедренной кости	Морфология бедренной кости	Сам морфология в прямой проекции и по Dunn	Нормальная морфология проксимальной части бедренной кости	Нормальная морфология проксимальной части бедренной кости
Верхняя ацетабулярная ретроверсия и низкий угол Виберга	Верхняя ацетабулярная ретроверсия и низкий угол Виберга	Изолированно низкий угол Виберга	Ацетабулярная морфология	Изолированно низкий угол Виберга	Низкий угол Виберга, переднее (AWI, ACEA) покрытие.	Изолированно низкий угол Виберга

Примечание: Где, AWI – индекс передней стенки, RWI – индекс задней стенки, ACEA – передний центрально-краевой угол, FEAR – бедренно-эпифизарный индекс крыши вертлужной впадины.

Угол Виберга является надежной мерой бокового вертлужного покрытия, но не является мерой для глобальной морфологии вертлужной впадины. При пограничной дисплазии важно оценивать переднее и заднее покрытие вертлужной впадины, проксимальную морфологию бедра и его ротационное выравнивание (alignment) в вертлужной впадине [52].

Недостаточность и чрезмерность покрытия являются двумя крайними патологическими формами морфологии вертлужной впадины (Рисунок 8), которые сопровождаются двумя граничными патомеханизмами: статической перегрузкой (при недопокрытии) и динамическим ФАИ конфликтом (при сверхпокрытии) [46].



Рис. 8. Слева направо последовательно представлены примеры («дисплазия», «контрольная группа», «сверхпокрытие», «выраженное сверхпокрытие») рентгенограмм правого тазобедренного сустава в прямой проекции [46].

Указанные патологические формы морфологии вертлужной впадины континуально связаны, что проиллюстрировано на рисунке 9.

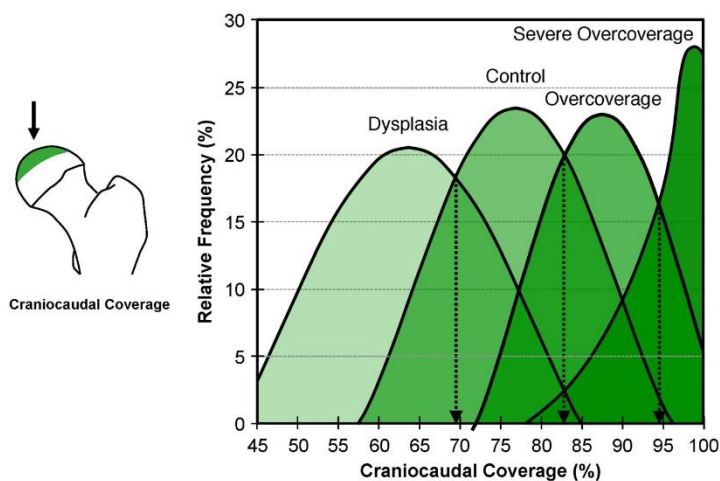


Рис. 9. Кривые распределения для краниокаудального покрытия четырех исследуемых групп: «дисплазия» (угол Виберга < 22), «контрольная группа» (угол Виберга 23-33), «сверхпокрытие» (угол Виберга 34-39), «выраженное сверхпокрытие» (угол Виберга > 39). На изображении слева показано краниокаудальное покрытие и направление краниокаудального направления (черная стрелка) [46].

Примечание: Краниокаудальное покрытие - процентная доля головки бедренной кости, покрытой вертлужной впадиной в краниокаудальном направлении.

Все больше исследователей склоняются к тому, что диспластический ТС представляет собой субпопуляцию, особенно подверженную травмам суставов. Даже при пограничной дисплазии (угол Виберга от 22° до 28°) возникают

лабральные и хондральные повреждения, причем они чаще всего происходят в передней области вертлужной впадины. Эти повреждения чаще всего вызваны гиперэкстензией и ротацией, а не флексией и импинджментом [28].

Клиническая картина дисплазии вертлужной впадины может быть различной, но наиболее распространенным симптомом является боль в паху, которую можно протестировать следующим образом (Рисунок 10) [21].



Рис. 10. При ДСТ боль может быть вызвана пассивным движением бедра в полное сгибание, приведение и внутреннюю ротацию. Эта комбинация приводит проксимальную и переднюю часть шейки бедра в соприкосновение с краем вертлужной впадины [21].

При медицинском обследовании пациентов с подозрением на дисплазию ТС следует обратить внимание на особенности походки: при переносе веса тела на пораженную конечность таз может опускаться в сторону незатронутой стороны (походка Тренделенбурга), в других случаях корпус может отклоняться в сторону пораженной стороны (абдукторная походка) [35].

Также важно оценить позвоночник на наличие деформации, оценить разницу в длине ног и проверить пациента на наличие признаков связочной гиперэластич-

ности. В первую очередь следует оценивать безболезненную контралатеральную конечность. Помимо стандартных тестов (см. Часть II) следует выполнить тест Дремана (Drehman) на флексию и внешнюю ротацию.

Также необходимо исследовать появления щелчков при движении ТС, отметить атрофию мышц и снижение их силы, и изменение сухожилий в области большого вертела [42].

Анатомия у типичного взрослого пациента, как правило, достаточно однородна, в то время как у педиатрического пациента анатомия чаще уникальна в связи с лежащими в основе нарушениями развития и предшествующим лечением [42].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисплазия тазобедренных суставов до сих пор остается открытой проблемой. Нередко, изменения морфологии тазобедренного сустава, особенно сопровождающиеся нарушением покрытия головки бедренной кости, необоснованно относят к его дисплазии. В то время как такие изменения могут соответствовать разновидностям возрастной (и даже профессиональной) нормы, то есть маргинальным разновидностям конституции.

Рентгенологические критерии дисплазии все больше вызывают сомнения. Двумерные проекционные изображения КТ и МРТ исследований значительно расширяют визуальную картину тазобедренного сустава, но эта картина все равно остается двумерной. В то время как диспластические нарушения морфологии происходят в пространственном, то есть на трехмерном уровне, критериев оценки которых еще не выработано. Не исключено, что сложность сопоставления количественных характеристик тазобедренного сустава при оценке дисплазии заключается в качественном характере патологических изменений при дисплазии. Тем самым идентифицировать дисплазию тазобедренных суставов следует не метрическими, а топологическими характеристиками.

Сами рентгенологические характеристики, получаемые на основании обзорной рентгенограммы тазобедренных суставов в прямой проекции, следует воспринимать как неотъемлемый шаг в диагностическом поиске, а не как основание для постановки диагноза. Актуальность подробного сбора анамнеза и всестороннего физического обследования специалистом по тазобедренным суставам, разбирающимся в биомеханике движений, все больше возрастает (особенно, если это касается юных спортсменов или танцоров).

Многочисленные исследования показывают, что так называемая *пограничная дисплазия* тазобедренных суставов у подростков может представлять не дисплазию, а крайнюю разновидность нормы морфологии суставов, либо иметь иной генез, нежели *развивающаяся дисплазия* младшего возраста. Причиной модификации ацетабулярной морфологии у подростков могут быть компенсаторные (адаптационные) изменения процесса роста и окостенения тканей, особенно у лиц, регулярно получающих повышенные узкоспециализированные физические нагрузки.

Формально, оптимальные показатели выворотности (неглубокая ретровертированная вертлужная впадина, пограничная *Coxa valga* и ретроверсия бедренной кости, гипермобильность и гиперэластичность связочного аппарата) являются

фенотипическими маркерами дисплазии тазобедренного сустава. Но так ли это на самом деле?

Все большее число исследований показывает, что у профессиональных артистов балета костная морфология находится в пределах нормы, хотя авторы указывают, что это маргинальная норма. Не исключено, что типичные фенотипические маркеры дисплазии тазобедренных суставов, присущие детям с хореографической выворотностью, но не имеющим симптоматики (как пассивной, то есть в покое, так и активной, проявляющейся в профессиональной деятельности или при физическом тестировании) следует рассматривать как разновидность диспластического типа конституции, а не дисплазии как патологии.

Поэтому есть все основания полагать, что **хореографическая выворотность является конституционно обусловленной анатомо-физиологической особенностью строения опорно-двигательного аппарата, позволяющей выполнять определённые профессиональные задачи в видах двигательной активности, связанных с искусством движения.**

Выворотность, как профессиональное хореографическое качество напрямую с дисплазией тазобедренных суставов не связана. Но это не означает, что наличие хореографической выворотности исключает возможность дисплазии тазобедренного сустава. Исследования показывают высокую распространенность диспластической стигматизации и дисплазии тазобедренных суставов среди представителей видов двигательной активности, связанных с искусством движения. Причиной тому являются специфические анатомо-физиологические требования, предъявляемые к данной категории лиц. Эти требования выражаются в наличии у претендентов определённых способностей, значительно реже встречающихся у лиц без диспластического типа конституции. Поэтому, при проведении профессионального отбора в хореографические училища будущих артистов балета, следует расширить педагогическое тестирование на первом туре и медицинское обследование на втором туре. То же касается как этапных, так и углубленных медицинских осмотров юных спортсменов.

Спортсмены и танцоры с диспластическим типом развития тазобедренных суставов (то есть с так называемой *пограничной дисплазией*) очень чувствительны к неадекватной физической нагрузке, которая может привести к серьёзным заболеваниям опорно-двигательного аппарата, таким как болезнь Легга–Кальве–Пертеса, асептический некроз головки бедренной кости и др. Таким танцовщикам и спортсменам следует избегать осевой перегрузки тазобедренных суставов и в обязательном порядке выполнять специальные компенсирующие восстановительные мероприятия в течение всего учебного года и, особенно, на каникулах. Несоблюдение этих правил может грозить серьёзными заболеваниями вплоть до инвалидизирующих. Поэтому среди данного контингента детей всегда следует проявлять повышенную диагностическую диспластическую настороженность.

При медико-биологическом сопровождении юных спортсменов и танцоров следует чётко различать диспластический тип развития тазобедренных суставов как крайнюю разновидность физиологической нормы и дисплазию тазобедренных суставов и, тем более, выраженный синдром дисплазии соединительной ткани, являющийся абсолютным противопоказанием к любого рода повышенным физическим нагрузкам и профессиональным занятиям спортом или танцем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Anderson LA, Kapron AL, Aoki SK, Peters CL. Coxa profunda: is the deep acetabulum overcovered? *Clin Orthop Relat Res*. 2012; 470(12):3375-3382.
2. Anderson LA, Anderson MB, Erickson JA et al (2017) Acetabular wall indices help to distinguish acetabular coverage in asymptomatic adults with varying morphologies. *Clin Orthop Relat Res* 475:1027–1033.
3. Bauman PA, Singson R, Hamilton WG. Femoral neck anteversion in ballerinas. *Clin Orthop*. 1994;57–63.
4. Bixby SD, Millis MB. The borderline dysplastic hip: when and how is it abnormal? *Pediatr Radiol*. 2019 Nov;49(12):1669-1677.
5. Bolia I, Utsunomiya H, Locks R, Briggs K, Philippon MJ. Twenty-Year Systematic Review of the Hip Pathology, Risk Factors, Treatment, and Clinical Outcomes in Artistic Athletes-Dancers, Figure Skaters, and Gymnasts. *Clin J Sport Med*. 2018 Jan;28(1):82-90.
6. Briggs, J, McCormack, M, Hakim, AJ, Grahame, R. Injury and joint hypermobility syndrome in ballet dancers—a 5-year follow-up. *Rheumatology*. 2009;48:1613-1614.
7. Clohisy JC, Nunley RM, Carlisle JC, Schoenecker PL. Incidence and characteristics of femoral deformities in the dysplastic hip. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467:128–34.
8. Dangin A, Tardy N, Wettstein M, May O, Bonin N. Microinstability of the hip: A review. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016 Dec 102(8S):S301-S309.
9. Diesel CV, Ribeiro TA, Coussirat C et al (2015) Coxa profunda in the diagnosis of pincer-type femoroacetabular impingement and its prevalence in asymptomatic subjects. *Bone Joint J* 97-B:478–483.
10. Doherty M, Courtney P, Doherty S et al. Nonspherical femoral head shape (pistol grip deformity), neck shaft angle, and risk of hip osteoarthritis: a case-control study. *Arthritis Rheum*, 2008, 58:3172–3182
11. Fischer CS, Kühn JP, Ittermann T et al (2018) What are the reference values and associated factors for center edge angle and alpha angle? A population-based study. *Clin Orthop Relat Res* 476:2249–2259.
12. Frank JM, Harris JD, Erickson BJ et al (2015) Prevalence of femoroacetabular impingement imaging findings in asymptomatic volunteers: a systematic review. *Arthroscopy* 31:1199–1204.
13. Fujii M, Nakashima Y, Yamamoto T, et al. Acetabular retroversion in developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92:895-903.
14. Gala L, Clohisy JC, Beaulé PE. Hip Dysplasia in the Young Adult. *J Bone Joint Surg Am*. 2016 Jan 6;98(1):63-73.
15. Gupta A, Chandrasekaran S, Redmond JM, Hammarstedt JE, Cramer TL, Liu Y, Domb BG. Does Labral Size Correlate With Degree of Acetabular Dysplasia? *Orthop J Sports Med*. 2015 Feb 24;3(2):2325967115572573.
16. Hamilton WG, Hamilton LH, Marshall P, Molnar M. A profile of the musculoskeletal characteristics of elite professional ballet dancers. *Am J Sports Med*. 1992;20:267-273.

17. Harris JD, Gerrie BJ, Varner KE, et al. Radiographic prevalence of dysplasia, cam, and pincer deformities in elite ballet. *Am J Sports Med.* 2016;44:20–27.
18. Harris JD, Gerrie BJ, Lintner DM, Varner KE, McCulloch PC. Microinstability of the Hip and the Splits Radiograph. *Orthopedics.* 2016b Jan-Feb;39(1):e169-75.
19. Jamali AA, Mladenov K, Meyer DC et al (2007) Anteroposterior pelvic radiographs to assess acetabular retroversion: high validity of the "cross-over-sign". *J Orthop Res* 25:758–765.
20. Kiyama T, Naito M, Shiramizu K, Shinoda T. Postoperative acetabular retroversion causes posterior osteoarthritis of the hip. *Int Orthop* 2009; 33: 625–31.
21. Klaue K, Durnin CW, Ganz R. The acetabular rim syndrome: a clinical presentation of dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg [Br]* 1991;73-B:423-9.
22. Kraeutler MJ, Garabekyan T, Pascual-Garrido C, Mei-Dan O. Hip instability: a review of hip dysplasia and other contributing factors. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2016 Dec 21;6(3):343-353.
23. Larson CM, Moreau-Gaudry A, Kelly BT et al (2015) Are normal hips being labeled as pathologic? A CT-based method for defining normal acetabular coverage. *Clin Orthop Relat Res* 473:1247–1254.
24. Lee CB, Mata-Fink A, Millis MB, Kim Y-J. Demographic differences in adolescent-diagnosed and adult-diagnosed acetabular dysplasia compared with infantile developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthopaedics* 2013. 2013;33(2):107–11.
25. Liporace FA, Ong B, Mohaideen A, Ong A, Koval KJ. Development and injury of the triradiate cartilage with its effects on acetabular development: review of the literature. *J Trauma.* 2003;54(6):1245–9.
26. Mayes S, Ferris AR, Smith P, et al. Atraumatic tears of the ligamentum teres are more frequent in professional ballet dancers than a sporting population. *Skelet Radiol.* 2016;45:959–967.
27. Mayes S, Ferris AR, Smith P, Garnham A, Cook J. Bony morphology of the hip in professional ballet dancers compared to athletes. *Eur Radiol.* 2017 Jul;27(7):3042-3049.
28. McCarthy JC, Lee JA. Acetabular dysplasia: a paradigm of arthroscopic examination of chondral injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 2002 Dec;(405):122-8.
29. McClincy MP, Wylie JD, Kim YJ et al (2018) Periacetabular osteotomy improves pain and function in patients with lateral center-edge angle between 18° and 25°, but are these hips really borderline dysplastic? *Clin Orthop Relat Res* 477:1145–1153.
30. McClincy MP, Wylie JD, Yen YM, Novais EN. Mild or Borderline Hip Dysplasia: Are We Characterizing Hips With a Lateral Center-Edge Angle Between 18° and 25° Appropriately? *Am J Sports Med.* 2019 Jan;47(1):112-122.
31. Millis MB, Kim YJ (2002) Rationale of osteotomy and related procedures for hip preservation: a review. *Clin Orthop Relat Res* 405:108–121.
32. Mitchell JC, Giannoudis PV, Millner PA, et al. A rare fracture-dislocation of the hip in a gymnast and review of the literature. *Br J Sports Med.* 1999; 33:283–284.
33. Murphy SB, Ganz R, Muller ME. The prognosis in untreated dysplasia of the hip. A study of radiographic factors that predict the outcome. *JBJS Am.* 1995;77:985–9.

34. Nepple JJ, Lehmann CL, Ross JR et al (2013) Coxa profunda is not a useful radiographic parameter for diagnosing pincer-type femoroacetabular impingement. *J Bone Joint Surg Am* 95:417–423.
35. Nunley RM, Prather H, Hunt D et al. Clinical Presentation of symptomatic acetabular dysplasia in skeletally mature patients. *JBJS Am* 2011;93 (Suppl):17–21.
36. Okano K, Yamaguchi K, Ninomiya Y, et al. Relationship between developmental dislocation of the hip in infant and acetabular dysplasia at skeletal maturity. *Medicine* (Baltimore). 2015;94(1):e268.
37. Ortiz-Neira CL, Paolucci EO, Donnon T. A meta-analysis of common risk factors associated with the diagnosis of developmental dysplasia of the hip in newborns. *Eur J Radiol.* 2012;81(3):e344– 351.
38. Peelle MW, Della Rocca GJ, Maloney WJ, Curry MC, Clohisey JC. Acetabular and femoral radiographic abnormalities associated with labral tears. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;441: 327–333.
39. Pun S. Hip dysplasia in the young adult caused by residual childhood and adolescent-onset dysplasia. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2016;9(4):427–434.
40. Reid DC, Burnham RS, Saboe LA, Kushner SF. Lower extremity flexibility patterns in classical ballet dancers and their correlation to lateral hip and knee injuries. *Am J Sport Med.* 1987;15:347–52.
41. Reynolds D, Lucas J, Klauke K. Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81:281–288.
42. Roy DR. The use of hip arthroscopy in the management of the pediatric hip. *J Hip Preserv Surg.* 2015 Dec 10;3(2):97-107.
43. Stein, DA, Polatsch, DB, Gidumal, R, Rose, DJ. Low-energy anterior hip dislocation in a dancer. *Am J Orthop.* 2002;31:591-594.
44. Suter A, Dietrich TJ, Maier M, Dora C, Pfirrmann CW (2015) MR findings associated with positive distraction of the hip joint achieved by axial traction. *Skeletal Radiol* 44:787–795.
45. Tannast M, Siebenrock KA, Anderson SE (2007) Femoroacetabular impingement: radiographic diagnosis — what the radiologist should know. *AJR Am J Roentgenol* 188:1540–1552.
46. Tannast M, Fritsch S, Zheng G, Siebenrock KA, Steppacher SD. Which radiographic hip parameters do not have to be corrected for pelvic rotation and tilt? *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(4):1255- 1266.
47. Thomas GER, Palmer AJR, Batra RN, et al. Subclinical deformities of the hip are significant predictors of radiographic osteoarthritis and joint replacement in women. A 20 year longitudinal cohort study. *Osteoarthr Cartil.* 2014;22(10):1504–10.
48. Tönnis D, Heinecke A. Acetabular and femoral anteversion: relationship with osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:1747–70.
49. Tönnis D, Remus W. Development of hip dysplasia in puberty due to delayed ossification of femoral nucleus, growth plate and triradiate cartilage. *J Pediatr Orthop B.* 2004;13(5):287–92.
50. Turner R, O’Sullivan E, Edelstein J. Hip dysplasia and the performing arts: is there a correlation? *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2012;5:39–45.
51. Vahedi H, Alvand A, Kazemi SM, Azboy I, Parvizi J. The ‘low-volume acetabulum’: dysplasia in disguise. *J Hip Preserv Surg.* 2018 Oct 16;5(4):399-403.

52. Vaudreuil, N.J., McClincy, M.P. Evaluation and Treatment of Borderline Dysplasia: Moving Beyond the Lateral Center Edge Angle. *Curr Rev Musculoskelet Med* (2020). <https://doi.org/10.1007/s12178-020-09599-y>
53. Weber AE, Bedi A, Tibor LM, Zaltz I, Larson CM. The Hyperflexible Hip: Managing Hip Pain in the Dancer and Gymnast. *Sports Health*. 2015;7(4):346–358.
54. Wells J, Nepple JJ, Crook K, Ross JR, Bedi A, Schoenecker P, Clohisy JC. Femoral Morphology in the Dysplastic Hip: Three-dimensional Characterizations With CT. *Clin Orthop Relat Res*. 2017 Apr;475(4):1045-1054.
55. Wiberg G. Studies of acetabular and congenital subluxation of the hip joint with special reference to complications of osteoarthritis. *Acta Chir Scand*. 1939;83 (Suppl):58.
56. Zaltz I, Kelly BT, Hetsroni I, Bedi A. The crossover sign overestimates acetabular retroversion. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(8):2463-2470.

ОБЗОР МАТЕРИАЛОВ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СИМПОЗИУМА НА КОНФЕРЕНЦИИ «ПОДРОСТОК В МЕГАПОЛИСЕ» В АПРЕЛЕ 2020 Г.

*Д.И. Ломакин
ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», Москва*

Review of the materials of the psychophysiological symposium at the conference "teenagers in megapolis" in april 2020.

DOI:10.46742/2072-8840-2020-62-2-131-137

15 апреля 2020 года состоялась 13-ая конференция «Подросток в мегаполисе», организованная центром психологического сопровождения подростков «Перекресток» в сотрудничестве с московскими университетами. Благодаря усилиям основателей центра Кириллу Хломову, Александре Бочавер, Марии Кац и их соратникам, конференция состоялась в онлайн формате, что позволило участникам, невзирая на обстоятельства, поделиться практическим опытом и результатами исследований. Среди докладчиков традиционно популярно обращение к психофизиологическому материалу. Так, психиатр Всеволод Розанов, представил обобщенные данные о роли экологических и психофизиологических факторов, влияющих на частоту суицидов [10]. Докладчик описывает исследования, в которых обсуждается влияние природных циклов на уровень серотонина и других медиаторов ЦНС: уровень серотонина в плазме крови выше всего летом и снижается осенью, что может приводить к возрастанию числа суицидов в весенний и осенний период. Учитывая интерес к актуальным исследованиям биологических факторов поведения, в этот раз в конференцию был включен отдельный симпозиум, посвященный психофизиологическим популяционным подростковым исследованиям. Два доклада были представлены лабораторией психогенетики Психологического Института РАО, четыре доклада представлены сотрудниками Института Возрастной Физиологии РАО.

Виктория Исмагулина, ведущий научный сотрудник, лаборатории возрастной психогенетики ПИ РАО, представила доклад, посвященный серии исследований генетико-средовых факторов, обуславливающих связь общего интеллекта с пространственной рабочей памятью и планированием. Первое исследование пространственной рабочей памяти проведено среди более чем 300 близнецовых пар детей и подростков от 10 до 17 лет. По данным корреляционного анализа, генетические факторы вносят вклад в индивидуальные различия рабочей памяти, определяющей удержание инструкции, тогда как способность обдумывать, оцененная показателем латентного времени до первого ответа, скорее определена средовыми эффектами [2]. Более того, сравнивая результаты своего исследования с результатами аналогичных исследований, авторы предполагают, что интенсивность генетических влияний на функцию переработки информации в рабочей памяти зависит от сложности задачи и требований, которые задача предъявляет испытуемому. Второе исследование посвящено изучению когнитивной функции планирования с помощью методики «Кембриджский чулок», аналогичной игре «Ханойские башни» у подростков. В этом исследовании приняли участие 289 подростков. Группа

испытуемых была разделена на две части: 10-14 лет, условно начальная стадия пубертата и 15-17 лет, условно завершающая стадия пубертата. Старшая группа выполнила значимо большее количество заданий с меньшим количеством шагов. Также, подростки, использующие стратегию первоначального планирования, в независимости от возраста, делают меньше шагов при решении задач, чем подростки, использующие стратегию текущего планирования, а также решают больше задач. Также в период с 10 до 17 лет нарастает процент случаев использования стратегии первоначального планирования: 32 % в 10 лет до 47.8 % в 17 лет. При этом время, затраченное на планирование старшими и младшими подростками почти не отличается, что говорит о более эффективном использовании рабочей памяти. В исследовании вклада наследственных факторов в способность планировать у подростков [3] показано, что средовые факторы имеют большее значение для первоначального планирования, однако, наследственные факторы делают больший вклад в продуктивность – большее количество решенных задач. Вместе с тем, отмечается, что различия не велики, что указывает на возможность влияние средовых факторов на развитие навыков планирования. Также обнаружен значительный вклад индивидуально-средовых факторов, например, интересов или направленности личности. Следующее исследование [13] было направлено на изучение генетических и средовых влияний на фенотипические отношения между интеллектом, планированием и рабочей памятью среди подростков. В нем приняли участие 524 пары dizygотных и 377 пар monozygotных близнецов (~12.9 лет, $f=45\%$, 377 MZ, 524 DZ пар близнецов). Результаты показали, что вариативность результатов при выполнении теста «Матрица Равена» связана с наследственными факторами и средовыми примерно в равной степени с небольшим преобладанием обще-средового фактора (46 %). Результаты задачи на планирование скорее определены индивидуально-средовыми факторами (63 %). Результаты выполнения задачи на рабочую память скорее связаны с влиянием индивидуально-средового фактора (58 %). Однако влияние общих факторов как наследственного, так и индивидуально-средового на связь интеллекта, рабочей памяти и планирования крайне мало и незначимо. Статистически значимым оказалось влияние обще-средового фактора (то есть, семьи), на связь невербального интеллекта с планированием, а также невербального интеллекта и рабочей памяти. Суммируя, можно сказать, что такие отдельные черты, как способность к предварительному планированию, в большей степени характерны для старших подростков и подобно зрительной рабочей памяти скорее зависят от индивидуально-средовых факторов. При этом влияние отдельных черт на общий интеллект скорее связано с влиянием ближайшего семейного окружения.

Марина Лобаскова, старший научный сотрудник лаборатории возрастной психогенетики ПИ РАО, представила исследование группы из 372 пар близнецов от 10 до 18 лет. Близнецовым методом оценивался баланс влияния факторов наследственности и среды на черты темперамента и особенности поведения. (интернализированного и экстернализованного) Рассмотрены три группы факторов: генетические (например, заболевания), индивидуально средовые (например, круг друзей) и общие средовые (например, образование родителей). Черты темперамента оценивались с помощью опросника Ротбарт, черты экстернализации-интернализации с помощью опросника Ахенбаха. Наибольший вклад наслед-

ственных факторов отмечается в случае ковариации экстернализации с экстраверсией (35 %), негативного аффекта (47 %), произвольного контроля (70 %). В случае интернализации ковариация с темпераментом испытывает большее влияние обще-средовых факторов: 59 % для произвольного контроля и 46 % для негативной эмоциональности. Для связи негативной эмоциональности с интернализацией также характерно влияние индивидуально-средовых факторов (40 %). Обобщая, можно сказать, что для экстернализации и черт темперамента скорее общими являются генетические факторы, а для связи интернализации с темпераментом скорее значимы факторы средовые. Также интересно примерно пропорционально-обратное соотношение между произвольным контролем торможения и экстернализацией (70 % - влияние генетических факторов), а также произвольным контролем-интернализацией: 82 % влияние средовых факторов с преимущественным влиянием общесредовых 59 % [12]. Произвольный контроль, экстраверсию, низкую негативную эмоциональность можно рассматривать как факторы психологического благополучия, препятствующие возникновению эмоциональных и поведенческих проблем подростков [6].

Ирина Ермакова, старший научный сотрудник, лаборатория комплексных исследований процессов адаптации ИВФ РАО представила исследование с участием более чем 300 детей в возрасте 9-18 лет [1]. В докладе продемонстрирована связь двукратного увеличения концентрации гормона тестостерона в подростковый период с практически удвоением массы и увеличением длины тела на треть. Для мальчиков повышение концентрации тестостерона коррелирует со снижением социальной тревоги и повышением статуса в коллективе, тогда как повышение концентрации кортизола скорее связано с ослаблением враждебности. Что касается взаимных корреляций тестостерона и кортизола, то обнаружена их положительная корреляция у мальчиков.

Юлия Комкова, старший научный сотрудник лаборатории возрастной психофизиологии и диагностики развития ИВФ РАО представила результаты электроэнцефалографического исследования функционального состояния глубинных структур головного мозга на разных стадиях полового созревания [4]. В исследовании приняли участие дети и подростки в возрасте от 9 до 17 лет, всего 201 человек. Вне зависимости от пола и стадии полового созревания на ЭЭГ отмечается высокая частота представленности изменений диэнцефального (гипоталамического) происхождения.

Распределение ЭЭГ-паттернов глубинного происхождения, отражающих функциональное состояние передних отделов головного мозга у мальчиков и девочек зависит от стадии полового созревания.

Так, неоптимальное функциональное состояние фронто-таламической регуляторной системы (обнаруживается связь с реализацией когнитивных управляющих функций) преимущественно представлено у мальчиков на 1-2, у девочек на 2 стадии полового созревания.

Гормональные влияния определяют нелинейное изменение функционального состояния лимбической системы (обнаруживаются связь с процессами эмоциональной регуляции) у мальчиков и девочек.

Наблюдается нелинейность изменений и электрической активности лобно-базального происхождения. Наибольшая встречаемость у мальчиков наблюдается на 3-4 стадии и 4-5 -у девочек.

Таким образом, показаны существенные сдвиги в балансе корково-подкоркового взаимодействия на фоне изменений функционального состояния центрального регуляторного звена эндокринной системы – гипоталамо-гипофизарного комплекса.

Марина Воронова и Дмитрий Ломакин, сотрудники лаборатории нейрофизиологии когнитивной деятельности ИВФ РАО, представили доклады на основе междисциплинарного исследования психофизиологических факторов склонности к отклоняющемуся поведению у подростков. В исследовании приняли участие две группы подростков 13-16 лет: группа с признаками отклонений в поведении (82 человека) и группа без признаков отклонений в поведении (125 человек). Результаты оценки склонности к отклоняющемуся поведению (опросники Ахенбаха-YSR и СОП Орел А.Н.) показали значимые межгрупповые различия практически по всем шкалам (включая агрессию, делинквентное поведение, склонность к преодолению норм и правил) при более высоких значениях в группе отклоняющегося поведения. Разница в склонности к риску, оцененной посредством экспериментальной методикой BART (игра с вознаграждением), скорее отражается в стратегии достижения награды: импульсивной, у подростков с высокими показателями по шкале преодоления норм и правил, стабильно низкой у подростков с высокими показателями по шкалам делинквентности. Для группы подростков без признаков отклонений в поведении характерна стратегия постепенного возрастания рискованных ставок к концу игры [7]. Особенности произвольной регуляции деятельности оценивались посредством нейропсихологических проб и сопоставлялись с признаками неоптимального состояния регуляторных систем мозга, на основе качественного анализа ЭЭГ. В группе подростков с отклоняющимся поведением значительно чаще встречались признаки неоптимального состояния фронтоталамической (в сочетании с трудностями усвоения новой программы, трудностями устойчивого удержания программы), лимбической (в сочетании с персеверациями, трудностями удержания программы) систем, а также локальные отклонения электрической активности в левом полушарии в сочетании с наиболее выраженные трудности устойчивого удержания программы действий а также эмоционально-мотивационных аспектов поведения [9]. Изучение возрастной динамики взаимодействия кортикальных структур основных сетей покоя (дефолтной сети (default mode network, DMN), сети обнаружения ключевых событий (salience network, SN) и центральной управляющей сети (central executive network, CEN) на основе количественных методов анализа ЭЭГ в различных частотных диапазонах [11] показало, что для возрастной группы 11-13 лет (34 подростка) сила функциональных связей в θ -диапазоне частот выше, чем в старшей группе (54 подростка). Анализ направленных связей выявил значимое влияние возраста во всех частотных диапазонах для CEN и DMN, а для SN – во всех, кроме диапазонов $\beta 2$ и γ . Наиболее выраженные возрастные изменения обнаружены для восходящих связей, направленных от более каудальных к более фронтальным областям в двух сетях CEN и DMN, причем в младшей возрастной группе сила эффективных связей больше, чем в старшей. Влияние пола на силу эффективных связей прояви-

лось преимущественно в младшей группе и заключалось в более сильных связях в DMN и CEN у девочек по сравнению с мальчиками [8]. При сравнении групп нормативного и отклоняющегося поведения, обнаружено, что у подростков с трудностями регуляции поведения направленные (эффективные) связи между префронтальными узлами CEN и DMN – правой дорзолатеральной префронтальной и медиальной префронтальной корой снижены по сравнению с подростками контрольной группы, причем в обеих группах преобладают влияния от медиальной к дорзолатеральной префронтальной коре [5].

Исходя из представленных на симпозиуме данных, можно отметить, что психофизиологические исследования свидетельствуют о нелинейных и в ряде случаев разнонаправленных возрастных изменениях поведения, психических функций и их физиологического обеспечения в подростковом возрасте. В будущем, для конференции практической направленности интерес могут представлять конкретные случаи, иллюстрирующие влияние психофизиологических систем на поведение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермакова И., Адамовская О., Сельверова Н. Физическое развитие, нейровегетативный, гормональный и психоэмоциональный статус детей на разных стадиях полового созревания // Новые исследования. -- 2017. -- Т. 4, № 53.

2. Исмагуллина В., Белова А., Воронин И., Малых С. Роль наследственных и средовых факторов в способности планировать у подростков // Теоретическая и экспериментальная психология. -- 2014. -- Т. 7, № 4.

3. Исмагуллина В., Белова А., Воронин И., Малых С. Природа индивидуальных различий пространственной рабочей памяти у детей школьного возраста // Теоретическая и экспериментальная психология. -- 2015. -- Т. 8, № 4.

4. Комкова Ю. Н. Электрическая активность головного мозга у детей и подростков на разных стадиях полового созревания в состоянии покоя // Новые исследования. -- 2018. -- Т. 1, № 54.

5. Курганский А. Функциональная организация мозга человека в состоянии покоя. // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. -- 2018. -- Т. 68, № 5.

6. Курганский А., Ломакин Д., Мачинская Р. Нейронные сети покоя у подростков с трудностями регуляции поведения: анализ эффективных связей в пространстве источников ЭЭГ // Когнитивная наука в Москве: новые исследования --, 2019. --.

7. Лобаскова М., Васин Г., Малых С. Взаимосвязь темперамента с эмоциональными и поведенческими проблемами в старшем подростковом возрасте: близнецовое исследование // Теоретическая и экспериментальная психология. -- 2017. -- Т. 10, № 4.

8. Ломакин Д. И., Корнеев А. А., Курганский А. В., Мачинская Р. И. Склонность к риску и девиантное поведение у подростков // Российский журнал когнитивной науки. -- 2018. -- Т. 5, № 4.

9. Мачинская Р., Курганский А., Ломакин Д. Возрастные изменения функциональной организации корковых звеньев регуляторных систем мозга у

подростков. Анализ нейронных сетей покоя в пространстве источников ЭЭГ // Физиология человека. -- 2019. -- Т. 45, № 5.

10. Мачинская Р. И., Захарова М. Н., Ломакин Д. И. Регуляторные системы мозга у подростков с признаками девиантного поведения. Междисциплинарный анализ. // Физиология человека. -- 2020 -- Т. 46, № 3.

11. Розанов В., Григорьев П. Экологические факторы и суицидальное поведение человека // Суицидология. -- 2018. -- Т. 9, № 2

12. Vasin G., Lobaskova M. A twin study of the relationship between inhibitory control and behavior problems // Procedia-Social and Behavioral Sciences. -- 2016. -- Т. 233.

13. Voronin I., Ismatullina V., Zakharov I., Vasin G., Malykh S. Structural equation modeling in the genetically informative study of the covariation of intelligence, working memory and planning // ITM Web of Conferences. -- Т. 6 --, 2016. --.

REFERENCES

1. Ermakova I., Adamovskaya O., Sel' verova N. Fizicheskoe razvitiye, nejrovegetativnyj, gormonalnyj i psixoe`mocionalnyj status detej na razny`x stadiyax polovogo sozrevaniya // Novy`e issledovaniya. -- 2017. -- Т. 4, № 53.

2. Ismatullina V., Belova A., Voronin I., Maly`x S. Rol` nasledstvenny`x i sredovy`x faktorov v sposobnosti planirovat` u подростков // Teoreticheskaya i e`ksperimental`naya psixologiya. -- 2014. -- Т. 7, № 4.

3. Ismatullina V., Belova A., Voronin I., Maly`x S. Priroda individualny`x razlichij prostranstvennoj rabochej pamyati u detej shkol`nogo vozrasta // Teoreticheskaya i e`ksperimental`naya psixologiya. -- 2015. -- Т. 8, № 4.

4. Komkova Yu. N. E`lektricheskaya aktivnost` golovnogo mozga u detej i подростков na razny`x stadiyax polovogo sozrevaniya v sostoyanii pokoya // Novy`e issledovaniya. -- 2018. -- Т. 1, № 54.

5. Kurganskij A. Funkcional`naya organizaciya mozga chelovea v sostoyanii pokoya. // Zhurnal vy`sšej nervnoj deyatel`nosti im. I.P. Pavlova. -- 2018. -- Т. 68, № 5.

6. Kurganskij A., Lomakin D., Machinskaya R. Nejronny`e seti pokoya u подростков s trudnostyami regulyacii povedeniya: analiz e`ffektivny`x svyazej v prostranstve istochnikov E`E`G // Kognitivnaya nauka v Moskve: novy`e issledovaniya --, 2019. --.

7. Lobaskova M., Vasin G., Maly`x S. Vzaimosvyaz` temperamenta s e`mocionalny`mi i povedencheskimi problemami v staršem подростковом возрасте: blizneczovoe issledovanie // Teoreticheskaya i e`ksperimental`naya psixologiya. -- 2017. -- Т. 10, № 4.

8. Lomakin D. I., Korneev A. A., Kurganskij A. V., Machinskaya R. I. Sklonnost` k risku i deviantnoe povedenie u подростков // Rossijskij zhurnal kognitivnoj nauki. -- 2018. -- Т. 5, № 4.

9. Machinskaya R., Kurganskij A., Lomakin D. Vozrastny`e izmeneniya funkcional`noj organizacii korkovy`x zven`ev regulyatorny`x sistem mozga u подростков. Analiz nejronny`x setej pokoya v prostranstve istochnikov E`E`G // Fiziologiya cheloveka. -- 2019. -- Т. 45, № 5.

10. Machinskaya R. I., Zaxarova M. N., Lomakin D. I. Regulyatorny`e sistemy` mozga u podrostkov s priznakami deviantnogo povedeniya. Mezhdisciplinarny`j analiz. // Fiziologiya cheloveka. -- 2020 -- T. 46, № 3.

11. Rozanov V., Grigor`ev P. Èkologicheskie faktory` i suicidal`noe povedenie cheloveka // Suicidologiya. -- 2018. -- T. 9, № 2

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В альманахе «Новые исследования», выходящем 4 раза в год, могут быть опубликованы прошедшие рецензирование статьи по всем направлениям возрастной физиологии, морфологии, школьной гигиены и физического воспитания детей и подростков.

При направлении статьи в редакцию рекомендуется руководствоваться следующими правилами:

1. На первой странице указываются название статьи, Инициалы и Фамилия автора, учреждение, из которого выходит статья.

2. Объем статьи: Обобщающих теоретико-экспериментальных работ и обзорных работ – не более одного авторского листа (24 стр.), экспериментальных работ – не более 0.8 авторского листа (18 стр.), кратких сообщений и методических статей – не более 4–5 стр.

3. Изложение материала в статье экспериментального характера должно быть представлено следующим образом: краткое введение, методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы, список литературы. Таблицы (не более 3) печатаются на отдельных страницах и должны быть пронумерованы в порядке общей нумерации, в тексте отмечается место, где должна быть помещена таблица.

4. Для иллюстраций статей принимается не более 4 рисунков. Рисунки представляются на отдельных страницах, на полях рукописи указывается место, где должен быть размещен рисунок. Рисунки, как и таблицы, выполняются на отдельных страницах, в тексте отмечается место, где должен быть помещен рисунок.

5. Цитирование авторов производится цифрами в квадратных скобках, список литературы располагать по алфавиту.

6. К статье прилагается аннотация в размере не более 10 строк на русском и английском языках.

7. Статьи направлять на электронном носителе (Word; шрифт Times 14, через 1.5 интервала, поля стандартные: сверху – 2.5 см, снизу – 2.0 см, слева – 3.0 см, справа – 1.5 см)

8. Редакция оставляет за собой право на сокращение и исправление статей. Рукописи, не принятые в печать не возвращаются. В случае возвращения статьи авторам для исправления согласно отзыву рецензента статья должна быть возвращена в течение 2 мес. в доработанном варианте с приложением первоначального.

9. С аспирантов и докторантов плата за публикацию рукописей не взимается.

*Статьи следует направлять по адресу:
119121, Москва, ул. Погодинская 8, корп.2, Институт возрастной физиологии РАО,
отв. секретарю альманаха Догадкиной С. Б. (комн. 32)
Тел/факс: (499) 245-04-33, тел: 708-36-83; E-mail: almanac@mail.ru*